

Ynés de Lemos Pires

**Uma Abordagem CTSA para o  
ensino-aprendizagem de  
conceitos Ecológicos e Evolutivos**

MESTRADO EM DIDÁTICA DAS CIÊNCIAS DA  
NATUREZA E DA MATEMÁTICA

Dezembro

20**16**

# MM

MESTRADO EM DIDÁTICA DAS CIÊNCIAS DA  
NATUREZA E DA MATEMÁTICA

Dezembro 2016

Ynés de Lemos Pires

**Uma Abordagem CTSA para o  
ensino-aprendizagem de  
conceitos Ecológicos e Evolutivos**

MESTRADO EM DIDÁTICA DAS CIÊNCIAS DA  
NATUREZA E DA MATEMÁTICA

Dezembro 20**16**

## AGRADECIMENTOS

À Xana, pela disponibilidade, pelas sábias recomendações, pelos momentos de aprendizagem e pela partilha de amizade.

Dr. Alexandre Pinto pela disponibilidade em esclarecer dúvidas.

Ao Paulo e ao Francisco, pelas brincadeiras adiadas, por terem compreendido a minha indisponibilidade e por estarem sempre presentes.

A todos o meu obrigado sentido

## RESUMO

O presente estudo foi desenvolvido no âmbito do Mestrado em Didática das Ciências da Natureza e da Matemática e parte da necessidade de trazer para a sala de aula práticas inovadoras, que abordem e problematizem a sustentabilidade dos recursos naturais de uma perspectiva evolutiva no primeiro e segundo ciclos do Ensino Básico, para colocar e investigar as seguintes questões de investigação: i) serão as quotas de pesca um bom contexto para desenvolver nos alunos o reconhecimento da necessidade e importância da implementação de práticas sustentáveis de exploração de recursos naturais?; ii) serão os alunos do primeiro e segundo ciclos capazes de compreender e aplicar princípios evolutivos para prever cenários biológicos futuros?; iii) que desafios profissionais emergem da aplicação de uma abordagem C.T.S.A que explore conceitos ecológicos e a evolução das espécies? Optou-se por uma metodologia de natureza mista (qualitativa e quantitativa), realizando uma investigação-ação, com o estudo multi-casos. Na recolha de dados, foram utilizados questionários (pré-teste e pós-teste) e as produções escritas dos alunos. Para a análise dos dados, foi realizada uma análise interpretativa dos dados quantificados. Os resultados sugerem que a abordagem das pescas e dos seus impactos nas populações naturais é um bom contexto para fomentar nos alunos a compreensão de processos ecológicos e evolutivos e a necessidade da implementação de medidas de gestão de recursos e hábitos de consumo sustentáveis.

Palavras-chave: Exploração Sustentável dos Recursos, Literacia Científica, C.T.S.A, Evolução das Espécies.

## Abstract

This study was developed within the framework of the Master's program in Didactics of Natural Sciences and Mathematics. It originates from the need to bring to the classroom, innovative practices that address and define the sustainability of natural resources from an evolutionary perspective for the first and second years of the basic education cycle, in order to define and investigate the following research questions: i) are fishing quotas a good example to be used for developing the recognition of the necessity and importance of the implementation of sustainable practices of exploitation of natural resources in students ?; ii) will students from the first and second cycle be able to understand and apply evolutionary principles to predict future biological scenarios ?; iii) what professional challenges emerge from the application of a C.T.S.A approach that explores ecological concepts and the evolution of species? A methodology of mixed nature (qualitative and quantitative) was chosen, performing an action-research, with multi-case study. In the data collection phase, questionnaires were used (pre-test and post-test) and the written results by the students. For the analysis of the data, an interpretative analysis of the quantified data was performed. The results suggest that the approach to fisheries and its impact on natural populations is a good context to encourage students to understand ecological and evolutionary processes and the need to implement resource management measures and sustainable consumption habits.

Keywords: Sustainable Exploration of Resources, Scientific Literacy, C.T.S.A., Evolution of Species.

# ÍNDICE

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>7</b>
<b>2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO</b> .....	<b>10</b>
2.1 Educação em ciências. Literacia Científica. Abordagem Ciência Tecnologia Sociedade e Ambiente (CTSA) .....	10
2.2 Educação para a Sustentabilidade/Exploração sustentável dos recursos biológicos .....	15
2.3 Evolução biológica e sua importância no ensino das ciências .....	17
2.4 Pescas como modelo para abordar tema da sustentabilidade dos recursos biológicos .....	18
<b>3. ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO</b> .....	<b>22</b>
3.1 As questões de investigação .....	22
3.2 Metodologia usada .....	23
3.3 Participantes do estudo .....	25
3.4 Métodos da recolha de dados .....	26
3.5 Planificação e execução das atividades/intervenção pedagógica .....	31
<b>4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b> .....	<b>37</b>
4.1 Apresentação dos resultados do pré-teste e pós-teste .....	37
4.2 Discussão .....	49
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	<b>55</b>
<b>.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>57</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>64</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Descrição do modelo didático usado para simular as pescasactividade 1.....	34
<b>Figura 2</b> - Descrição do modelo didático usado para simular as pescas- actividade 2.....	35
<b>Figura 3</b> – Exemplo de resposta a questão 2.....	42
<b>Figura 4</b> – Exemplo de justificação a questão 2.....	43
<b>Figura 5</b> - Exemplo de resposta no pré-teste – e pós-teste – 5.....	44
<b>Figura 6</b> - Exemplo Resposta no pré-teste – e pós-teste – 5º ano.....	45
<b>Figura 7</b> - Exemplo RegistosResposta no pré-teste – e pós-teste – 5º ano.....	45
<b>Figura 8</b> – Registo das conclusões a atividade prática 1 – “A pescaria”.....	46
<b>Figura 9</b> - Registo das conclusões a atividade prática 2 – “A Selecção Natural”.....	47
<b>Figura 10</b> - Exemplo RegistosResposta no pré-teste – e pós-teste – 3º ano.....	48
<b>Figura 11</b> - Exemplo RegistosResposta no pré-teste – e pós-teste – 5º ano.....	48

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> Caraterização da amostra.....	26
<b>Tabela 2</b> Questões e objetivos do pré-teste e pós-teste .....	29
<b>Tabela 3</b> Categorias de análise e critérios de inclusão para a questão nº 1.....	30
<b>Tabela 4</b> Categorias de análise critérios de inclusão para a questão nº 2.....	30
<b>Tabela 5</b> Planificação da sessão 2.....	32
<b>Tabela 6</b> - Planificação da sessão 3 e 4.....	33
<b>Tabela 7</b> - Planificação da sessão 5.....	35
<b>Tabela 8</b> - Percentagem de respostas dadas pelos alunos e incluídas nos critérios de avaliação definidos .....	38
<b>Tabela 9</b> - Percentagem de respostas dadas pelos alunos e incluídas nos critérios de avaliação definidos .....	41

# 1. INTRODUÇÃO

A sociedade atual é fortemente marcada pela Ciência e a Tecnologia, omnipresentes no nosso dia-a-dia, e por problemas de foro ambiental que afetam as populações humanas quer a nível mais local quer a nível global.

Assim, o ensino das ciências, para além de promover a construção do conhecimento científico, deverá desenvolver no aluno, competências, capacidades e pensamento crítico que lhe permita lidar com as questões resultantes das complexas interações entre as ciências, a tecnologia e a sociedade (Tenreiro, 2014).

Nesta visão, as atividades de aprendizagem têm que ser promotoras de literacia científica, entendendo-se aqui a literacia científica como “a capacidade de usar o conhecimento científico, de identificar questões e de desenhar conclusões baseadas na evidência por forma a compreender e a ajudar à tomada de decisões sobre o mundo natural e as alterações nelas causadas pela actividade humana.” (OCDE, 2003, p. 133).

Nesta perspetiva o movimento Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente (CTSA) apresenta-se como uma abordagem, adequada a este novo desafio da aprendizagem das ciências já que, possibilita uma abordagem multidimensional dos diversos fatores que intervêm na solução dos problemas científicos e tecnológicos (Rios e Solbes, 2007) e estuda as suas relações e implicações na sociedade (Cachapuz, Jorge e Praia, 2000).

Ora, um dos problemas sociais que envolvem a necessidade de um olhar crítico e de uma cidadania participativa, que importa abordar nas aulas é a problemática da sustentabilidade dos recursos naturais. Enquadrada nesta problemática encontramos as pescas.

Sendo fundamentais para a sobrevivência da nossa espécie os recursos naturais são afetados quer por dinâmicas populacionais naturais, quer pelas alterações que o Homem introduz nos ecossistemas e que podem provocar a extinção das espécies ou a sua adaptação às novas condições do meio. Assim, a problemática da sustentabilidade dos recursos está intimamente relacionada com processos evolutivos que urge compreender. De facto, e como “Nada em Biologia faz sentido exceto à luz da Evolução” (Dobzhansky, 1973, citado por Sá-Pinto, Ponce, Fonseca, Oliveira, & Campos, 2014) a

compreensão dos processos evolutivos é fundamental para perceber e prever o meio que nos rodeia e desta forma fazer escolhas informada e exercer uma cidadania participativa.

Neste sentido, urge desenvolver e testar abordagens, materiais curriculares, atividades de aprendizagens e estratégias de ensino que explorem os problemas sociais de uma perspectiva evolutiva, potenciando o desenvolvimento da literacia científica, orientada numa perspectiva de CTSA e promotora de desenvolvimento sustentável. As práticas educativas deverão assim abordar temáticas atuais, concretas e reais, de forma inovadora, motivadora, apelando à curiosidade dos alunos e promovendo o desenvolvimento de diversas competências de reconhecida importância no século XXI (Partnership for the 21st century skills ([P21CS; 2007])). Estas temáticas deverão ser exploradas de forma interdisciplinar, explorando conceitos e práticas que são transversais a todas as ciências e engenharias, permitindo ainda aprofundar a compreensão dos conceitos chave específicos de cada área disciplinar, necessários à compreensão dos fenómenos (National Research Council [NRC], 2012).

O presente estudo insere-se no âmbito do mestrado em Didática das Ciências da Natureza e da Matemática e pretende dar resposta às seguintes questões de investigação:

Serão as quotas de pesca um bom contexto para desenvolver nos alunos o reconhecimento da necessidade e importância da implementação de práticas sustentáveis de exploração de recursos naturais?

Serão os alunos do primeiro e segundo ciclos capazes de compreender e aplicar princípios evolutivos para prever cenários biológicos futuros?

Que desafios profissionais emergem da aplicação de uma abordagem C.T.S.A que explore conceitos ecológicos e a evolução das espécies?

O documento está organizado em cinco capítulos: (1) Introdução, (2) Enquadramento teórico, (3) Enquadramento Metodológico, (4) Apresentação e Análise dos Resultados, (5) Conclusões.

Este o primeiro engloba a contextualização e pertinência do estudo, as questões de investigação, e a organização geral.

No segundo capítulo, é o enquadramento teórico, que foca temas relacionados com: ensino das ciências; literacia científica; ciências, tecnologia, sociedade e ambiente; exploração sustentável dos recursos; pescas como modelo sustentável dos recursos biológicos e a evolução biológica e sua importância no ensino das ciências.

O terceiro capítulo descreve a metodologia usada, sendo apresentada e justificada a escolha do problema, os objetivos da investigação e a metodologia utilizada. Neste capítulo expomos o desenho da investigação; caracterizamos a amostra e justificamos a seleção dos instrumentos para a recolha de dados, apresentamos e descrevemos o programa de intervenção pedagógica.

No quarto capítulo apresentam-se os dados recolhidos no pré e pós-teste e realiza-se a análise comparativa entre os dois testes e as produções dos alunos nos diferentes documentos.

No quinto capítulo discutem-se os resultados obtidos à luz do conhecimento existente, suas limitações e sugestões para futuros trabalhos, bem como as suas implicações para o ensino das ciências quer para o desenvolvimento profissional da professora-investigadora.

No sexto capítulo apresentam-se as conclusões deste estudo.

## **2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO**

Este capítulo encontra-se estruturado em quatro secções consideradas relevantes no âmbito do presente estudo. Na primeira discute-se a orientação CTSA para o Ensino das Ciências, e expõe-se a importância desta abordagem para promoção e desenvolvimento da literacia científica, enfatizando-se o papel das inter-relações da Ciência com a Tecnologia e Sociedade e Ambiente. Na segunda secção expõe-se a importância de abordar na sala de aula o tema da sustentabilidade dos recursos biológicos. Na terceira secção justifica-se a importância de abordar o tema da evolução biológica logo nos primeiros anos de escolaridade. Na quarta secção apresenta-se e justificasse o tema das pescas e os seus impactos nas populações naturais como um possível modelo para fomentar nos alunos a compreensão de processos ecológicos e evolutivos e a necessidade da implementação de medidas de gestão de recursos e hábitos de consumo sustentáveis.

### **2.1. EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. LITERACIA CIENTÍFICA. ABORDAGEM CIÊNCIA TECNOLOGIA SOCIEDADE E AMBIENTE (CTSA)**

Vários estudos, nacionais e internacionais tem revelado baixos níveis de literacia científica e uma visão limitada das ciências que podem colocar problemas na compreensão de um mundo em constante desenvolvimento científico e tecnológico (Galvão, Reis, Freire, & Faria, 2011). Assim, “é essencial desenvolver cidadãos críticos, informados cientificamente, interessados pelos assuntos sociocientíficos, possuidores de instrumentos que lhes permitam analisar o mundo de forma crítica e fundamentada” (Galvão, *et al.* ., 2011, p. 5) que entendam os fenómenos do mundo natural e que tomem decisões políticas e sociais numa cidadania de vivência democrática (Scheid, 2016).

Neste contexto a Educação em Ciência assume-se como o caminho ideal para desenvolver essas atitudes, valores e competências (Cachapuz, Praia, & Jorge, 2000) e

segundo, Galvão *et al.* (2011) deve ser iniciada logo no 1º ciclo porque é essencial “envolver desde tenra idade os alunos com a ciência” (Galvão, *et al.*., 2011, p. 5) e numa perspectiva de literacia científica, já que ensinar ciências, na atualidade, exige abordar conteúdos científicos inseridos em contextos tecnológicos bem como, as suas implicações sociais (Vieira, 2007) “para que todos os cidadãos possam participar activa e adequadamente no planeamento e resolução de problemas e necessidades pessoais, profissionais e sociais, de forma que viabilize o desenvolvimento de modos de vida produtivos, mais justos e democráticos” (Tenreiro-Viera & Vieira, 2013, p.164).

Nesta visão, o movimento Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) apresenta-se como uma orientação de abordagem adequada a este novo desafio da aprendizagem das ciências. Ensinar ciências nesse contexto “tem como grande finalidade preparar os estudantes para enfrentarem o mundo socio-tecnológico em mudança acelerada” (Vieira, 2008, p. 11).

Esta visão mais humanista das ciências é recomendada nas orientações curriculares dos programas do 1º e 2º Ciclo do Ensino Básico e nas metas curriculares, com o propósito de ensinar acerca dos fenómenos ligando a ciência ao mundo tecnológico e social do aluno, bem como aos problemas relacionados com o ambiente.

Apesar destas orientações preconizadas nos documentos oficiais, os estudos realizados têm evidenciado o fracasso das aprendizagens da ciência e da tecnologia (Tenreiro-Vieira, *et. al.*, 2013). Mais recentemente os resultados do estudo internacional Trends in International Mathematics and Science Study [TIMSS] (Morôco, Lourenço & Gonçalves, 2015) registaram uma queda surpreendente nos resultados das Ciências, no 1º ciclo do Ensino Básico entre 2011 (522 pontos) e 2015 (508 pontos). Assim é necessário proporcionar uma educação em ciências mais contextualizada e mais ligada à realidade, aos interesses e às necessidades dos alunos, que contribua para a alfabetização em Ciência e Tecnologia mas também que desenvolva competências de resolução de problemas relacionados com essas áreas, que aborde os impactos na sociedade e no ambiente, de forma a promover a discussão e a intervenção crítica nas questões atuais, formando cidadãos que pratiquem uma cidadania mais ativa na tomada de decisão em vários campos do conhecimento (Martins, 2012; Reis, 2006; Tenreiro-Vieira, *et al.*., 2013; Vieira, 2008). “A literacia científica tem sido apontada e reconhecida como a meta primeira da educação em ciências na escola” (Tenreiro-Viera *et al.*., 2013, p.166).

Diversas investigações (AAAS, 1993; CE, 2007; Harlen, 2011; Johnston, 2011; OECD, 2009; Osborne & Dillon, 2008, citados em Costa. *et al.*, 2016) evidenciam que a Educação em Ciência, nos primeiros anos de escolaridade, é relevante no desenvolvimento de literacia científica e de atitudes positivas face à Ciência, à Tecnologia e à aprendizagem de Ciências. Por este motivo, Costa *et al.* (2016, p.34) considera que “o ensino e a aprendizagem de Ciências nos primeiros anos de escolaridade configuram desafios educativos da atualidade”.

O conceito de Literacia Científica, como refere Chagas (2000) é uma tradução literal do termo *scientific literacy*, cujo significado vários autores têm tentado clarificar e diferentes posições, interpretações e definições têm sido propostas (Tenreiro-Viera *et al.*, 2013).

O termo Literacia Científica surgiu na década de 50 do séc. XX (Chagas, 2000) e tem vindo a ser sucessivamente apurado, com consequências na conceção de modelos e práticas de ensino das ciências (DeBoer, 2000, citado por Martins, 2012, p.25). É um conceito que não tem uma definição única pois depende dos contextos onde é aplicado. Para Hodson (1998, citado por Chagas, 2000) o termo tem significados diferentes consoante os autores. Contudo, este conceito está intimamente ligado ao conceito do ensino formal das ciências, sendo muitas vezes utilizado como sinónimo de “finalidades da educação científica” (Hodson, 1998; Shamos, 1995 citado em Reis, 2006, p. 167) ou como um propósito da Educação em Ciências (Martins, 2012). Ao longo dos vários anos tem sido divulgado vários documentos orientadores que definem Literacia Científica (Chagas, 2000; Martins, 2012; Reis, 2006; Vieira, 2008).

O *National Science Education Standards* (1997, citado por Tenreiro-Viera *et al.*, 2013) define Literacia Científica como “o conhecimento e compreensão de conceitos científicos e de processos necessários para a tomada de decisões pessoais, participação em assuntos cívicos e culturais, e produtividade económica” (p. 168). Para a OCDE (2003), literacia científica é “a capacidade de usar o conhecimento científico, de identificar questões e de desenhar conclusões baseadas na evidência por forma a compreender e a ajudar à tomada de decisões sobre o mundo natural e sobre as alterações nele causadas pela actividade humana.” (p. 133). O conceito de literacia tal como é utilizado no PISA remete para a capacidade dos alunos aplicarem os seus conhecimentos e analisarem, raciocinarem e comunicarem com eficiência, à medida que

colocam, resolvem e interpretam problemas numa variedade de situações concretas (GAVE, 2007). Para *Scottish Consultative Council on the Curriculum* (1996, citado por Reis, 2006, p.169) “uma pessoa cientificamente apta, não possui apenas conhecimentos e capacidades sendo também capaz de mobilizar e aplicar os seus recursos de conhecimento e de capacidades de forma criativa e sensível, em resposta a uma questão, problema ou fenómeno”.

Apesar das diferenças encontradas nestas definições, o conceito envolve conhecimento científico, compreensão dos procedimentos da ciência e desenvolvimento de capacidades e de atitudes, científicas e relativamente à ciência, considerados necessários à participação ativa e responsável dos cidadãos em processos decisórios relacionados com a ciência e tecnologia (Reis, 2006).

O essencial é que o ensino das ciências promova a literacia científica dos alunos, no sentido de desenvolver o seu espírito crítico, de forma a que estes consigam decidir conscientemente, com responsabilidade e de forma democrática sobre os inúmeros desafios que a sociedade lhes coloca (Galvão Reis, Freire & Oliveira, 2006)., 2006), que sejam capazes de mobilizar saberes e que os utilizem na vida diária e no trabalho, e que intervenham de forma crítica nas tomadas de decisão (Tenreiro-Vieira, *et al.*, 2013). Desta forma, o objetivo é alcançar a compreensão da ciência, da tecnologia e das relações que se estabelece entre elas e, também, as suas implicações na sociedade (Martins, Vieira, Teixeira, Tenreiro-Vieira, Rodrigues, *et al.*, 2006).

É consensual, nos vários autores citados (Martins *et al.*, 2006; Martins, 2012; Reis, 2006; Tenreiro-Vieira, *et al.*, 2013; Vieira, 2008) que a abordagem CTSA de ensino das ciências é a ideal para alcançar o objetivo da literacia científica. “O movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade [A] (CTSA) no ensino das ciências assume-se como uma via para o desenvolvimento de uma cultura que interprete e valorize as inter-relações Ciência-Tecnologia em ambiente social, em cada época” (Martins, 2012, p. 25).

Como vimos, a literacia científica permite a tomada de decisões informadas sobre temas atuais. Assim os temas abordados na sala de aula de ciências não podem estar descontextualizados dos problemas locais e até globais. A orientação CTSA para a educação em ciência permite articulação dos saberes científicos com outros saberes (história da ciência, com contextos sociais, culturais e ambientais) onde os problemas e

questões científicas são gerados, e compreendidas entre a interligação da ciência e tecnologia e a sociedade (Martins, 2012).

O movimento CTS desde que surgiu, na década 60, nos Estados Unidos, desenvolveu-se e adquiriu importância no processo ensino aprendizagem em ciência, estando na origem de várias reformas educativas da educação da ciência em diversos países (Ribeiro, 2014). Este movimento trouxe a necessidade de substituir um currículo centrado no saber, pouco interessante para os alunos, por um currículo centrado no conhecimento, capacidade e atitude como utilidade para a vida diária dos alunos, com preocupações sociais e promotor da responsabilidade e da tomada de decisão sobre assuntos relacionados com ciência e tecnologia (Galvão & Reis, 2008).

Esta abordagem parte do pressuposto que os temas que se abordam na sala de aula, sendo atuais e relevantes, vão suscitar maior interesse e participação por parte dos alunos, facilitando o desenvolvimento de capacidades e competências necessárias à resolução de problemas com uma visão mais humana (Galvão, *et al.*, 2008) e preparando melhor os alunos para compreender as inter-relações entre o conhecimento científico, e tecnológico e a sociedade (Martins, 2002).

Galvão *et al.* (2008, p. 131) apresenta em síntese os objetivos que um currículo CTS deve atingir: “a) aumentar a literacia científica dos cidadãos; b) despertar o interesse dos alunos pela ciência e pela tecnologia; c) estimular o interesse pelas interações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade; e d) desenvolver nos alunos capacidades de pensamento crítico, raciocínio lógico, resolução criativa de problemas e, especialmente, de tomada de decisões”.

As atividades de sala de aula devem propor situações que envolvam a resolução de problemas, que impliquem o confronto de diferentes pontos de vista, que coloquem os alunos a analisar criticamente argumentos, a discutir os limites de validade de conclusões alcançadas, a saber formular novas questões (Martins, 2002). Essas questões devem basear-se em problemáticas “sociais técnico-científicas” (Martins, 2002, p. 9).

As estratégias de aprendizagem devem passar por trabalho de pesquisa que conduza os alunos para o exercício da cidadania: seleção e análise de informação, cooperação entre os elementos de cada grupo e comunicação de resultados, de dúvidas e de conclusões (Martins, 2002).

## 2.2. EDUCAÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE/EXPLORAÇÃO SUSTENTÁVEL DOS RECURSOS BIOLÓGICOS

O conceito de Desenvolvimento Sustentável (DS) emergiu a partir da necessidade de preservar os recursos naturais e ambientais da Terra (Costa. *et al.*, 2016).

Reconhecendo a importância da educação para o desenvolvimento e exploração sustentável para a sobrevivência do planeta, as Nações Unidas proclamaram 2005-2014 a Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável, chamando a atenção para a necessidade dos países utilizarem a educação como ferramenta essencial na promoção de Desenvolvimento Sustentável.

Costa. *et al.* (2016) considera importante que os currículos integrem Educação para Desenvolvimento Sustentável e que os professores sejam apoiados “no desenvolvimento de estratégias de educação formal e de avaliação de aprendizagens no âmbito da Educação para Desenvolvimento Sustentável” (Costa. *et al.*, 2016, p. 32).

Os resultados da investigação permitiu concluir que as orientações do Programas. Ensino Básico - 1.º Ciclo e o Projeto Metas de Aprendizagem para o 2º ciclo são concordantes com recomendações da investigação em Didática das Ciências relacionadas com orientações CTS para a Educação Científica, tendo em vista o desenvolvimento de literacia científica em referenciais de Educação para Desenvolvimento Sustentável Costa *et al.* (2016). No entanto, são escassos os recursos didáticos para práticas articulando orientações CTS para o desenvolvimento de literacia científica (Martins, 2002) em referenciais de Educação para Desenvolvimento Sustentável (Costa. *et al.*, 2016).

São vários os problemas que atualmente afetam o planeta (Costa. *et al.*, 2016) e a escola, como base estruturante para mudança, tem o papel de educar para a compreensão destes problemas e desenvolver “competências de intervenção e de cidadania planetária que integram tomadas de decisão informadas e a adoção de atitudes/valores de respeito para com o outro e para com o planeta” (Costa. *et al.*, 2016, p. 33).

De acordo com Martins (2010), a Educação Científica de cariz CTS será a mais indicada para implementar a Educação para Desenvolvimento Sustentável, por um lado porque

se articula com um quadro de desenvolvimento humano, por outro lado porque aborda as problemáticas numa perspetiva multi, trans e interdisciplinar: valores de respeito, solidariedade e cooperação; recorre a metodologias ativas, diversificadas e adequadas aos contextos, e temáticas a trabalhar; orienta-se por princípios e processos democráticos; promove a compreensão das dimensões científica e tecnológica das problemáticas em análise; alimenta o questionamento e o debate.

O relatório *Science Education Now: a Renewed Pedagogy for the Future of Europe* (Rocard *et al.*, 2007 citado por Campos, 2016), que apresenta as metas educativas para o futuro, destaca como meta preparar os jovens para a era da globalização que se avizinha em que será indispensável possuir conhecimentos e compreensão de desenvolvimentos científico e tecnológicos e das potencialidades e limitações da tecnologia. Segundo Costa *et al.* (2016), é por esta globalização e avanço tecnológico que vários países desencadearam reformas educativas e/ou reorganizações curriculares, em particular para a escolaridade obrigatória, orientadas para Educação para o Desenvolvimento Sustentável.

Portugal subscreveu vários compromissos que tem implicações curriculares como é o caso consagra a DEDS (2005 - 2014), onde se compromete a adotar e desenvolver medidas para a inclusão da temática da sustentabilidade nas áreas disciplinares dos currículos (Costa *et al.*, 2016). Urge, segundo Martins (2004, citado por Costa *et al.*, 2016, p. 35) “fomentar a inovação no ensino das Ciências, tornando-o mais apelativo e capacitando-o para desenvolver literacia científica articulável com Educação para Desenvolvimento Sustentável é o grande objetivo dos educadores, cientistas e políticos da educação”.

Um dos problemas globais que é necessário abordar, para discussão crítica e responsável na escola, é a problemática da gestão racional dos recursos naturais.

A perda da biodiversidade e do uso não sustentável dos recursos biológicos afeta diretamente as sociedades humanas. Ao longo destas últimas décadas, as Nações Unidas têm estabelecido acordos e decretado datas dedicadas à biodiversidade no sentido de alertar os políticos para o “alarmante declínio da biodiversidade” (Ban Ki-moon, 2009). Atualmente encontramos-nos na “Década da Biodiversidade”: durante os anos de 2011 a 2020, a ONU vai implementar planos estratégicos de preservação da natureza e encorajar os governos a desenvolver e comunicar resultados nacionais na

implementação do Plano Estratégico para Biodiversidade. “Garantir um verdadeiro desenvolvimento sustentável para o crescimento da família humana depende da diversidade biológica” Ban Ki-moon (2009).

### 2.3. EVOLUÇÃO BIOLÓGICA E SUA IMPORTÂNCIA NO ENSINO DAS CIÊNCIAS

*“Evolution and its underlying genetic mechanisms of inheritance and variability are key to understanding both the unity and the diversity of life on Earth” (NRC, 2012, p. 141).*

O *National Research Council (NRC, 2012)* é um documento de referência para a educação em Ciências que apresenta ideias científicas chave para cada disciplina, que devem ser explorados nas ciências, durante 12 anos de escolaridade com um crescente aumento de complexidade. Na Biologia, o NRC (2012) reconhece quatro ideias chave: a evolução biológica, a hereditariedade, os ecossistemas e das moléculas aos ecossistemas. Dentro destas ideias científicas encontramos conceitos essenciais, básicos que servem de alicerce à construção de ideias mais complexas e que vão sendo explorados ao longo dos anos de escolaridade. No caso da evolução biológica temos: evidência de um ancestral comum e biodiversidade, seleção natural, adaptação e a biodiversidade intra-específica. A evolução biológica é apresentada como o tema central das ciências que explica a relação entre todos os organismos e que permite compreender quer a unidade quer a diversidade de toda a vida na terra (NRC, 2012). Assim, de acordo com o NRC (2012), a seleção natural deve ser introduzida logo nos primeiros anos de escolaridade.

Entre muitas outras coisas, a evolução biológica permite compreender “porque uma espécie desaparece e aparecem outras no seu lugar, porque é que os inseticidas “deixam de funcionar” passado algum tempo, porque há tantas raças de cães, porque temos que nos vacinar todos os anos contra o vírus da gripe” (Vázquez-Bem, 2015, p. 155). Tal como afirma Dobzhansky (1973, referido em Sá-Pinto, Ponce, Fonseca, Oliveira, & Campos, 2014) “Nada em Biologia faz sentido exceto à luz da Evolução”. O conhecimento da evolução biológica é essencial para compreender o mundo que nos rodeia (revisto em

Vázquez-Bem, 2015) e por esse motivo o seu conhecimento é essencial para fazer escolhas informadas e uma cidadania participativa (Sá-Pinto, *et al.*, 2014).

O tema da evolução biológica, de acordo com o atual programa, só é explicitamente abordado no 11º ano e apenas para alunos que sigam a área científica. Esta pode ser uma das causas que pode explicar porque é que os processos evolutivos continuam a ser desconhecidos e mal compreendidos (APBE, 2013), levando a muitas conceções erróneas (revisto em Sá-Pinto *et al.*, 2014; Vázquez-Bem, 2015). Apesar de serem poucos os estudos realizados com crianças nesta faixa etária, Cavadas, Linhares, Pires, Blindorro, Gomes, Clemente, & Santos (2013), investigaram quais as conceções dos alunos do 1º ciclo sobre a origem das espécies. Os resultados mostraram que muitas crianças revelam ideias erróneas sobre os processos evolutivos. No entanto, um estudo realizado por Campos e Sá-Pinto (2013, p. 23) concluiu que os alunos do primeiro ciclo “conseguem explicar o mundo que os rodeia usando argumentos evolutivos e prever a evolução das populações em situações biologicamente realistas”.

É pelos motivos aqui expostos que urge a necessidade de introduzir o estudo da evolução biológica desde o primeiro ciclo (Cavadas *et al.*, 2013; Vázquez-Bem, 2015; Sá Pinto *et al.*, 2014) e desenvolver e testar atividades que permita aos alunos aprender ciências “à luz da evolução”.

#### **2.4. PESCAS COMO MODELO PARA ABORDAR TEMA DA SUSTENTABILIDADE DOS RECURSOS BIOLÓGICOS**

Neste trabalho já foi amplamente justificado que, ensinar ciências numa orientação CTSA para a promoção da literacia científica, em que se põe ênfase na resolução de problemas, no confronto de pontos de vista, na análise crítica de argumentos, na discussão dos limites, na validade das conclusões encontradas e na consequente formulação de novas questões, utilizando referenciais de Educação para Desenvolvimento Sustentável é o ideal para desenvolver a cidadania democrática e participativa.

Neste enquadramento, consideramos que a abordagem do tema das pescas, na sala de aula, como modelo de exploração de recursos naturais, poderá revelar-se uma ótima estratégia já que esta é uma temática atual e familiar ao aluno, com implicações no seu dia-a-dia, socialmente pertinente, mobilizadora de muito saberes (permite o trabalho de pesquisa), transversal a todas as disciplinas (permite a interdisciplinaridade); e que aborda os impactos negativos da ação do homem sobre as espécies (permitindo colocar vários pontos de vista, emitir uma opinião e propor soluções).

A pesca, como atividade económica, é muito importante para Portugal já que tem a uma das maiores zonas económica exclusiva da Europa (Emepc - Projeto de Extensão da Plataforma Continental). Por outro lado, o peixe não é só um recurso natural consumido pelo homem, mas é também uma importante atividade económica que dá emprego a muitas pessoas. Mas a pesca não é uma atividade sem impactos, são vários os estudos que têm revelado o impacto das pescas na diminuição da biodiversidade nos ambientes aquáticos, considerada como uns dos mais sérios problemas enfrentados pelos países (Moyle & Leidy, 1992, citados por Wagner, Hilsdorf, Resende, Marques, 2006) e na diminuição dos stocks mundiais (Pauly, 2004, citado por Wagner *et al.*, 2006).

Moyle *et al.* (1992) apresenta como causas possíveis para esse declínio: a competição intra-específica, as alterações ambientais, a poluição, a introdução de espécies exótica e a sobre-exploração provocada por uma pesca intensiva. A mesma opinião têm os investigadores do Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA, 2014). O relatório do IPMA de 2014 refere que o stock de sardinhas (*Sardina pilchardus*) é inferior à média histórica, o que, de acordo com o IPMA, se justifica pelos fatores enunciados por Moyle *et al.* (1992) salientado que “há indícios de que as capturas foram excessivas em alguns anos recentes para o nível de abundância do stock” (IPMA, 2014). Esta diminuição do stock da sardinha tem levado a que sejam impostas fortes restrições à pesca desta espécie, tais como: períodos longos de paragem e limites de captura (diminuição das cotas de pesca).

Outra espécie que tem sido muito afetada pelas pescas é o bacalhau (*Gadus morhua*), uma espécie muito consumida em Portugal (tal como acontece com a sardinha) e muito enraizada na nossa cultura. De facto, os cardumes do bacalhau do atlântico foram severamente reduzidos por séculos de pesca intensiva com severas consequências económicas (Santos, 2008). Tal como no caso da sardinha, a modernização e a evolução

da tecnologia tornou a pesca mais eficiente e acelerou o processo de extinção, já que não tem permitido a reposição dos stocks (Santos 2008).

Santos (2008) refere a importância de entender a dinâmica das populações para traçar estratégias de pesca mais sustentáveis. Segundo o mesmo autor, para uma gestão racional dos recursos marítimos é fundamental conhecer a ecologia das populações, ou seja, conhecer a evolução do número de indivíduos, taxa de natalidade, de mortalidade e de reprodução.

Mas a pesca, mesmo sustentável, tem outros impactos nas populações naturais de peixe, que se encontra bem documentado no bacalhau. De facto, em várias espécies de peixes, tem sido documentada uma redução do tamanho médio dos indivíduos ao longo do tempo (Conover & Munch, 2002; Olsen, Lilly, Heino, Morgan, 2005; Santos, 2008; Swain, 2010). Os mesmos autores em artigos diferentes explicam que durante anos os animais maiores foram intensamente capturados sendo as populações atuais de cada espécie, descendentes de peixes mais pequenos, de menor valor comercial e também, menor valor biológico. Neste caso a pesca seletiva, desencadeou um processo de seleção natural inverso: a seleção natural favoreceu, ao longo dos anos, os indivíduos de maior tamanho; a seleção induzida pela pesca seletiva favoreceu os indivíduos de menor tamanho (Conover *et al.*, 2002; Olsen, *et al.*, 2005; Swain, 2010).

Assim, Conover *et al.*, (2002) salientam que o processo de seleção natural, como uma força dinâmica, deve ser levada em conta quando se pensa na gestão dos recursos marinhos. Santos (2008) refere vários estudos científicos vêm comprovar que a pesca intensiva, não controlada, não leva em conta as dinâmicas populacionais e a seleção natural, pondo em risco a sobrevivência da espécie, a biodiversidade e todo o ecossistema.

Depois deste pequeno apontamento teórico, é entendível, que para compreender o mundo que nos rodeia e poder discutir e participar em problemas atuais e sociais, como os aqui expostos – a problemática das quotas de pesca e das épocas de restrição de pesca que tanto afetam os ecossistemas aquáticos e a sociedade, já que interferem com o nosso consumo e com postos de trabalho - é essencial estarmos informados e capacitados com uma série de competências que nos permitam argumentar, discutir, colocar pontos de vista, etc. Isto vai muito além dos conhecimentos académicos e implica o desenvolvimento de competências que só é possível se as escolas

proporcionarem momentos de exercício dessas competências de uma forma interdisciplinar e transdisciplinar, desde o primeiro ciclo, aumentando progressivamente o grau de complexidade, tal como é sugerido nos vários estudos e nos documentos de referência.

### **3. ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO**

No enquadramento metodológico apresentamos e justificamos a escolha do problema, dos objetivos da investigação (3.1) e da metodologia utilizada (3.2); expomos o desenho da investigação (3.2); caracterizamos a amostra (3.3); justificamos a seleção do instrumento para a recolha de dados (3.4) e apresentamos e descrevemos o programa de intervenção pedagógica (3.5).

#### **3.1. AS QUESTÕES DE INVESTIGAÇÃO**

Um dos pontos de partida para a elaboração de uma investigação prende-se com a formulação de um problema, que é, segundo Sousa (2005, p. 44) o “objetivo da investigação, a meta que se pretende atingir, a pergunta científica para a qual queremos resposta.”. O problema não é nada mais do que a discriminação da questão que originou o estudo, tendo a investigação por objetivo dar resposta a esse problema (Sousa, 2005). Nesta perspetiva o problema que suporta o nosso estudo traduz-se nas seguintes questões-problema:

Serão as quotas de pesca um bom contexto para desenvolver nos alunos o reconhecimento da necessidade e importância da implementação de práticas sustentáveis de exploração de recursos naturais?

Serão os alunos do primeiro e segundo ciclos capazes de compreender e aplicar princípios evolutivos para prever cenários biológicos futuros?

Que desafios profissionais emergem da aplicação de uma abordagem C.T.S.A que explore conceitos ecológicos e a evolução das espécies?

### 3.2. METODOLOGIA UTILIZADA

Segundo Freixo (2009, p. 177) “A fase metodológica inclui todos os elementos que ajudam a conferir à investigação um caminho ou direção”. O mesmo autor explica que o método, procedimento ou desenho escolhido para o estudo deve ser apropriado aos objetivos, e à natureza do problema e as atividades delineadas devem dar resposta às questões de investigação.

Para darmos resposta às questões problema deste trabalho, optamos por uma metodologia de investigação mista: quantitativa e qualitativa.

Esta escolha justifica-se já que, na perspetiva de Bell (1997), apesar das diferenças entre a metodologia de investigação quantitativa, em que o investigador estuda a relação entre os factos, e a metodologia de investigação qualitativa, em que o investigador procuram a compreensão dos factos, há momentos, durante a investigação, em que num trabalho se recorre a técnicas quantitativas e qualitativas. A mesma opinião tem Vale (2004) que refere que “em muitos casos, tem-se mostrado positiva a utilização de metodologias mistas, tirando partido da análise qualitativa e da análise quantitativa” (p. 24). Para a mesma autora que cita Goetz e LeCompte (1984, p. 24), “muitas das investigações educativas integram-se num ponto intermédio entre os dois paradigmas”. Ora o nosso estudo apresenta tanto características que se enquadram num paradigma qualitativo, como características próprias de uma investigação de carácter quantitativo. A investigação quantitativa pretende explicar, predizer e controlar os fenómenos, procurando regularidades e leis, através da objetividade dos procedimentos e da quantificação das medidas (Almeida & Freire, 2000).

A investigação qualitativa é um método que envolve uma abordagem interpretativa do assunto em estudo. O investigador é o principal agente de recolha dos dados essencialmente de carácter descritivo e toda a ação ocorre em ambiente natural (Bogdan & Biklen, 1994).

Assim, a nossa investigação enquadra-se no paradigma qualitativo, já que toda a estratégia metodológica decorre num ambiente natural de aprendizagem, a sala de aula, com um número reduzido de alunos, permitindo estudar o que o aluno pensa, no seu ambiente quotidiano. O professor é o principal agente de recolha de dados

questionando os alunos de forma a conhecer e compreender o significado que estes atribuem às situações propostas no estudo. Os dados recolhidos para avaliação são sujeitos a uma análise interpretativas e é atribuído um significado qualitativo aos dados quantificados. Para o tratamento dos dados, que mais tarde vão ser interpretados, recorre-se a métodos quantitativos. De facto, para a recolha da informação utilizam-se questionários (descritos no ponto 2.3) sendo a avaliação o resultado da análise comparativa das frequências relativas de conhecimentos e capacidades reveladas pelos alunos no pré-teste e pós-teste e da análise interpretativa dos dados quantificados, das produções dos alunos e registo de aulas recolhidos durante a intervenção pedagógica. A estratégia de investigação utilizada foi a investigação-ação, que para Cohen e Manion (1989, citado por Bell, 1997) é uma abordagem que se desenvolve essencialmente in loco e que tem como objetivo resolver problemas reais e concretos do quotidiano com vista a melhorar a prática educativa. É uma investigação efetuada pelos sujeitos diretamente envolvidos no estudo e caracteriza-se por poder utilizar diversas técnicas de recolha de dados (Bell, 1997). O processo da ação, observação, reflexão e avaliação é de carácter cíclico e flexível que alterna entre a ação e a reflexão crítica, de modo a poder ser modificado sempre que surjam elementos relevantes e com a finalidade da melhoria das práticas educativas (Coutinho *et al.*, 2009). De facto, este trabalho é já um novo ciclo de desenvolvimento, aperfeiçoamento e testagem de um modelo didático inicialmente desenvolvido pela professora Ana Paula Martins (Martins, 2015) no seu Projeto de Conceção, Desenvolvimento e Avaliação – “(Sobre)Vivendo: Contributo do Estudo da Evolução Biológica para o Desenvolvimento da Responsabilidade Ecológica nos Alunos”. O nosso estudo desenvolve-se em 3 fases: uma fase inicial de planeamento onde há uma pesquisa e um reconhecimento dos fatos, uma fase de ação, e uma fase onde se recolhem, analisam e interpretam dados de forma a perceber os resultados da ação desenvolvida (Afonso, 2005). É um processo que não se esgota quando o projeto acaba (Bell, 1997) e promove a reflexão crítica do professor-investigador acerca da sua prática (Coutinho *et al.*, 2009).

Para a implementação desta investigação recorreu-se a um estudo multicasos. Segundo Ponte (2006, p. 5) estes estudos, são “diversos estudos de caso de algum modo comparáveis, com o fim de ajudar a conhecer melhor a diversidade de realidades que existem dentro de um certo grupo”.

Podemos de um modo geral resumir a nosso estudo como uma investigação-ação que pretende dar resposta às questões de investigação, partindo de um estudo de caso comparativo entre alunos do 3º ano e do 5º ano, para os mesmos objetivos de estudo. O projeto, numa fase inicial, foi delineado para efetuar a investigação no 3º ano de escolaridade. No entanto, ao longo do desenvolvimento do projeto verificamos que o tema também se enquadrava nas orientações do programa e nas metas curriculares da disciplina de Ciências da Natureza do 5º ano de escolaridade e por conveniência pessoal (professor/investigador leciona a disciplina de Ciências Naturais do 5º ano), e consideramos de particular interesse compreender de que forma esta realidade pode ser explorada e compreendida pelas crianças em ciclos de estudo e graus de maturidade diferentes.

### 3.3. PARTICIPANTES DO ESTUDO

A amostra é constituída por três turmas com um total de sessenta e seis alunos a frequentarem 3º ano de escolaridade do 1º Ciclo do Ensino Básico (2 turmas) e 5º ano de escolaridade do 2º Ciclo do Ensino Básico (1 turma). A tabela 1 apresenta a distribuição dos alunos por ano, idade, sexo e concelho onde as escolas se inserem.

**Tabela 1** Caraterização da amostra

Ano de Escolaridade	Idades (anos)	Nº de rapazes	Nº de raparigas	Total	Concelho
3º ano A	8 – 9	9	13	22	Porto
3º ano B		11	9	20	Porto
5º ano	10 – 11	11	10	21	Valbom
<b>TOTAL:</b>				<b>63</b>	

A seleção da amostra foi ocasional e sujeita a um único critério que foi estarem disponíveis e próximas. Neste tipo de metodologia não se pretendem explicar outros estudos de caso, mas sim compreender um caso específico (Vale, 1994).

No nosso estudo, a escolha das escolas justifica-se pela facilidade de acesso à população. Em relação à amostra justifica-se porque os objetivos a alcançar são específicos para a amostra selecionada já que a temática a investigar enquadra-se nas orientações e objetivos da disciplina de Estudo do Meio do 1º ciclo de ensino básico e nas metas curriculares da disciplina de ciências naturais do 2º ciclo do ensino básico. Relativamente ao terceiro ano, escolheu-se uma turma de uma zona mais interior do país, num concelho predominantemente rural e de uma zona litoral e urbana. Com esta escolha pretendeu-se aumentar a diversidade de contextos sócio-culturais dos alunos.

### 3.4. MÉTODOS DA RECOLHA DE DADOS

Os métodos de recolha de dados são as estratégias que permitem obter os dados necessários para dar resposta às questões de investigação. Após a recolha, os dados são analisados, interpretados e transformados em resultados e conclusões.

Neste estudo a principal técnica para a recolha de dados foi o inquérito por questionário (pré-teste e pós-teste). No entanto, também foram utilizados outros meios que servem para avaliar os alunos, como é o caso dos registos dos alunos.

Lessard-Hébert, Goyette e Boutin (1990) referem que para além das técnicas de recolha de dados, é necessário a definição de momentos de avaliação: antes da intervenção durante a intervenção e depois da intervenção.

Para a elaboração do teste (pré e pós) seguimos uma série de procedimentos metodológicos que passaram por: 1). definição dos objetivos que se pretende avaliar; 2). elaboração das questões de forma clara e simples para reduzir divergência de interpretações (Hill & Hill, 2002) e permitirem avaliar os objetivos pré-definidos; e 3). testagem do questionário a uma amostra similar àquela amostra alvo do estudo.

Ghiglione e Matalon (1992, p.157, citado por Campos & Ferreira, s.d) refere que: “quando uma primeira versão do questionário fica redigida, (...), é necessário garantir que o questionário seja de facto aplicável e que responda efectivamente aos problemas colocados pelo investigador”. Assim, com a intenção de verificar a compreensão das perguntas utilizadas no questionário realizou-se um estudo preliminar aplicando o teste

a alunos de uma turma do 3º ano de escolaridade, grupo semelhante ao que constitui uma parte da amostra do estudo. Após a análise das respostas e das dificuldades que cada aluno sentiu, reformularam-se as questões afinando o instrumento com o intuito de aumentar a sua validade.

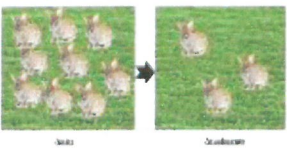

O pré-teste (anexo 1) foi aplicado antes da intervenção pedagógica, e o pós-teste (anexo 1), igual ao pré-teste, após a intervenção pedagógica.

Os testes (pré e pós) tiveram por finalidade identificar, por um lado e a partir das ideias expressas pelos alunos, o conhecimento que os alunos tem relativamente a problemática em estudo (pré-teste) e verificar se ocorreu alguma alteração conceptual após a intervenção pedagógica (pós-teste) e, por outro lado, avaliar a eficácia das estratégias/atividades delineadas para a intervenção pedagógica a partir da comparação das ideias expressas pelos alunos no pré e pós-teste.

O teste (pré e pós) é formado por duas questões de resposta abertas que pretendem recolher as opiniões dos alunos e avaliar a sua capacidade de compreender e aplicar conhecimentos de ecologia e evolução para prever e explicar cenários naturais e fomentar exploração sustentada dos recursos naturais (tabela 2).

As questões de resposta aberta permitem obter uma informação qualitativa, já que os alunos expressam as suas opiniões relativas à informação desejada. Este tipo de resposta permite “obter uma informação mais rica e detalhada” (Hill & Hill, 2009, p. 94). A tabela 2 apresenta as questões e os objetivos que se pretendem atingir em cada questão.

**Tabela 2** Questões e objetivos do pré-teste e pós-teste

Questões do teste (pré e pós)	Objetivos
<p><b>Q1 (questão 1)</b></p> <p>1. Um grupo de estudantes está estudando a dinâmica populacional de coelhos em um campo verde. Eles estão observando um gráfico que mostra o número de coelhos ao longo do tempo. O gráfico mostra que o número de coelhos aumenta rapidamente no início, mas depois diminui e se estabiliza em um nível constante. Eles estão tentando entender os fatores que influenciam a dinâmica populacional dos coelhos e como a gestão dos recursos naturais pode afetar essa dinâmica.</p>  <p>2. Qual seria a melhor forma para manter a natureza de melhor maneira?</p>	<p>Os alunos terão de enumerar os diferentes fatores que poderão influenciar a dinâmica das populações naturais, e identificar estratégias de gestão sustentável dos recursos naturais. Com este instrumento pretendemos avaliar se os alunos são capazes de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compreender os fatores que influenciam o estabelecimento das quotas de exploração de recursos naturais (pesca, caça, outras).</li> <li>• Reconhecer a importância de uma correta gestão das populações naturais, no sentido de contribuir para a sua sustentabilidade e para a manutenção da biodiversidade.</li> </ul>
<p><b>Q2 (questão 2)</b></p> <p>3. Três coelhos estão a estudar a evolução de uma população de coelhos. Eles estão observando um gráfico que mostra o número de coelhos ao longo do tempo. O gráfico mostra que o número de coelhos aumenta rapidamente no início, mas depois diminui e se estabiliza em um nível constante. Eles estão tentando entender os fatores que influenciam a dinâmica populacional dos coelhos e como a gestão dos recursos naturais pode afetar essa dinâmica.</p>  <p>4. Qual seria a melhor forma para manter a natureza de melhor maneira?</p>	<p>Os alunos terão de prever o que poderá acontecer a uma população de coelhos após uma alteração do seu ambiente natural. Com este instrumento pretendemos avaliar se os alunos são capazes de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compreender o processo da seleção natural.</li> <li>• Prever a evolução biológica.</li> <li>• Compreender a importância da reprodução para a manutenção da espécie.</li> </ul>

Para a análise dos dados recolhido foi realizada uma análise de conteúdo. De acordo com Bardin (1997) a análise de conteúdo é um conjunto de instrumentos e técnicas que analisa os discursos no sentido de interpretar o conteúdo das mensagens. Desta forma, os dados em bruto são tratados de forma a se tornarem significativos (Bardin, 1977) e posteriormente incorporados em categorias de análise (Stringer, 2007, citado em Ribeiro, 2014).

Neste trabalho as categorias surgem a partir dos dados teóricos e da análise das respostas dos alunos. As Categorias construídas para a questão 1 correspondem a estratégias de gestão de populações, para a questão 2 foram utilizados critérios de avaliação em Sá-Pinto, Pinto, Cardia, Fonseca, & Lopes (2015). Na tabela 3 e 4 apresenta-se as categorias de análise e respetivos critérios de inclusão.

**Tabela 3** Categorias de análise e critérios de inclusão para a questão nº 1.

<b>Estratégias de gestão de populações</b>	<b>Crítérios de inclusão</b>
<b>Quotas de caça</b>	- refere que se deve limitar/reduzir o número de coelhos caçados. - refere que se deve limitar a caça ou apanhar menos.
<b>Zonas de proteção</b>	- refere que se deve deixar de caçar naquela zona.
<b>Cativeiro</b>	- refere que os coelhos deverão ser preservados em zonas não naturais.
<b>Repovoamento</b>	- refere que se devem libertar mais coelhos nesta zona.
<b>Épocas de restrição</b>	- refere que não se pode caçar coelhos em determinadas épocas do ano.
<b>Não matar</b>	- refere que não podemos matar coelhos
<b>Proteção dos juvenis</b>	- refere que não se deve caçar juvenis ou bebés.
<b>Fiscalização da caça</b>	- refere que deve haver maior controlo dos caçadores ou penalizações para quem não cumpre as regras
<b>Gestão do habitat</b>	- diz que se deve melhorar o habitat dos coelhos para haver mais alimento ou refugio
<b>Promover a reprodução</b>	- diz que se deve reproduzir os coelhos ou deixá-los reproduzir
<b>Controlo de predadores</b>	- refere que se deve diminuir, matar ou afugentar os predadores
<b>Comércio ilegal</b>	- refere o comércio ilegal como fator a ter em conta na proteção dos coelhos
<b>Controlo da sanidade das populações</b>	- refere que se deve vacinar ou estudar e promover a saúde das populações ou refere parasitas ou doenças como causa de diminuição.

**Tabela 4** - Categorias de análise critérios de inclusão para a questão nº 2.

<b>Crítérios de Seleção Natural</b>	<b>Crítérios de inclusão</b>
<b>Frequência dos mais aptos</b>	- refere que o mais apto mais frequente
<b>Sobrevivência diferencial</b>	- refere que o fenótipo mais apto sobrevive (mais) ou que o outro morre (mais).
<b>Reprodução diferencial</b>	- refere que o fenótipo mais apto se reproduz mais, ou seja, cada um dos indivíduos com fenótipo mais apto deixa mais descendentes do que cada um dos indivíduos com fenótipo menos apto

Posteriormente, os dados, categorizados foram sujeitos a tratamento estatístico (Hill & Hill, 2009) servindo assim de base para uma análise quantitativa. Os resultados são expressos em frequência absoluta e valores percentuais e são apresentados em tabelas simples, de forma a proporcionar uma leitura acessível e precisa (Bell, 1997).

Os questionários pré e pós-teste são iguais. Quer numa sessão quer noutra, os alunos foram informados que o objetivo do teste não era avaliar os conhecimentos que possuíam, mas que tinham que responder a todas as questões da forma mais completa possível. Este alerta é importante para se conseguir obter o máximo de informação possível que permita compreender o que eles realmente pensam sobre cada uma das questões. Os questionários foram distribuídos aos alunos e lidos pela professora antes de estes iniciarem o seu preenchimento no sentido do esclarecimento de dúvidas.

Entre a aplicação do pré e pós – teste decorreu um prazo, de forma a aumentar probabilidade da informação recolhida ser resultado da assimilação que ocorreu durante a intervenção pedagógica, e não sobre os conhecimentos que tinham memorizado, a muito curto prazo.

No 3º ano B a aplicação do pós-teste não decorreu nas melhores condições, por motivos alheios a professora-investigadora. Os alunos tiveram que mudar de sala (o teste não foi aplicado na sala da turma) que não reunia as condições ideais para a sua realização, além de toda a agitação que implicou a mudança. Por motivos de constrangimento de tempo e disponibilidade não foi possível a realização noutra data.

“As observações são a melhor técnica de recolha de dados do indivíduo em atividade, em primeira mão, pois permitem comparar aquilo que diz, ou que não diz, com aquilo que faz” (Vale, 2004, p. 9). Da observação direta resultaram dados recolhidos, a partir dos documentos de suporte das atividades (anexos 4, 7, 9) realizadas durante a intervenção pedagógica, que servirão para a avaliação do estudo. Nestes, o aluno foi convidado a registar os dados que vão surgindo durante a intervenção pedagógica e que são essenciais para o aluno retirar conclusões e ir construindo e consolidando o conhecimento.

### **3.5. PLANIFICAÇÃO E EXECUÇÃO DAS ATIVIDADES/INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA**

Para o desenvolvimento da intervenção pedagógica foi delineada uma estratégia de investigação composta por 6 sessões planificadas com o objetivo de dar resposta as questões de investigação.

A primeira e a última sessão, com duração de 30 min cada, foram destinadas à recolha de dados através de inquérito por questionário de pré-teste e pós-teste (Anexo 1).

A primeira sessão da intervenção pedagógica assumiu-se como uma sessão de iniciação e motivação para o tema da sustentabilidade das pescas.

**Tabela 5** Planificação da sessão 2

Sessão	Atividade	Tempo (min)	Objetivos
Sessão 2	Visionamento de um vídeo, construído a partir de notícias (saídas nos noticiários das diferentes televisões), sobre a pesca da sardinha e a polémica em volta das quotas de pesca e da pesca sustentável. Discussão e reflexão sobre essa problemática.	50 (5º ano) 60 (3º ano)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Motivar para o tema da pesca/quotas de pesca.</li><li>• Contextualizar o tema.</li><li>• Reconhecer a importância do recurso natural (sardinha) para o equilíbrio do ecossistema e para as atividades humanas.</li><li>• Compreender o conceito de quota de pesca</li><li>• Reconhecer as implicações das pescas nos ecossistemas e atividades económicas.</li><li>• Sensibilizar para a importância das quotas de pesca.</li></ul>

Foi visionado um vídeo, construído a partir de excertos de notícias saídas nos noticiários de 3 estações de televisão, e alvo de reflexão. O vídeo (disponível em <https://drive.google.com/drive/u/1/folders/0ByFlhmtAij3RHVKtjB3M3dCWE0>) apresenta: a visão dos cientistas sobre as causas da diminuição do stock de sardinha e a conseqüente necessidade da regulamentação das pescas (quotas de pesca), dos pescadores, comerciantes e consumidores. A seguir ao visionamento do vídeo foi debatida a problemática da sustentabilidade das pescas e dos recursos naturais, tendo-se discutido fatores que podem afetar o tamanho de populações de peixes: predação, competição, disponibilidade de alimento e alterações climáticas, e medidas de exploração sustentável: quotas de pesca, períodos de restrição de pesca.

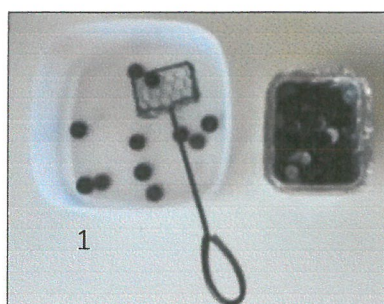
A Discussão/reflexão do vídeo partiu das questões chave: O que são as quotas de pesca, caça e outras? Por que motivo se tem que impor quotas na pesca, caça e outras atividades de exploração de recursos naturais?, e fluiu a partir das reflexões dos alunos e das questões propostas no guia de observação do vídeo (anexo 2).

A segunda sessão da intervenção pedagógica explora a atividade prática intitulada “A Pescaria”.

**Tabela 6 - Planificação da sessão 3 e 4**

Sessão	Atividade	Tempo (min)	Objetivos
<b>Sessão 3 e 4</b>	“Pescaria”	50 + 50 (5º ano)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Compreender impacto que a pesca produz nas populações naturais e suas consequências na sobrevivência das espécies a longo prazo.</li> </ul>
		60 + 60 (3º ano)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Descobrir a necessidade de estabelecer regulamentação/restrições de pesca que permitam a manutenção da população (manutenção do tamanho das populações e reprodução das espécies).</li> <li>Reconhecer e compreender os fatores que influenciam o tamanho das populações (predação (incluindo a pesca), competição, parasitismo, doenças, alterações do meio, abundância de alimento, taxa de reprodução das espécies no número de indivíduos de uma população).</li> <li>Apresentar, com justificação, e partindo do modelo explorado, e das conclusões retiradas, uma quota de pesca sustentável e rentável a longo prazo.</li> <li>Compreender que a reprodução é essencial para a manutenção da espécie.</li> <li>Desenvolver capacidades matemáticas no domínio da resolução de problemas, cálculo mental e na organização, tratamento e análise de dados.</li> <li>Extrapolar para populações reais.</li> </ul>

A elaboração desta atividade teve como base as atividades “Vamos pescar?” (Ciimar, 2012) e “de mais, depressa de mais” (VanCleave, 1997) e o modelo didático utilizado para simular a pesca (Figura 1) é baseado no modelo desenvolvido por Martins (2015).



- 1- Tina com água** – simula o oceano/mar
- 2- Rede de pesca de aquário** – simula a rede de pesca. A malha retém os botões.
- 3- Botões do mesmo tamanho** – simula os peixes (sardinha)

**Figura 1-** Descrição do modelo didático usado para simular as pescas.

A atividade consiste em pescar, com diferentes intensidades, reproduzir os peixes sobreviventes e observar a variação do tamanho da população de peixes ao longo das várias gerações e retirar conclusões (anexo 3). Os dados recolhidos, o seu tratamento e a sua análise são registados em documento próprio (anexo 4).

Nesta sessão, partindo da análise e reflexão do tratamento dos dados recolhidos nos diferentes cenários de pesca simulados, os alunos são convidados a apresentar uma quota de pesca sustentável e rentável a longo prazo; a enumerar os fatores que, além da pesca, influenciam o tamanho das populações e a explorar o efeito desses fatores no equilíbrio das populações naturais (anexo 5).

A terceira sessão da intervenção pedagógica explora o processo evolutivo da seleção natural.

**Tabela 7- Planificação da sessão 5**

Sessão	Atividade	Tempo (min)	Objetivos
Sessão 5	"Seleção Natural"	50 (5º ano)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Compreender o processo da seleção natural.</li> <li>Compreender que o processo da seleção natural tem impactos no nosso dia-a-dia</li> </ul>
		60 (3º ano)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Compreender a importância da biodiversidade intra-específica para a sobrevivência das espécies a longo termo.</li> <li>Refletir e apresentar soluções para o problema apresentados por exemplo: utilização da rede de emalhar.</li> </ul>

Nesta sessão parte-se de uma situação real (a pressão seletiva exercida pela pesca intensiva no tamanho do *Gadus morhua* (anexo 9) e utiliza-se o modelo didático das pescas baseado no modelo desenvolvido por Martins (2015).

1. - **Tina com água** – simula o oceano/mar

2- **Rede de pesca de aquário** – simula a rede de pesca seletiva. A malha retém os botões maiores e deixa passar os botões mais pequenos.

3- **Botões de tamanhos diferentes** (maiores e mais pequenos) – simula a variabilidade



**Figura 2 - Descrição do modelo didático usado para simular as pescas.**

A atividade consiste em pescar numa população com dois tamanhos de peixes diferentes (um tamanho maior, que fique retido na malha e o outro tamanho mais

pequeno que passe a malha com facilidade) e reproduzir os peixes sobreviventes, e, partindo da observação da variação das características da população de peixes ao longo das várias gerações e retirar conclusões (anexo 6).

Os dados recolhidos, o seu tratamento e a sua análise são registados numa folha de registo (anexo 7) e numa folha Excel para facilitar a visualização dos resultados e compreensão do processo.

Nesta sessão, partindo da análise e reflexão do tratamento dos dados recolhidos nos diferentes cenários de pesca simulados, os alunos têm que explicar a alteração da frequência das características das populações ao longo das gerações (os tamanhos mais pequenos sobrevivem mais e deixam mais descendentes). Após a explicação, por parte do professor, que o processo evolutivo em causa é o processo da seleção natural, são discutidos os impactos que a evolução do tamanho do bacalhau tem nas atividades económicas (diminuição da biomassa) e na diminuição da biodiversidade (e impactos ecológicos desta diminuição) (anexo 8). De seguida foram discutidas com os alunos possíveis soluções para estes problemas.

## **4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADO**

Neste ponto são apresentados os resultados os resultados obtidos no pré e pós-teste e das produções dos alunos durante a intervenção pedagógica (4.1) e discutidos os resultados obtidos.

### **4.1. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS DO PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE**

Neste ponto são apresentados e analisados os resultados obtidos através dos pré- e pós-testes.

Na questão nº 1 do questionário era solicitado aos alunos que expressassem a sua opinião em relação ao que é possível fazer para evitar a diminuição do número de indivíduos de uma dada população natural. As respostas dos alunos foram incluídas nas diferentes categorias de análise traduzidas em estratégias de gestão sustentável das populações naturais, sendo os resultados apresentados na Tabela 8.

**Tabela 8-** Percentagem de respostas dadas pelos alunos e incluídas nos critérios de avaliação definidos

Categorias	3º ano A (N=20)		3º ano B (N=17)		5º ano (N=21)	
	Pré- teste	Pós- teste	Pré- teste	Pós- teste	Pré- teste	Pós- teste
“Quotas de caça”	17	35	25	75	29	52
“Zonas de proteção”	53	47	5	20	19	48
“Proteção em cativeiro”	5	0	10	0	19	0
“Repovoamento”	0	0	0	0	5	0
“Épocas de restrição”	0	0	0	0	0	0
“Não matar”	25	0	40	0	0	0
“Proteção dos juvenis”	5	0	5	10	14	5
“Fiscalização da caça”	0	0	0	0	5	0
“Gestão do habitat”	21	12	15	10	5	10
“Promoção a reprodução”	11	24	20	20	38	43
“Controlo de predadores”	16	18	10	15	19	10
“Comércio ilegal”	0	0	0	0	0	5
“Sanidade das populações”	0	0	0	0	0	10

N= representa o número de alunos que realizaram os testes.  
Resultados são expressos em percentagem (%)

Da análise da tabela constatamos que as categorias de análise podem ser divididas em dois grandes grupos. Num grupo são incluídas as categorias que foram mais referenciadas nas respostas dos alunos tanto em pré como pós-teste e nas três turmas, a saber: “Quotas de caça”; “Zonas de proteção”; “Gestão do habitat”; “Promoção da reprodução” e “Controlo de predadores”; noutro grupo foram incluídas, as categorias que foram menos mencionadas ou apenas mencionadas num dos testes ou numa das turmas, como é o caso: “Proteção em cativeiro”; “Repovoamento”; “Não matar”; “Proteção dos juvenis”; “Fiscalização da caça”; “Comércio ilegal”; “Sanidade das populações”.

Assim, a apresentação dos resultados vai seguir estas lógicas de grupo.

Relativamente às categorias menos referidas ou não referidas de todo:

- Nenhum aluno considerou, no pré e pós teste, que “épocas de restrição de caça” fosse um critério a ter em conta para a uma boa gestão das populações naturais.
- Constatámos que nenhum aluno, no pré-teste, referiu o “comércio ilegal” e “controlo da sanidade das populações” como critérios a ter em conta para uma boa gestão das populações naturais, no entanto do pós-teste, na turma do 5º ano, 5% (1 aluno) referiu o “*comercio ilegal*” como resposta a questão proposta e 10% (2 alunos) referiram o “controlo da sanidade das populações” como importante a ter em conta para uma boa gestão das populações. São exemplos de respostas incluídas nessa categoria: “*vacinar os coelhos*”, “*cuidar deles com alimentos e medicamentos*”.
- Relativamente às categorias de análise “fiscalização da caça” e “re povoamento” apenas 1 aluno do 5º ano (5%) e no pré-teste as referiu. São exemplos de respostas incluídas nessas categorias: “*penso que os caçadores deveriam levar uma multa por caçarem a mais*” e “*...quando se reproduzirem e já tiverem filhos, são soltos no sítio...*” respetivamente.
- Apenas os alunos do 3º ano (25% - 3º ano A e 40 % no 3º ano B) e no pré-teste referiram explicitamente que para manter o número de coelhos nessa área não se devia matar os coelhos. Já no pós-teste nenhuma resposta foi incluída na categoria de “não matar”.
- Apenas no pré-teste, 5% e 10% das respostas no 3º ano A e B, respetivamente e 19% no 5º ano foram incluídas na categoria “proteger em cativeiro”. São exemplos de respostas incluídas nessa categoria: “*...podíamos fazer grades à volta dos coelhos...*”; “*criar um centro de acolhimento para coelhos bravo (...)* tinha que ser igual à natureza...”; “*construir uma gaiola gigante...*”; “*levar os coelhos para uma instituição...*”. No pós-teste nenhuma resposta foi incluída nessa categoria.

No que respeita às categorias mais referidas nas respostas dos alunos, verificamos que:

- a importância da “promoção da reprodução” como estratégia para controlar a diminuição do número de coelhos de uma determinada zona, foi a estratégia mais escolhida pelos alunos do 5º ano no pré-teste (38 %), tendo aumentado a percentagem de alunos a mencionar esta estratégia no pós-

teste para 43%. Um expressivo aumento de alunos a mencionarem esta estratégia foi também visível na turma A do terceiro ano, mas não na turma B (20%). São exemplos de respostas incluídas nesta categoria: “...para que os coelhos se possam reproduzir...”; “...para crescerem e se reproduzirem...”; “dar a oportunidade aos coelhos para se reproduzirem”; “...por uma fêmea e um macho juntos para acasalar...”; “já tivessem acasalado e já tivessem criado outros coelhos...”; “deixar que se reproduzam”; “fazer para que se reproduzam a mais...”; “sem reprodução vai diminuir a espécie”; “criar um reservatório para se reproduzirem...”; “dar tempo para se reproduzirem”.

- No 3º ano, turma A, mais de metade dos alunos referiu, no pré-teste, ser importante para uma boa gestão das populações naturais a criação de “zonas protegidas”, apesar desse valor ter diminuído para 47% no pós-teste. No entanto, na outra turma do 3º ano, apenas 5%, no pré-teste, considerou importante referir a criação de zonas de proteção como medida de gestão, tendo esse valor aumentado no pós-teste para 20%. No 5º ano verificou-se um aumento expressivo de 19% (4 alunos) para 48% (10 alunos). São exemplos de respostas incluídas nesta categoria: “...para se proteger dos caçadores, nessa zona não se devia caçar...”; “deixar os coelhos viverem longe dos caçadores...”; “devia ser proibido caçar nessa zona...”; “não autorizar os caçadores caçarem nessa zona...”.
- Na referência a “gestão do habitat” verificou-se nas duas turmas do 3º ano uma diminuição de alunos a referirem essa medida de gestão, do pré para o pós-teste (tabela 5). No 5º ano essa diminuição não se verificou, houve uma subida de 5% para 10%. As expressões usadas nas respostas para incluí-las nesta categoria incluem: “não poluir”; “alimentar e cuidar dos coelhos”; “construir tocas para se protegerem”. No caso da referência ao “controlo de predadores” verificou-se o contrário, a turma do 5º ano verificou-se uma diminuição de 19% para 10% enquanto as turmas do 3º ano subiram no número de referências do pré para o pós-teste (tabela 5). As expressões “impedir que os predadores os comam”; “proteger dos predadores” ou “impedir que os predadores os apanhem” foram as mais utilizadas pelos alunos.

- A referência a “proteção dos juvenis”, apesar de não ter sido muito utilizada, teve um comportamento diferente das outras categorias. No terceiro ano A foi referido por um aluno no pré-teste e por nenhum aluno no pós-teste; na turma no 3º ano B, aumentou a frequência relativa de 5% para 10% e no 5º ano verificou-se uma diminuição de 14 %, no pré-teste para 5% no pós-teste. São exemplos de respostas incluídas nesta categoria: “...reproduzir e proteger os filhotes...”; “...proteger os mais novos para criar outros coelhos...”; “...não caçar os pequenos porque eles tem que se reproduzir...”; “...impedir que as raposas e lincas comam os mais pequenos...”; “...ter atenção para não caçar as crias...”.
- Relativamente à categoria das “quotas de caça” verificamos ser a medida de gestão mais unanime na sua referência. Nas três turmas verificou-se um aumento na frequência de alunos que sugerem esta estratégia como forma de manter o tamanho das populações. São exemplos de respostas incluídas nesta categoria: “limitar a caça”; “caçar menos”; “caçar menos nessa zona”; “diminuir a caça”

Na questão nº 2 do questionário era solicitado aos alunos que previssem o que aconteceria à frequência de indivíduos de uma dada população natural se se verificasse uma alteração brusca e prolongada no ambiente.

**Tabela 9-** Percentagem de respostas dadas pelos alunos e incluídas nos critérios de avaliação definidos

Teste	Critérios	
	Mais apto mais frequente	Sobrevivência diferencial
Pré-teste (N=20)	25	55
Pós-teste(N=20)	43	76
Pré-teste (N=17)	65	53
Pós-teste(N=17)	59	71
Pré-teste (N=20)	25	30
Pós-teste(N=20)	50	45

**N=** representa o número de alunos que realizaram os testes.

Resultados são expressos em percentagem (%)

Da análise da tabela 9 verificamos que, na turma do 5º ano e nas turmas do 3º ano, há uma percentagem de alunos, no pré-teste e no pós-teste que prevê o aumento da

frequência da característica que torna os indivíduos mais aptos, e justifica esse aumento com a sobrevivência da característica mais apta, por exemplo:

O que achas que aconteceria à população de coelhos e porquê?

A população de coelhos <sup>vão</sup> iria diminuir. Porque a ~~constante~~ ~~subressai~~ no branco e ~~vai-se~~, logo os predadores iriam ~~chegar~~ logo para os castanhos, e se os castanhos <sup>representam</sup> ~~vão~~ a maior parte dos coelhos eles ~~iriam~~ ~~extintos~~.

O que achas que aconteceria à população de coelhos e porquê?

Que a população de coelhos ia ~~decer~~. Porque os coelhos brancos conseguiram sobreviver, porque escondiam-se dos predadores na neve, mas os coelhos castanhos não conseguiram sobreviver.

O que achas que aconteceria à população de coelhos e porquê?

Eu acho que se ia ~~ver~~ ~~mais~~ os coelhos castanho-escuro porque a neve é branca e os coelhos brancos não se iam ~~notar~~. É uma ~~boa~~ ~~forma~~ ~~de~~ ~~se~~ ~~proteger~~ ~~mas~~ ~~ia~~ ~~refazer~~ ~~com~~ coelhos brancos. Então ~~vão~~ ~~haver~~ ~~mais~~ ~~brancos~~ porque as aves ~~rapinas~~ ~~vão~~ ~~em~~ ~~coelhos~~ ~~castanhos~~ e ~~comia~~-os. ✓

O que achas que aconteceria à população de coelhos e porquê?

do final do inverno ~~vão~~ ~~haver ~~mais~~ coelhos brancos porque é mais fácil para os coelhos brancos se camuflarem entre a neve e as aves ~~de~~ ~~rapina~~ ~~vão~~ ~~os~~ ~~conseguir~~ ~~localizar~~. E os coelhos castanhos morreriam porque as aves ~~vão~~ ~~os~~ ~~localizar~~.~~

**Figura 3** Exemplos de respostas dadas por quatro alunos que se enquadram na categoria de “mais apto mais frequente” e “sobrevivência diferencial”. Estes alunos preveem que a característica que lhe confere mais aptidão para sobreviver é a mais frequente e justificam já que é a característica que melhor se adapta ao ambiente.

Nas turmas do quinto ano e do terceiro B verifica-se, do pré-teste para o pós-teste, um aumento da percentagem de alunos cujas respostas se enquadram na categoria “mais apto mais frequente” e “sobrevivência diferencial”. Na turma do terceiro ano A verifica-se uma pequena descida na frequência de alunos que preveem o aumento da frequência de indivíduos com a característica mais apta, mas aumenta a percentagem de alunos cuja resposta se enquadra na categoria a “sobrevivência diferencial”. Na figura seguinte é um exemplo de um aluno cuja resposta se inclui na categoria “sobrevivência diferencial” (não refere explicitamente o aumento do mais apto).

O que achas que aconteceria à população de coelhos e porquê?

Os coelhos brancos conseguirão camuflar-se facilmente com a neve e os coelhos não terão os predadores para os capturarem e serão facilmente apertados pelos predadores.

*Figura 4* O aluno justifica corretamente que os coelhos brancos vão se camuflar com maior facilidade e portanto não vão ser capturados pelos predadores, mas não faz referência explícita ao aumento da característica mais apta.

Numa análise geral verificou-se uma melhoria de desempenho dos alunos, após a intervenção pedagógica. As imagens seguintes mostram as respostas de dois alunos antes e depois da intervenção pedagógica.

Resposta no pré-teste:

O que achas que aconteceria à população de coelhos e porquê?

Os coelhos - brancos e castanhos ficariam  
brancos e os coelhos brancos  
manteriam a sua cor, no entanto  
iriam - se camuflar na neve.

Resposta no pós-teste:

O que achas que aconteceria à população de coelhos e porquê?

Coelhos brancos conseguiriam se camuflar  
e os coelhos castanho-escuro iriam ser  
caçados.

Resposta no pré-teste:

O que achas que aconteceria à população de coelhos e porquê?

O pelo dos coelhos ficaria todo branco, logo, a caça  
seria mais frequente, e se a mudança de clima con-  
tinuasse por muitos anos, os coelhos poderiam ser  
extinguídos.

Resposta no pós-teste:

O que achas que aconteceria à população de coelhos e porquê?

os coelhos brancos iam sobreviver em  
maior número iam se reproduzir os castanhos  
iam ser mais facilmente capturados

*Figura 5* Resposta no pré-teste – e pós-teste – 5º ano – O aluno no pré-teste responde que os coelhos vão ficar todos brancos e iam ser todos capturados até a extinção da espécie. Em pós-teste já consegue prever que iriam sobreviver mais coelhos brancos (explícito), que se iam reproduzir-se os castanhos iam ser mais capturados.

Relativamente à reprodução diferencial, apenas 19% dos alunos do 5º ano a referem nas suas respostas e apenas no pós-teste. A seguir mostram-se alguns exemplos comparativos de respostas dados pelo mesmo aluno no pré-teste e pós-teste.

Resposta no pré-teste:

O que achas que aconteceria à população de coelhos e porquê?

os brancos aumentariam porque as aves  
não os iam ver e os castanhos  
é que iam ser caçados. ~~Os brancos~~  
e iam ser mais

Resposta no pós-teste:

O que achas que aconteceria à população de coelhos e porquê?

os brancos iam aumentar porque  
as aves não os iam ver e tinham  
mais filhotes. Os castanhos iam  
ser caçados e iam diminuir

*Figura 6* Resposta no pré-teste – e pós-teste – 5º ano – O aluno no pré-teste responde que os coelhos brancos iriam aumentar e os castanhos iriam ser caçados. Em pós-teste já consegue o aumento do mais apto e é implícito que esse aumento é devido a reprodução do mais apto.

Resposta no pré-teste:

O que achas que aconteceria à população de coelhos e porquê?

Os coelhos brancos não vão ser caçados.

Resposta no pós-teste:

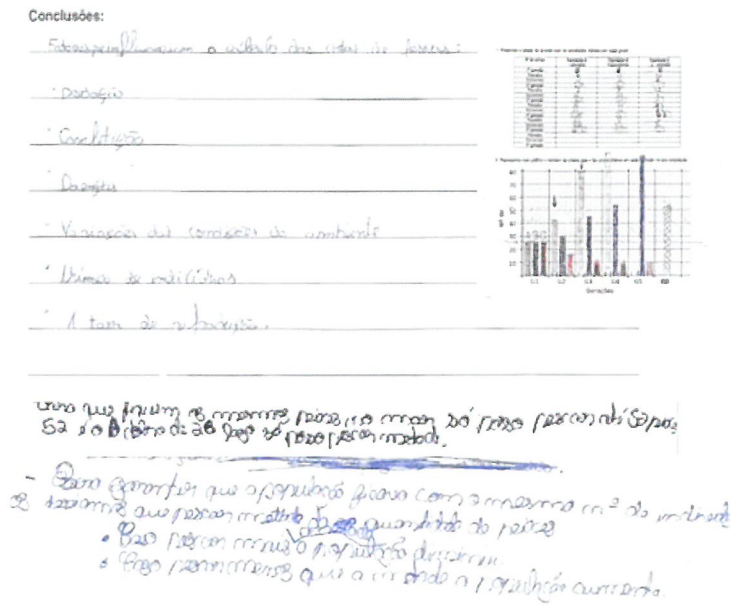
O que achas que aconteceria à população de coelhos e porquê?

Os coelhos brancos não vão ser caçados e vão se reproduzir e vão aumentar.

*Figura 7* Resposta no pré-teste – e pós-teste – 5º ano – O aluno no pré-teste responde que os coelhos brancos não vão ser caçados. Em pós-teste já consegue argumentar que os coelhos brancos, porque não vão ser caçados vão aumentar e esse aumento é devido a reprodução do mais apto.

Da intervenção pedagógica resultaram produções dos alunos que são consideradas para a avaliação deste projeto.

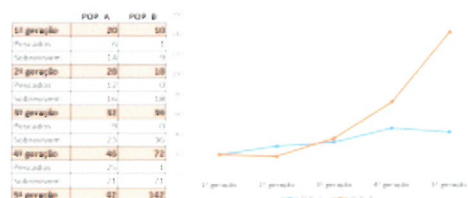
A figura seguinte mostra as conclusões obtidas por um dos grupos de trabalho após a análise dos valores obtidos a partir da atividade prática “a pescaria”:



**Figura 8** Registo das conclusões a atividade prática 1 – “A pescaria” – A partir da análise do gráfico (construído com os dados obtidos da pescaria” o alunos chega a uma previsão de quota sustentável e explica que “para garantir que a população ficava com o mesmo nº de indivíduos teria que pescar metade da quantidade de peixe (...) se pescar a mais (...) diminui se pescar menos (...) aumenta”. Também apresentam alguns fatores que que influenciam as população de peixes.

Pelos registos dos alunos é possível verificar que conseguiram prever um valor de quota de pesca que mantém estável o número de indivíduos de uma população e conseguiram, analisando o gráfico (tratamento dos valores obtido na pescaria com diferentes intensidades) e dialogando com a professor enumerar alguns fatores a ter em conta quando se define um plano de gestão de populações naturais, neste caso de recurso económicos.

A figura seguinte apresenta exemplos de respostas dadas, durante a intervenção pedagógica, a situação problema: porque está a diminuir de tamanho o bacalhau?



Na tua opinião, porque é que o bacalhau está a diminuir de tamanho?

O gráfico mostra que o bacalhau grande vai desaparecer porque o pequeno não é pescado e sobrevive para se reproduzir.

Na tua opinião, porque é que o bacalhau está a diminuir de tamanho?

Porque o bacalhau grande foi mais pescado e o menor ao não ser tão pescado foi-se reproduzindo.

**Figura 9** Exemplos de respostas dos alunos a situação proposta na atividade 2- “Seleção Natural”. Pela análise do gráfico (construído a partir dos valores obtidos após a pesca) os alunos explicaram o motivo que está a provocar a alteração do tamanho do bacalhau evidenciando a importância da reprodução no processo da seleção natural.

Outra situação importante a referir como evolução positiva foi a melhoria nos argumentos utilizados, pelos alunos, para justificarem as suas respostas. As imagens seguintes mostram alguns exemplos:

## Pré-teste

O que achas que se pode fazer para manter o número de coelhos nesta área?

Eu acho que podemos fazer a espécie e caçar menos coelhos brancos e dar-lhes um tempo para se reproduzirem.

## Pós-teste

O que achas que se pode fazer para manter o número de coelhos nesta área?

Eu acho que devemos deixar-lhes - os reproduzirem - se mais e os caçadores devem ter um limite de caça.

Figura 10 Resposta dada por um aluno do 3º ano à questão número um no pré e pós-teste. No pré-teste o aluno refere “caçar menos”, no pós-teste já argumenta “limite de caça” revelando uma compreensão do conceito de quotas

## Pré-teste

O que achas que se pode fazer para manter o número de coelhos nesta área?

Limitar a caça dos ~~coelhos~~ coelhos-brancos e pôr uma fêmea e um macho juntos para acasarem.

## Pós-teste

O que achas que se pode fazer para manter o número de coelhos nesta área?

Controlar a caça, sobrar os coelhos em zonas protegidas para se reproduzirem, caçar no metade, nas matas.

Figura 11 Resposta dada por um aluno do 5º ano à questão um no pré e pós-teste. O discurso do aluno melhorou em vários aspetos: no pós-teste referiu maior número de estratégias de gestão e refere um número limite de caça (metade dos indivíduos – valor de quota), embora este limite não se reporte ao potencial reprodutivo da espécie explicitado na questão formulada.

## 4.2. DISCUSSÃO

Os dados revelam que as intervenções desenvolvidas desencadearam algumas mudanças conceptuais tendo, portanto, atingido alguns dos objetivos delineados.

Relativamente à questão 1 do teste (pré e pós) os alunos teriam que enumerar algumas estratégias de gestão sustentável das populações naturais. Da análise dos dados verificamos que referiram, nas suas respostas, 13 estratégias de gestão, o que mostra que os alunos revelam sensibilidade relativamente a uma gestão sustentável das populações naturais.

A 1ª intervenção pedagógica abordou a problemática da sustentabilidade das pescas. As atividades foram planificadas e desenvolvidas no sentido de promover, no aluno, aprendizagens que se traduzissem num melhor conhecimento da dinâmica das populações naturais e da importância do seu conhecimento para uma gestão sustentável dos recursos. Foram exploradas com os alunos, de forma mais intensiva, as quotas de pesca, embora se tivesse abordado e referido outras medidas de gestão das populações de peixes, tais como, a proibição das pescas em determinadas zonas e épocas do ano, a proteção dos juvenis, a malha das redes e o estudo da sanidade das populações. Foi também salientada a importância da reprodução como fator essencial para a manutenção do número de indivíduos de uma população.

Da análise comparativa das percentagens de respostas dadas do pré-teste para o pós-teste, verificamos uma evolução positiva nas categorias “quotas de caça”, “zonas de proteção” e na “promoção da reprodução”. Acreditamos que tal se deve às atividades práticas desenvolvidas em sala de aula. No entanto, e relativamente às categorias “épocas de restrição” e “proteção dos juvenis”, medidas que foram abordadas e trabalhadas na atividade prática, não se verificou mobilização de aprendizagens.

Os registos dos alunos realizados (tanto na apresentação de resultados, como na análise desses resultados) sugerem que a sequência didática implementada conduziu a aprendizagens significativas por parte dos alunos. De facto, verificamos que alguns alunos foram capazes de aplicar os conceitos abordados (por ex. quotas de pesca e a importância da reprodução para a sobrevivência da espécie) em contextos diferentes dos abordados em sala de aula (passando de um recurso piscícola para um recurso

cinético). Assim, a estratégia adotada para desenvolver conceitos de sustentabilidade foi adequada. Efetivamente partimos de uma situação real (a problemática da pesca da sardinha), utilizamos um objeto de estudo conhecido dos alunos (sardinha) e propusemos um desafio motivador.

Apesar dos pontos de evolução positiva apresentados, da análise comparativa entre pré e pós-teste também verificamos ténues alterações não suscetíveis de uma avaliação positiva, por exemplo:

- A medida de gestão “repovoamento”, “proteção dos juvenis”, “fiscalização da caça”; “comércio ilegal” e “controlo da sanidade das populações” foram referenciadas por poucos alunos e em alguns casos foram referenciadas no pré-teste e não no pós-teste.
- O aumento do número de alunos (do pré para o pós-teste) que referem como medida de gestão o controlo de predadores, e o reduzido número de alunos que referem a importância da proteção do habitat como medidas de gestão, não é um resultado desejável e carece de uma análise mais cuidada podendo ser trabalhado em futuras investigações. A intervenção pedagógica incidiu na abordagem das quotas de pesca, épocas de paragem, como duas medidas a ser implementadas para uma boa gestão dos recursos marinhos. As outras medidas de gestão não foram trabalhadas. Assim, os resultados obtidos sugerem que em próximos trabalhos se deverá dar maior enfoque aos impactos dessas medidas de gestão apontando de forma clara para pontos positivos e negativos.
- Alguns alunos mantiveram o mesmo discurso no pré e no pós-teste, não revelando a incorporação de novas aprendizagens.

Relativamente a questão 2, os alunos tinham que prever o que poderia acontecer a uma população de coelhos após uma alteração do seu ambiente natural e justificar as suas ideias. A partir da análise das respostas, tendo como base os critérios de avaliação previamente definidos, avaliamos se os alunos dominam ou não os conceitos que envolvem a compreensão do processo da seleção natural. Posto isto, da análise comparativa dos valores obtidos do pré-teste para o pós-teste podemos concluir que um número considerável de alunos foi capaz de prever o aumento da frequência da

característica que torna os indivíduos mais aptos e de justificar esse aumento com a sobrevivência diferencial desses indivíduos. No entanto, apenas 2 alunos justificaram a sua previsão com a reprodução diferencial dos indivíduos mais aptos.

Outro resultado que importa analisar é que embora muitos alunos não tivessem previsto de forma explícita o aumento da frequência do mais apto (e portanto não foi enquadrado nessa categoria), o fizeram de forma implícita, quando explicaram que os indivíduos tem diferentes probabilidades de sobreviver de acordo com as suas características (ver figura 2).

Os dados revelam que a estratégia adotada para desenvolver este tema foi adequada, já que resultou em aprendizagens importantes por parte dos alunos. Com efeito, na 2ª intervenção pedagógica partimos de uma situação real (diminuição do tamanho de uma espécie provocada pela pesca seletiva), utilizamos um objeto de estudo conhecido pelos alunos (bacalhau) e propusemos um desafio aos alunos (vamos ajudar os cientistas a descobrir porque motivo o bacalhau está a diminuir de tamanho?).

O presente trabalho apresenta duas dimensões diferentes: por um lado temos pretendemos avaliação a sequência didática e o seu impacto nos alunos, ou seja o que correu menos bem ou bem e que se pode fazer para melhorar o desempenho dos alunos. Por outro lado, pretendemos avaliar do projeto, no sentido de melhorar a validade e fiabilidade do estudo de forma a aumentar a confiança dos dados recolhidos. Assim e relativamente a avaliação da sequência didática:

- sentimos a necessidade de ter mais momentos de avaliação que permitissem recolher outros dados para testar a nossa perceção: de que as atividades propostas neste projeto têm um potencial enorme para trabalhar diversos aspetos que envolvem o desenvolvimento da consciência ecológica dos alunos. A diversidade de instrumentos e métodos de avaliação permitir-nos-ia ter uma perceção mais abrangente dos conhecimentos, atitudes e competências desenvolvidas pelos alunos.

- achamos que teria sido também importante ter havido uma sessão final de consolidação de conhecimentos, por exemplo, e relativamente a questão número dois, podíamos apresentar aos alunos diferentes situações reais em que está a acontecer ou aconteceu um processo de seleção natural e solicitar que prevejam o que irá acontecer ao longo dos tempos ou então o que já aconteceu e que provocou a alteração da

frequência de uma dada característica ou até extinção da espécie. O recurso a estas atividades poderão ser justificadas uma vez que, nesta faixa etária, em que os alunos se distraem com facilidade com atividades práticas que fogem a rotina normal da sala de aula e também porque são influenciados por diversos fatores externos à aula.

Contudo, e com base nestes quase vinte anos de experiência profissional, é nossa percepção que o desenho didático aqui apresentado proporciona para exploração de temas que envolvam a educação para o desenvolvimento sustentável (como é o caso da gestão racional dos recursos marítimos) e também para estabelecer as relações com o conceito da evolução das espécies, pouco ou nada explorado nestas faixas etárias e essencial para a literacia científica. Além disso, este desenho didático apresenta atividades planificadas com orientação CTSA, com carácter lúdico e manipulatório que atrai os alunos para a sua exploração, o que facilita o processo de ensino e de aprendizagem.

O presente estudo focou-se essencialmente nos impactos das ações humanas nos ecossistemas aquáticos. Não obstante, a sua base de formação poderá ser o ponto de partida para a exploração de outros ecossistemas, alargando o espectro do estudo e ajudando a retirar elações mais minuciosas e conclusivas, como foi nossa intenção ao propor a situação da gestão da população de coelhos.

Relativamente à avaliação do estudo de investigação:

- as respostas à questão um revelaram um carácter muito subjetivo, nem sempre sendo fácil de as classificar. Assim, para aumentar a confiança nos dados recolhidos teria sido benéfico para a avaliação, a realização de entrevistas com os alunos no sentido de permitir aferir o que realmente queriam dizer no seu registo escrito. Este aspeto foi mais notório no 3º ano do que no 5º ano, o que é perfeitamente justificável, já que os alunos do 3º ano ainda não tem tanta desenvoltura na escrita e no poder de argumentação como no 5º ano;

- as categorias, construídas a partir do cruzamento entre os conceitos teóricos e as respostas dadas pelos alunos, carecem de uma maior afinação para tornar a classificação das respostas mais objetiva e analisar a validade deste instrumento de avaliação.

- seria importante afinar as técnicas, métodos e instrumentos de avaliação no sentido de ter uma melhor percepção das aprendizagens dos alunos.

- os instrumentos de recolha de dados que não devia estar limitado às produções escritas dos alunos. Assim, o investigador - professor crê que a análise de outros elementos enriqueceria o estudo e poderia tornar as suas conclusões mais claras relativamente a alguns itens, nomeadamente no que concerne à aplicação e compreensão dos diversos fatores que intervêm na gestão sustentável dos recursos naturais. Segundo Yin (1994), o recurso a vários métodos de recolha de dados, num estudo de caso, é a opção mais correta, já que permite obter um maior número de dados e realizar uma associação melhor dos tópicos em estudo. Esta triangulação de resultados parece-nos que poderia ser particularmente interessante em alunos destas faixas etárias, que revelam ainda algumas dificuldades em expressar por escrito raciocínios e reflexões. Por exemplo, a inexistência de gravações áudio dos momentos de reflexão que existiram entre os alunos e o professor, durante o desenvolvimento das atividades prática e diários de aula, impediram-nos de registar os momentos-chave da aula.

Todavia importa referir outras considerações que emergiram da reflexão deste processo e que contribuíram:

- positivamente para a promoção da literacia científica dos alunos, uma vez que, um número alunos foi capaz de mobilizar aprendizagens e extrapolar para contextos distintos do explorado nas aulas, sugerindo várias medidas de boas práticas de gestão dos recursos naturais;
- para o desenvolvimento do espírito crítico perante assuntos da atualidade, já que se verificou, em alguns alunos, um aumento da seleção de medidas de gestão racional de recursos do pré para o pós-teste;
- para promover a capacidade de resolução de problemas e de tomada de decisões, uma vez que os testes (pré e pós) utilizados na avaliação consistiam em duas situações problemáticas a que o aluno tinha que dar solução. Entre o pré e pós teste verificou-se, no geral, uma melhoria na forma como foram abordadas e respondidas as situações problemática propostas;
- Para adquirir alguns hábitos de trabalho (descobrir coisas; testar ideias; aplicar ideias de uma situação para resolver problemas noutras situações; encontrar uma solução prática para um problema; comunicar ideias), como foi perceptível ao longo da intervenção pedagógica;

Para o professor-investigador: ficamos com a percepção sobre a importância de trazer, para a sala de aula, temas atuais, pertinentes, discutidos nos meios de comunicação e por conseguinte no seio familiar, com impactos na sociedade e no ambiente. Foi interessante verificar que os alunos foram revelando, progressivamente, ao longo das atividades maior domínio em opinar sobre a problemática em estudo, sendo possível afirmar que as atividades desta índole, CTSA, estimularam o uso da capacidade de resolução de problemas e tomada de decisões, contribuindo deste modo para a promoção da literacia científica. Apesar os parametros referenciados, não foram objeto de avaliação sendo apenas esta constatação fruto da experiência profissional e da reflexão surgida, após a leitura das publicações sobre o tema em estudo, parece importante sugerir, que esta sequência didática poderá aumentar o seu potencial educativo se for transformada numa prática de aprendizagem por projeto, permitindo desta forma trabalhar algumas das competências do século XXI (*Partnership for 21st century skills, 2015*) como pensamento criativo e crítico, resolução de problemas e empreendedorismo, capacidade de trabalho em equipa e de liderança, capacidade de identificar e avaliar fontes de informação. Esta abordagem permitiria trabalhar e desenvolver a literacia científica, tecnológica e de comunicação, explorando a temática da tecnologia da abordagem CTSA, que foi pouco desenvolvida na sequência didática aqui descrita. Esta alteração permitiria ainda explorar por exemplo os impactos dos desenvolvimentos tecnológicos na eficiência de pesca e no equilíbrio das populações naturais, tema que permite fomentar discussões e debates interessantes sobre as potencialidades e impactos dos desenvolvimentos tecnológicos.

## 5. CONCLUSÕES

Este projeto desenvolveu-se com o intuito de dar resposta as três questões-problema formuladas.

No que respeita à primeira questão: “Serão as quotas de pesca um bom contexto para desenvolver nos alunos o reconhecimento da necessidade e importância da implementação de práticas sustentáveis de exploração de recursos naturais?”

Como já foi referido, apesar das limitações deste estudo, consideramos que os dados recolhidos foram suficientes para avaliar a pertinência do tema, sugerindo que as quotas de pesca são um excelente contexto de abordagem de problemas ecológicos, fornecendo adicionalmente pistas para melhorar a sua implementação.

Relativamente à segunda questão: “Serão os alunos do primeiro e segundo ciclos capazes de compreender e aplicar princípios evolutivos para prever cenários biológicos futuros?”

Os dados de que dispomos sugerem que, a aplicação da sequência didática, contribuiu para que os alunos destes dois níveis de ensino fossem capazes de prever o aumento da frequência de uma característica que conferisse aos indivíduos maior capacidade de sobrevivência, num determinado meio e de a justificar com base na sobrevivência diferencial destes indivíduos. No entanto, a maioria dos alunos não mencionam a reprodução diferencial dos indivíduos, que é uma peça fundamental para a compreensão da evolução.

No que diz respeito à terceira questão-problema: “Que desafios profissionais emergem da aplicação de uma abordagem C.T.S.A que explore conceitos ecológicos e a evolução das espécies?”

Em termos globais podemos afirmar que o projeto de cariz CTSA desenvolvido contribuiu para a reflexão da professora-investigadora sobre as suas próprias práticas numa tentativa de renovação das mesmas. De facto, construir uma sequência didática que promova nos alunos, a literacia científica, no âmbito de problemas atuais e de

incentivar os alunos a refletirem sobre eles e a contribuir para solução, foi um desafio que permitiu à professora-investigadora um maior aprofundamento e atualização dos fundamentos teóricos da educação e pesquisa sobre diferentes práticas educativas.. Assim, a professora-investigadora, no papel de professora de Ciências Naturais, considerou de extrema importância ter desenvolvido este projeto pensado sobre a orientação CTSA, já que perante os resultados obtido fez que refletisse sobre a importância de trazer para a sua prática letiva mais situações que desenvolvam o espírito crítico, a resolução de problemas e a reflexão sobre o mundo atual, como por exemplo: incentivar os alunos a serem mais críticos em relação a notícias.

Permitiu reconhecer a importância da interdisciplinaridade e desenvolver estratégias para fazer a ponte de ligação entre várias disciplinas, como o caso das ciências e da matemática, tornando, esta ultima, de cariz mais abstrato, mais concreta, motivando a aprendizagem.

Planificou temas curriculares, propostos nos programas e nas metas, de uma forma inovadora e motivadora para os alunos e atingir os objetivos curriculares propostos desenvolvendo simultaneamente competências procedimentais e atitudinais.

Compreendeu a importância de ensinar ciências de uma perspectiva evolutiva, reconhecendo que este tema pode ser trabalhado em idades mais precoces (lembrar que é iniciada a sua abordagem no 8º ano e o processo de seleção natural apenas explicitamente abordado no 11º ano), relacionando-o com observações do dia-a-dia e mostrando a sua importância para promoção de desenvolvimento sustentável.

Para futuras investigações sugerimos que para o desenvolvimento de uma prática profissional de construção ativa, reflexiva e metacognitiva onde são necessário a mobilização de várias competências que não são utilizadas no dia a dia na sala de aula, seria interessante dar continuidade a este estudo utilizando a Metodologia de Projeto, e trabalhando a interdisciplinaridade como por exemplo com a matemática.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Afonso, N. (2005). *Investigação naturalista em educação: Um guia prático e crítico*. Porto: Edições ASA

Almeida, L. & Freire, T. (2000). *Metodologia da investigação em psicologia e educação*. Braga: Psiquilíbrio

Ban Ki-moon, (2009). Mensaje del Secretario General con motivo del Día Internacional de la Diversidad Biológica  
<http://www.un.org/es/sg/messages/2009/biodiversity2009.html>

Bardin, L. (1977). *Análise de conteúdo*. Coimbra: Edições 70, Lda.

Bell, J. (1997). *Como realizar um Projecto de Investigação*. Lisboa: Gradiva

Bogdan, R. & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação*. Porto: Porto Editora

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*. Lisboa: Ministério da Educação e Ciência. Direcção Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular

Campos, R. & Sá-Pinto, A. (2013). *Early evolution of evolutionary thinking: teaching biological education in elementary schools, Evolution: Education and Outreach*, 6:25.  
<http://dx.doi.org/10.1186/1936-6434-6-25>

Cachapuz, A.F; Praia, J.F; Jorge, M.P. (2000). Reflexão em torno de perspectivas de ensino das ciências: contributos para uma nova orientação curricular – Ensino por Pesquisa. *Revista de Educação*, 9 (1)1, pp. 69-78.

Chagas, I. (2000). Literacia científica. O grande desafio para a escola. In *Actas do 1º encontro nacional de investigação e formação, globalização e desenvolvimento profissional do professor*. Escola Superior de Educação de Lisboa. <http://www.eselx.ipl.pt/encontro/Actas/textos>, p.136-146.

Cavadas, B, Linhares, E, Pires, F, Blindorro, J, Gomes, M, Clemente, R *et al.* As concepções dos alunos do 1.º Ciclo do Ensino Básico sobre a origem das espécies. Congress of the european society for evolutionary biology Santarém: Escola Superior de Educação de Santarém

CIIMAR (2012). CIIMAR na Escola. Disponível em [http://www.ciimar.up.pt/oCIIMARnaEscola/\(28/09/2016\)](http://www.ciimar.up.pt/oCIIMARnaEscola/(28/09/2016))

Conover, D.; Munch, S. Sustaining fisheries yields over evolutionary timescales. *Science*, v.297, p. 94-96, 2002.

Costa, C; M, I. (2016). Educação em Ciências no Primeiro Ciclo do Ensino Básico para Desenvolvimento Sustentável. *Indagatio Didactica*, vol. 8(1). Aveiro: Universidade de Aveiro.

Coutinho, C. P., Sousa, A., Dias, A., Bessa, F., Ferreira, M. J., & Vieira, S. (2009). *Investigação-acção: metodologia preferencial nas práticas educativas*. *Revista Psicologia, Educação e Cultura*, 13:2, pp. 355- 379.

DNUEDS (2006). *Década das Nações Unidas da Educação para o Desenvolvimento Sustentável. Contributos para a sua Dinamização em Portugal*. Lisboa: Comissão Nacional da UNESCO. Acedido a 5 de abril de 2016 em: <https://www.unescoportugal.mne.pt/pt/temas/um-planeta-um-oceano/educacao-para-o-desenvolvimento-sustentavel> DOI: 10.17979/reipe.2015.0.06.354

Ferreira, M. J & Campos, Pedro. Dossiês Didáticos: XI – O Inquérito Estatístico uma introdução à elaboração de questionários, amostragem, organização e apresentação dos resultados. ALEA. Disponível em [www.http://alea-estp.ine.pt](http://alea-estp.ine.pt)

Freixo, M. (2009). *Metodologia científica – Fundamentos, métodos e técnicas*. Lisboa, Instituto Piaget

Galvão, C., Reis, P., Freire, A. M., & Oliveira, T. (2006). *Avaliação de competências em ciências*. Porto: ASA Editores.

Galvão, C. e Reis, P. (2008). *Ensinar Ciências Aprender Ciências- PARSEL* Porto Editora: Porto

Galvão, C. e Reis, P. Freire, S, Faria, C (2011). A promoção do interesse e da relevância do ensino da ciência através da discussão de controvérsias sociocientíficas. In R. M.

Hill, M. & Hill, A. (2002). *Investigação por questionário*. Lisboa: Edições Sílabo

Instituto Português do mar e da atmosfera (2014). <https://www.ipma.pt/pt/>

Lessard-Hérbert, M., Goyette, G., & Boutin, G. (1990). *Investigação qualitativa: fundamentos e práticas*; trad. Maria João Reis—Lisboa: Instituto Piaget

Marôco, J.; Lourenço, M., Gonçalves, C. (2015) TIMSS 2015 Portugal. IAVE

Martins, A. Caamaño, A. Vilches & M. J. Martín-Díaz (Coord.), *Ciência-tecnologia-sociedade no ensino das ciências: Educação científica e desenvolvimento sustentável* (pp. 131-135). Aveiro: Universidade de Aveiro disponível em: <http://hdl.handle.net/10451/4714>

Martins, A. P. (2015). (Sobre) vivendo: contributo do estudo da evolução biológica para o desenvolvimento da responsabilidade ecológica nos alunos. Projeto de Conceção, Desenvolvimento e Avaliação. Escola Superior Educação: Porto

Martins, I. P. (2012). Literacia Científica e CTS VII Seminario Ibérico/III Seminario Iberoamericano CTS en la enseñanza de las Ciencias. Disponível em [http://blogs.ua.pt/isabelpmartins/bibliografia/AtasInt\\_48\\_Textos\\_CTS-mesas\\_pp24-28.pdf](http://blogs.ua.pt/isabelpmartins/bibliografia/AtasInt_48_Textos_CTS-mesas_pp24-28.pdf) (28/09/2016)

Martins, I. P., Veiga, L., Teixeira, F., Tenreiro-Vieira, C., Vieira, R. M., Rodrigues, A., *et al.* (2006). *Explorando objectos. Flutuação em líquidos. Guião Didáctico para Professores*. Vol. 1. Coleção Ensino Experimental das Ciências. Lisboa: Ministério da Educação, DGIDC.

ME (1991). Organização Curricular e Programas – 2.º Ciclo do Ensino Básico. Lisboa: DEB.

ME (2004). Organização Curricular e Programas – 1.º Ciclo do Ensino Básico (4.ª ed.). Lisboa: DEB.

Moyle, p (1992) Loss of biodiversity in aquatic ecosystems: evidence from fish faunas. in: fielder, p.l., jain, s.k. (eds.). conservation biology: the theory and practice of nature conservation, preservation, and management, New York: chapman and hall. abstract. [http://link.springer.com/chapter/10.1007%2f978-1-4684-6426-9\\_6](http://link.springer.com/chapter/10.1007%2f978-1-4684-6426-9_6)

National Research Council (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education Standards. Board on Science Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academies Press.

OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (2003). The PISA Assessment Framework – Mathematics, Reading, Science and problem solving knowledge and skills. OCDE. Disponível em <http://www.oecd.org/dataoecd/46/14/33694881.pdf> (28/09/2016)

Olsen, E., Lilly, M. Heino, M, Morgan, J. (2005) Bratney, and U.Dieckmann. Assessing changes in age and size at maturity in collapsing populations of Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 62:811–823.

Partnership for the 21st century skills (2007). *The Intellectual and Policy Foundations of the 21st Century Skills Framework*. Retrieved from [http://www.p21.org/storage/documents/docs/Intellectual\\_and\\_Policy\\_Foundations.pdf](http://www.p21.org/storage/documents/docs/Intellectual_and_Policy_Foundations.pdf) [2 November, 2016].

Ponte, J. P. (2006). *Estudos de caso em educação matemática*. Revisto in Ponte, J. P. (1994). O estudo de caso na investigação em educação matemática. *Quadrante*, 3(1), 3-18.

Projeto de Extensão da Plataforma Continental (- <https://www.emepc.pt/pt/>)

Reis (2006) Reis, P. (2006). Ciência e Educação: Que relação? *Interações*, 3, 160-187. <http://revistas.rcaap.pt/interaccoes/article/viewFile/314/269>

Ribeiro, s. (2014). Contributo de uma abordagem ctsa para a aprendizagem do tema “atmosfera da terra”. Tese de mestrado. Lisboa: universidade de lisboa

Rios, E. ; Solbes, J. (2007). Las relaciones CTSA en la enseñanza de la tecnología y de las ciencias: una propuesta con resultados. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6 (1), pp 32-55. Disponível em <http://reec.uvigo.es/> (28/09/2016)

Santos, R (2008). Simulação dos efeitos da pesca seletiva sobre as características do crescimento do surubim. Dissertação de mestrado. Lavras: Universidade Federal de Lavras

Sá-Pinto, X., Ponce, R., Fonseca, M., Oliveira, P., Campos, R. (2014). *Evolução biológica no dia a dia das escolas*. *Revista de Ciência Elementar*, 2 (3) pp 81

Scheid, J. (2016). Os desafios da docência em ciências naturais no século XXI. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 19(2), 127-137

Solves, J. e Vilches, A. (1995). El profesorado y las actividades CTS. *Alambique*, 3, 30-38.

Sousa, A. B. (2005). *Investigação em Educação*. Lisboa: Livros Horizonte

Swain, D (2010) Life-history evolution and elevated natural mortality in a population of Atlantic cod (*Gadus morhua*)

Vale, I., (2004) *Algumas notas sobre Investigação Qualitativa em Educação Matemática, O Estudo de Caso*. *Revista da Escola Superior de Educação*, vol.5. Escola Superior de Educação de Viana do Castelo, 171-202

VanCleave, J. V. (1997). *Ecologia para jovens*. Lisboa: Publicações Dom Quixote

Vázquez-Bem. L (2015) La evolución biológica en la educación primaria española, un contenido pendiente. *Revista de estudios e investigación en psicología y educación*, nº 6.

Vieira, N. (2007). Literacia Científica e Educação de Ciências. Dois objetivos para a mesma aula. *Revista Lusófona de Educação*, 10. Disponível em <http://revistas.ulusofona.pt/index.php/rleducacao/article/view/636/531> (28/09/2016

Vieira, R. (2008). Ciência-tecnologia-sociedade no ensino das ciências educação científica e desenvolvimento sustentável. V Seminário Ibérico / I Seminário Iberoamericano V Seminario Ibérico / I Seminario Iberoamericano. Aveiro: Universidade de Aveiro.

Vieira, R. M. e Tenreiro-Vieira, C. (2013). Educação em Ciências focada no Pensamento crítico em direção à literacia científica. In P. Membiela, N. Casado, e M. Cebreiros (Eds.), *Retos y perspectivas en la enseñanza de las ciencias* (pp. 75-79). Ourense: Educación

Wagler, R (2012) .Assessing “The Framework” for Kindergarten Through Fifth Grade Biological Evolution Ron Evo Edu Outreach 5:274–27 DOI 10.1007/s12052-012-0390-5

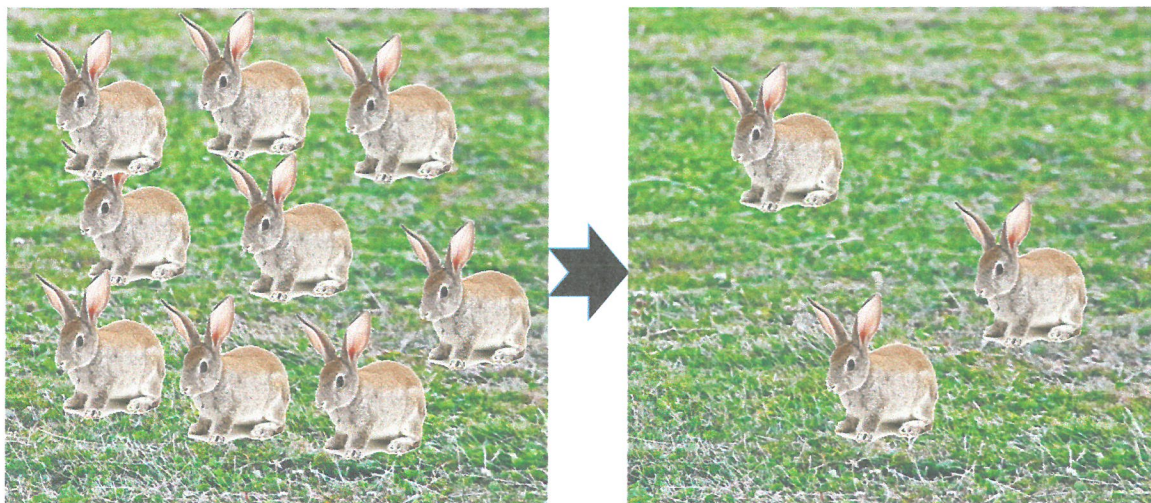
Wagner, A; Hilsdorf, S; Resende, E; Marques, D, (2006). Genética e Conservação de Estoques Pesqueiros de Águas Continentais no Brasil: Situação Atual e Perspectivas. Corumbá: Brasil

## Anexos

## Anexo 1 – Pré-teste e pós-teste

1. Na imagem está representada uma zona onde existem coelhos-bravos. O coelho bravo é um herbívoro caçado em Portugal, que serve de alimento a várias espécies, entre as quais, algumas aves de rapina, raposas e lincos.

Embora cada casal de coelhos possa ter 25 filhotes por ano, tem-se observado uma grande diminuição do número de coelhos nesta zona do país.



Antes

Atualmente

**O que achas que se pode fazer para manter o número de coelhos nesta área?**

---

---

---

---

---

---

2. Entre os coelhos selvagens existem diferenças em relação à cor do pelo que passam de pais para filhos. A maioria dos coelhos selvagens tem pelo castanho-escuro, mas por vezes nascem uns com pelo branco (figura 1) que são mais facilmente caçados por aves de rapina (figura 2).



Fig



Fig

Imagina que acontecia uma brusca mudança de clima com invernos mais rigorosos que cobriam a pradaria de neve.

**O que achas que aconteceria à população de coelhos e porquê?**

---

---

---

---

---

---

---

---

## Anexo 2 – Guia de exploração do vídeo

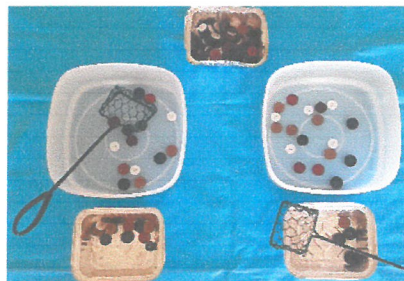
1. O que é que tem acontecido nos últimos anos ao número de sardinhas?
2. Segundo a opinião dos cientistas, quais poderão ter sido as causas do fenómeno observado?
3. Portanto, os cientistas atribuem como causas da diminuição do número de sardinhas, a predação, competição e aumento da temperatura das águas.
4. Além das referidas, que outras causas poderão estar na origem do fenómeno observado?
5. Que condições que foram impostas aos pescadores de sardinhas?
6. Portanto, para combater a diminuição do número de sardinhas são atribuídas, ao setor da pesca, quotas de pesca de sardinha. O que tem acontecido nos últimos anos às quotas de sardinha?
7. Então, as quotas tem diminuído nos últimos anos.
8. Os pescadores estão contentes com essa diminuição?
9. O que pretendem os pescadores? E Como respondem os cientistas a vontade dos pescadores?
10. O que é que aconteceu ao preço da sardinha?
11. Sobre a problemática das quotas da sardinha, o vídeo apresenta a opinião dos cientistas, dos pescadores e dos vendedores/consumidores de sardinha. Qual é a tua opinião sobre estes diferentes pontos de vista.

## Anexo 3 – Protocolo da atividade prática 1 “A Pescaria”

### PROTOCOLO DA ATIVIDADE PRÁTICA 1 – “A PESCARIA”

#### Material:

- Suportes (simulam o mar/oceano)
- Botões do mesmo tamanho (simulam as populações de peixe)
- Rede de aquário pequena (simula a rede de pesca; o tamanho da malha deve permitir reter os botões)
- Folha de registo
- Computador e projetor multimédia ou quadro interativo; colunas.



#### Procedimento:

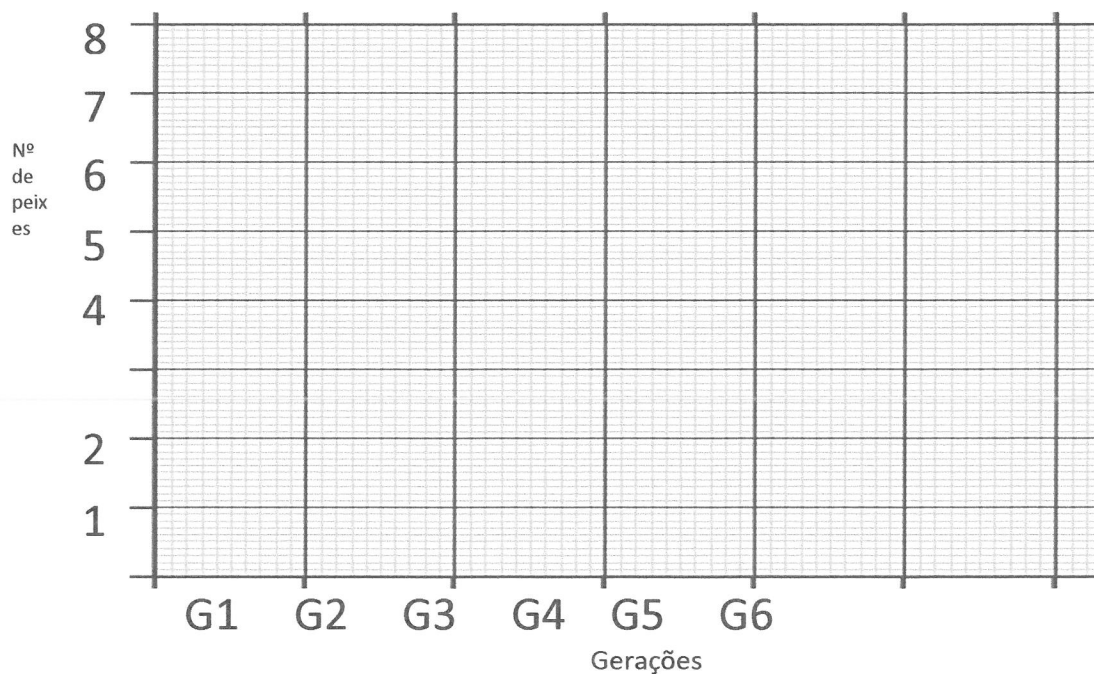
1. Dividir os alunos em 3 grupos de trabalho, cada grupo vai representar uma população de peixes e a cada uma das populações vai ser aplicada uma intensidade de pesca diferente:
  - **Na população A.** Por cada geração, pesca um aluno (representa a pesca menos intensiva)
  - **Na população B.** Por cada geração, pescam dois alunos (representa pesca mais intensiva que a anterior)
  - **Na população C.** Por cada geração, pescam cinco alunos (representa uma pesca muito intensiva)
2. Registo dos valores, por cada geração (pop A pesca 1 aluno, registam-se os valores; pop. B pescam 2 alunos, registam-se os valores e pop. C pesca 5 alunos e registam-se os valores):
  - **Pescados** (são os indivíduos que são retirados do aquário por cada pesca)
  - **Sobrevivem** (são os indivíduos que resultam da diferença entre o número de indivíduos da geração e os indivíduos que são pescados. São os que se reproduzem, formando a próxima geração e morrem).
  - **Geração** – nº de indivíduos que resultam da reprodução dos sobreviventes e portanto são os que estão disponíveis para serem pescados. São calculados da seguinte forma:
    - ✓ Parte-se do princípio que os sobreviventes são metade das fêmeas e metade machos (se for número ímpar atribui-se mais uma fêmea).
    - ✓ Cada fêmea põe 4 ovos, que são fertilizados pelos machos, e eclodem todos.
    - ✓ Repetir os ciclos de pesca e reprodução descritos algumas gerações (5 por exemplo) até serem visíveis padrões de aumento ou decréscimo populacional.
3. Construção do gráfico
4. Observação e reflexão sobre os resultados obtidos
5. Discussão dos resultados obtidos
6. Registo das conclusões

#### Anexo 4 – Folha de registo da atividade prática 1 “A Pescaria”

1- Preenche a tabela de acordo com os resultados obtidos por cada grupo

Nº de peixes	<u>População A</u> 1 pescador	<u>População B</u> 3 pescadores	<u>População C</u> ____ pescado
<b>1ª geração</b>	<u>25</u>	<u>25</u>	<u>25</u>
Pescados			
Sobrevivem			
<b>2ª geração</b>			
Pescados			
Sobrevivem			
<b>3ª geração</b>			
Pescados			
Sobrevivem			
<b>4ª geração</b>			
Pescados			
Sobrevivem			
<b>5ª geração</b>			
Pescados			
Sobrevivem			
<b>6ª geração</b>			

2- Representa num gráfico o número de peixes que o teu grupo obteve em cada geração na sua população.



**Conclusões:**

---

## Anexo 5 – Guia de exploração da atividade prática 1 “A Pescaria”

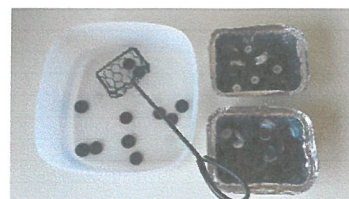
1. Como varia o número de indivíduos da população com o aumento da intensidade das pescas?
2. Analisando apenas os que sobrevivem, o seu  $n^{\circ}$  de que depende?
3. Será apenas a intensidade das pescas que vai influenciar o  $n^{\circ}$  de sobreviventes de uma população. Se não existisse a pesca o  $n^{\circ}$  de indivíduos de um população cresce e nada o afeta?
4. Então podemos afirmar que sem reprodução uma dada população deixava de existir). Então o que prevêem que vai acontecer no tempo com a pop.C?
5. Então, analisando os gráficos, qual é a quantidade de peixe que eu posso pescar para que se mantenha constante o  $n^{\circ}$  de indivíduos de uma população e assim evite colocar em risco essa população, ou seja assegurar a sustentabilidade desse recurso.
6. O que acontece se eu pescar mais e se eu pescar menos que a taxa de reprodução?
7. O tamanho das populações deve manter-se mais ou menos constante, ao longo do tempo, em ecossistemas em equilíbrio. O  $n^{\circ}$  de sardinhas pode determinar alterações noutras populações coexistem com ela (predadores) e provocar desequilíbrios ecológicos, assim como pode levar ao desaparecimento do recurso natural, com consequências para os humanos. Daí a importância de minimizar dos impactos da atividade das pescas nos ecossistemas – Importância das quotas de pesca.
  - a. Que valor deve definir as quotas de pesca?
  - b. O que deve ser levado em conta quando definimos as quotas de pesca?
  - c. Vimos no vídeo, que além das quotas, também eram impostos, aos pescadores, uma paragem (alturas em que não poderiam pescar). Que épocas são essas?

## Anexo 6 – Protocolo da atividade prática 2 “A Seleção Natural”

### PROTOCOLO DA ATIVIDADE PRÁTICA 2 – “A Seleção Natural”

#### Material:

- Suportes (simulam o mar/oceano)
- Botões de dois tamanhos diferentes (simulam a variabilidade intra específica).
- Rede de aquário pequena (simula a rede de pesca, cuja malha permita a passagem dos botões mais pequenos, mas retenha os grandes).
- Folha de registo
- Computador e projetor multimédia ou quadro interativo; colunas.



#### Procedimento:

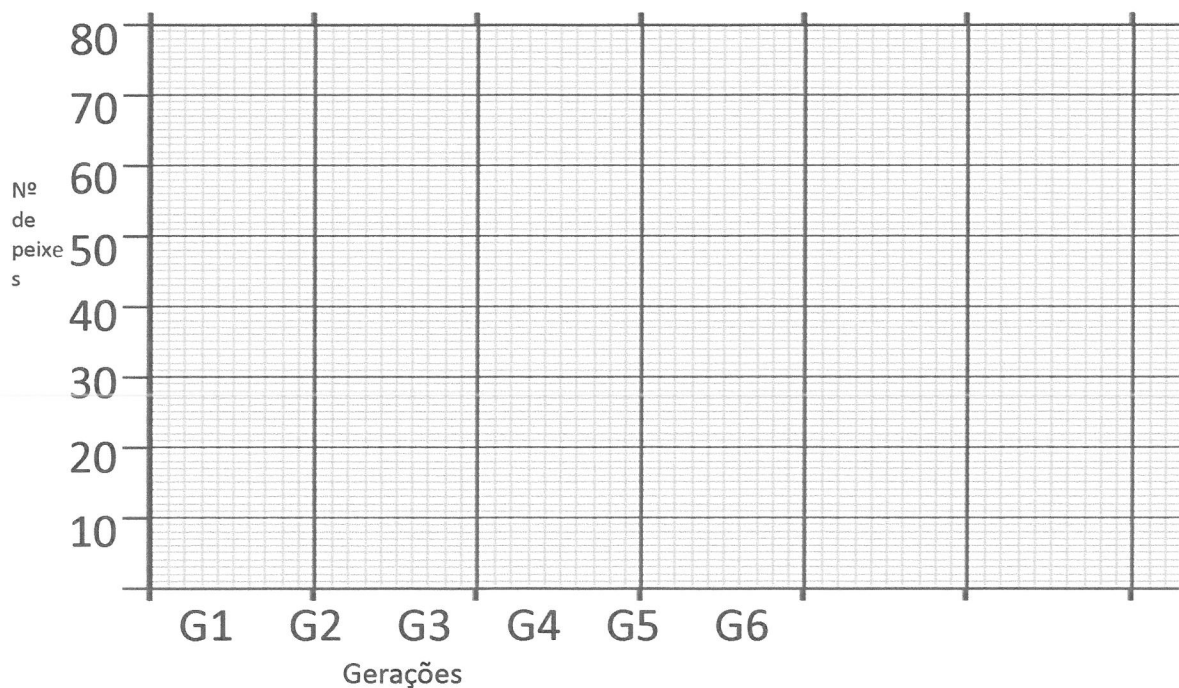
1. Exploração da situação problemática “O bacalhau está a diminuir de tamanho” (a situação real) com questionamento: Porque será que o bacalhau está a ficar mais pequeno?.
2. Formar um número par de grupos de trabalho
3. Numa tina colocar igual número de botões grandes e pequenos (por exemplo, 20 de cada). Explicar aos alunos que todos os botões representam indivíduos adultos de uma espécie de peixe, sendo a diferença de tamanho diversidade entre indivíduos dependente de características hereditárias.
4. Os alunos pescam na população.
5. Registo dos valores, por cada geração na folha de registo
  - **Pescados** (são os indivíduos que são retirados do aquário por cada pesca)
  - **Sobrevivem** (são os indivíduos que resultam da diferença entre o número de indivíduos da geração e os indivíduos que são pescados. São os que se reproduzem, formando a próxima geração e morrem).
  - **Geração** – n<sup>o</sup> de indivíduos que resultam da reprodução dos sobreviventes e portanto são os que estão disponíveis para serem pescados. São calculados da seguinte forma:
    - Parte-se do princípio que os sobreviventes são metade fêmeas e metade machos (se for número ímpar atribui-se mais uma fêmea).
    - Cada fêmea põe 4 ovos, que são fertilizados pelos machos, e eclodem todos.
    - Os descendentes de cada fêmea têm o tamanho igual ao da sua mãe. Por exemplo, se tiverem sobrevivido na população 4 fêmeas grandes e 7 pequenas, na geração seguinte existirão 16 indivíduos grandes e 28 indivíduos pequenos.
6. Repetir os ciclos de pesca e reprodução descritos algumas gerações (5 por exemplo) até serem visíveis alterações na frequência de tamanhos na população.
7. Construção do gráfico
8. Observação e reflexão sobre os resultados obtidos
9. Registo das conclusões

## Anexo 7 – Folha de registo da atividade prática 2 “A Seleção Natural”

1- Preenche a tabela de acordo com os resultados obtidos na atividade

Nº de peixes	<u>Peixes grandes</u>	<u>Peixes pequenos</u>
<b>1ª geração</b>	<u>20</u>	<u>20</u>
Pescados		
Sobrevivem		
<b>2ª geração</b>		
Pescados		
Sobrevivem		
<b>3ª geração</b>		
Pescados		
Sobrevivem		
<b>4ª geração</b>		
Pescados		
Sobrevivem		
<b>5ª geração</b>		
Pescados		
Sobrevivem		
<b>6ª geração</b>		

2- Representa num gráfico o número de peixes grandes e pequenos em cada geração.



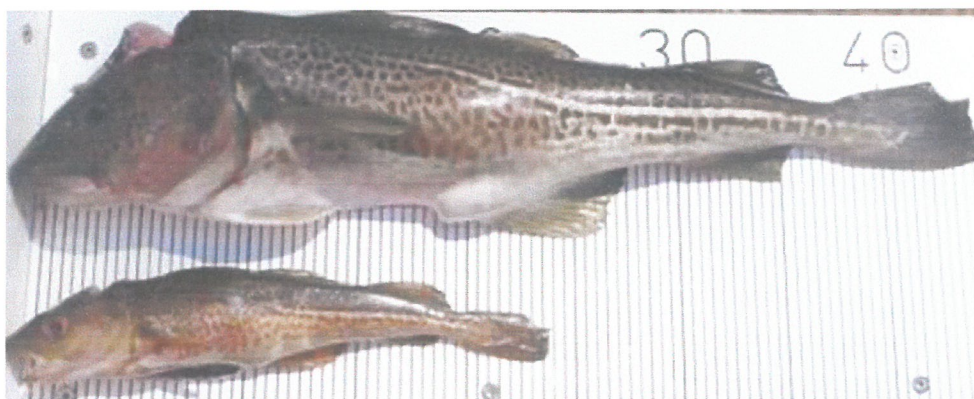
**Conclusões:**

## Anexo 8 – Guia de exploração da atividade prática “A Seleção Natural”

1. O QUE VERIFICAMOS AO LONGO DAS GERAÇÕES?
2. O QUE ACHAM QUE VAI ACONTECER A POPULAÇÃO DE PEIXES GRANDES?
3. O QUE FAZ COM QUE A POPULAÇÃO DE PEIXES AUMENTE, MESMO SENDO PESCADA?
4. QUE RELAÇÃO PODEMOS ESTABELECEER ENTRE A REPRODUÇÃO E AS CURVAS DA POP.A E B?
5. EM RELAÇÃO A BIODIVERSIDADE, ESTÁ AUMENTOU OU DIMINUIU.
6. O QUE PODERIAMOS FAZER PARA EVITAR ESTA SITUAÇÃO.
7. O HOMEM COM AS SUAS ACÇÕES ALTERA OU NÃO OS ECOSISTEMAS E COMO?
8. POIS, HÁ NOS ECOSISTEMAS UMA CADEIA DE RELAÇÕES

## Anexo 9 – Situação problemática para a atividade prática “A Seleção Natural”

O Bacalhau é um peixe que habita os oceanos. A sua população adulta é formada por indivíduos de tamanhos diferentes: os maiores, antigamente mais numerosos, e que são mais apreciados pelos pescadores e os mais pequenos, que eram antigamente menos numerosos.



Os cientistas, ao estudarem o bacalhau, observaram um fenómeno interessante: o **Bacalhau está a diminuir de tamanho.**

**Na tua opinião, porque é que o bacalhau está a diminuir de tamanho?**

---

---

---

---

---

---

---

---

Assim, considerando a estratégia de o ensino e de a aprendizagem centrada na exploração e a experimentação de vários materiais e técnicas, aplicada neste momento de estágio, de uma forma geral, promoveu a autonomia dos alunos através de um processo de envolvimento e motivação com entusiasmo crescente.