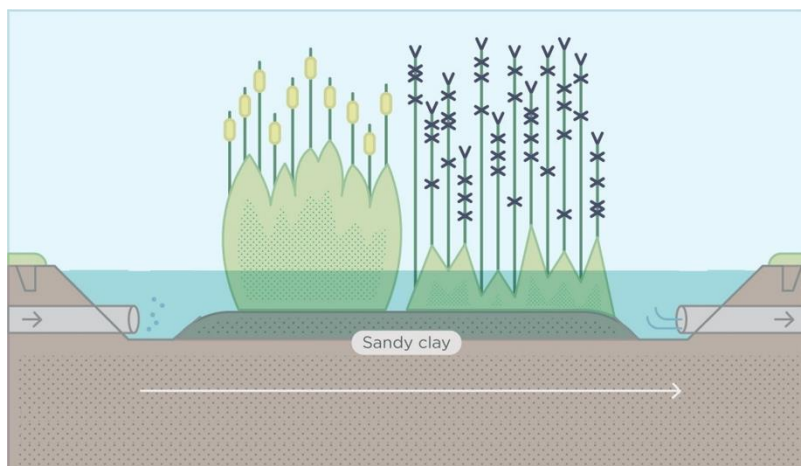




Ensino Baseado em Casos no 9.º Ano de Ciências Naturais: Fito- ETAR, Uma Eco-Tecnologia Aplicada ao Tratamento de Águas Residuais

Maria Inês Teixeira,
Relatório de Estágio de Iniciação à Prática
Profissional apresentada à Faculdade de Ciências
da Universidade do Porto, em Ensino de Biologia e
Geologia no 3.º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino
Secundário
2019



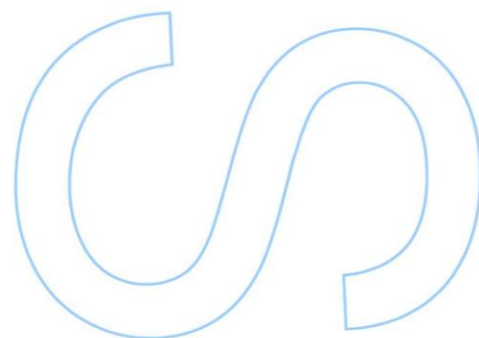
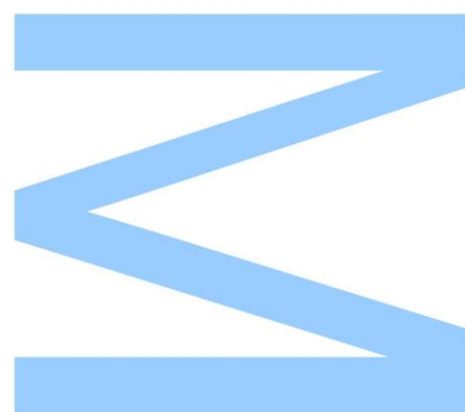
Ensino Baseado em Casos no 9.º Ano de Ciências Naturais: Fito-ETAR Uma Eco-Tecnologia Aplicada ao Tratamento de Águas Residuais

Maria Inês Teixeira

Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3.º Ciclo do Ensino Básico e Secundário
Unidade de Ensino das Ciências
2019

Orientadores

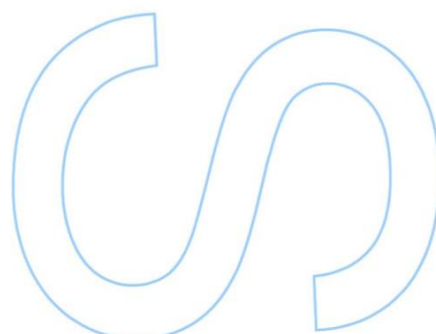
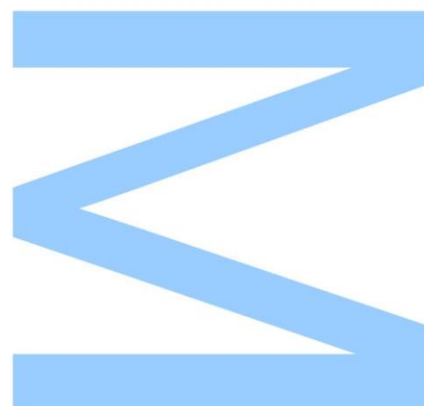
Clara Vasconcelos, Professora Auxiliar com Agregação, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
Luís Cesariny Calafate, Professor Auxiliar, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto





Todas as correções determinadas
pelo júri, e só essas, foram efetuadas.
O Presidente do Júri,

Porto, ____/____/____



Agradecimentos

À Professora Doutora Manuela Lopes, orientadora cooperante, por todos os conselhos, pela paciência e incrível disponibilidade para ajudar durante todo este ano letivo. Tudo isto não seria possível sem a sua força. Hoje sei que um não, não nos faz parar! À Professora dedico este trabalho, por nunca ter desistido e por exigir sempre o melhor de mim. Para sempre a irei recordar com o maior carinho. Foi a peça fundamental do meu puzzle! Ao Professor Doutor Luís Calafate, orientador científico, pelas suas observações, comentários e saberes partilhados ao longo do mestrado que contribuíram para o meu crescimento pessoal e profissional. À orientadora científica Professora Doutora Clara Vasconcelos, pelas observações e conhecimento partilhado que me ajudaram sempre a ser melhor. Ao meu colega de estágio, Bernardo Monteiro, companheiro de todas as horas, pela ajuda e paciência. Para além de colega, levo um amigo para a vida. Obrigada por me ensinares também que fazer aquilo que gostamos ao lado de pessoas que gostamos é só incrível. Obrigada por todas as conversas e conselhos e principalmente, obrigada por partilhares comigo o gosto que é poder ser professor. À família, aos meus pais e irmãos, por me inspirarem a ser melhor, por estarem sempre presentes e prontos a ajudar, por me fazerem acreditar, mesmo nos momentos menos bons, que eu era capaz. Obrigado por me mostrarem que com trabalho e esforço, todos os desafios podem ser superados. Aos tios, Susana e Rui, pelo apoio incondicional e pelo amor que foi tantas vezes a minha força. À amiga Liliana Oliveira, pela ajuda incansável na ajuda para a construção deste trabalho, pela paciência e pelo carinho. À amiga Margarida, por todo o amor e carinho que acrescenta à minha vida. Obrigado por todos os conselhos, paciência, por me desafiares sempre a ser melhor, obrigada por nunca me teres deixado sozinha durante este desafio. A todos os outros amigos e colegas de mestrado que direta ou indiretamente, contribuíram com palavras de carinho e apoio que tornaram o meu trabalho mais fácil. Ao Miguel, por todo o amor. Obrigada por seres o meu abrigo e a minha força durante todos estes dias, por me fazer sempre sentir segura e capaz, obrigada por me lembrares todos os dias que não podemos desistir dos nossos objetivos. O meu sucesso, é também teu. Por fim mas não menos importante, aos meus alunos, que me receberam com o maior carinho e que mostraram que ensinar é também aprender todos os dias.

Resumo

A implementação de estudos de caso no Ensino das Ciências é considerada fundamental, uma vez que, os alunos desenvolvem habilidades em pensamento analítico e julgamento reflexivo, lendo e discutindo cenários complexos da vida real. Além de auxiliar a construção do conhecimento científico, também desempenha um importante papel no desenvolvimento de competências para os processos investigativos.

A água potável de boa qualidade é fundamental para a saúde e o bem-estar humano. Problemas associados ao deficiente saneamento de águas residuais poluem a água promovendo a proliferação de bactérias, vírus e outros organismos perigosos para a saúde dos seres vivos. As plantas assumem então, um papel fundamental no tratamento da água. Discutir sobre estes temas não soluciona os problemas que enfrentamos diariamente, pelo que ajuda a despertar a consciência coletiva para esses mesmos e evita que se contribua, por vezes inconscientemente, para o seu agravamento. O Ensino Baseado em Casos proporciona aos alunos a oportunidade de aplicarem os conhecimentos previamente aprendidos na resolução de problemas reais, possibilitando a ponte entre o conhecimento factual lecionado nas escolas e a complexa realidade.

A presente investigação teve como objetivo avaliar o impacto da utilização do estudo de caso na aprendizagem e compreensão das temáticas relacionadas com o impacto na Saúde Pública das fito-ETAR, junto de alunos do 9º ano de escolaridade da disciplina de Ciências Naturais. Assim foi elaborado um plano de intervenção assente na metodologia de Ensino Baseado em Casos, posteriormente aplicada numa turma composta por 16 alunos do 9ºano de escolaridade de uma escola da cidade do Porto. A recolha de dados foi efetuada recorrendo às técnicas de análise de registos, através de dois instrumentos- teste diagnóstico e uma grelha de observação aplicados numa perspetiva explanatória.

Os resultados demonstraram que a metodologia de Ensino Baseado em Casos teve um impacto positivo na aprendizagem e compreensão das temáticas referidas, evidenciado pelas diferenças entre os conhecimentos revelados no teste diagnóstico realizado antes de aplicada a metodologia (pré-teste) e as aprendizagens demonstradas depois da nova aplicação do teste diagnóstico (pós-teste), sendo que no pré-teste em média os alunos acertaram 2 em 5 questões (34%) e no pós-teste 3 em 5 questões (64%). Todos os alunos durante a aplicação da metodologia evidenciaram níveis notórios de motivação, atenção e colaboração.

Palavras-chave: Saúde pública; Fito-ETAR; Ciências Naturais; Ensino Baseado em Casos; Ensino Orientado para a Investigação.

Abstract

The implementation of case-based studies in Science teaching is considered fundamental due to students' development abilities on what concerns to the analytic thought, reflexive judgement, reading and discussing real life complex sceneries. Besides helping the construction of scientific knowledge, it also takes an important role on developing skills for the investigative processes. Good quality potable water is essential to health and human well-being. Issues related to the deficient sanitation of residual waters pollute the water promoting bacteria, viruses and other organism's proliferation, dangerous for the living beings health. Plants assume, then, a vital role on water treatment. Discuss about this themes does not solve the problems that we daily face but it can help to arouse mass consciousness to those problems and avoids the contribution its increase, even unconsciously. The case-based study provides students the opportunity to apply the previously learnt knowledges on solving real problems, enabling a bridge between the factual knowledge taught at schools and the complex reality. The present investigation has as goal to evaluate the impact of using case-based study on learning and understanding themes related to the impact on Public health of Phyto-WWTP, among 9th grade students, on the Science subject. Therefore an intervention plan was done, based on case-based study methodology, posteriorly applied on a 16 student class from a school in Oporto. Data collection was done using registry analysis technics, through two instruments – placement test and an observation grid applied on an explanatory perspective. The results showed that case-based teaching methodology had a positive impact on learning and understanding the referred thematic, highlighted by the differences between the revealed knowledge placement test done before apply the methodology (pre-test) and the learnings shown after the placement test new application (post-test), therefore on the pre-test students got an average of 2 out of 5 right questions (34%) and on the post-test 3 out of 5 right questions (65%). All the students, during the methodology application shown notorious levels of motivation, attention and collaboration.

Key words: Public health; Phyto-WWTP; Natural Sciences; Case-based study; Research-oriented teaching.

Índice:

Agradecimentos.....	4
Resumo	5
Abstract	7
Lista de Figuras	10
Lista de Tabelas	11
Lista de abreviaturas.....	12
Capítulo 1. Introdução.....	13
1.1 Contextualização da Investigação	14
1.2 Problema e objetivos da Investigação	16
1.3 Organização do Relatório de estágio.....	17
2.1 Enquadramento Científico	19
2.1.1 A água, o elemento essencial à vida.....	19
2.1.2 Poluição hídrica de origem antrópica	21
2.1.3 Poluição hídrica de origem geológica.....	22
2.1.4 Consequências da eutrofização por fosfatos na qualidade da água.....	23
2.1.5 As fito-ETAR e a redução de poluentes da água.....	27
2.2 Enquadramento Educacional.....	31
2.2.1 Ensino Orientado para a Investigação	32
2.2.2 Ensino Baseado em Casos.....	33
Capítulo 3. Metodologia de Investigação	36
3.1 Caracterização da Investigação	36
3.2 Caracterização da Amostra	37
3.3 Técnicas e instrumentos de recolha de Dados	38
3.3.1 Teste cognitivo de avaliação diagnóstica	38
3.3.2 Observação	39
3.4 Validade e fidelidade dos instrumentos de recolha de dados	41
Capítulo 4. Programa de Intervenção	42

4.1 Planificação e recursos educativos.....	42
4.2 Aplicação do programa de intervenção	46
Capítulo 5. Resultados e discussão	49
5.1 Resultados e discussão referentes ao Teste diagnóstico	49
5.2 Resultados e discussão referentes à observação.....	51
Capítulo 6. Conclusões.....	53
6.1 Conclusões Gerais	53
6.2 Limitações e sugestões para futuras investigações.....	55
6.3 Contributos do estudo para o desenvolvimento profissional	55
Referências	57
Anexos	61
Anexo 1 Teste diagnóstico	61
Anexo 2- Planificação de aula	62
Anexo 3- Modelo da Fito-ETAR.....	63
Anexo 4- Ficha orientadora do estudo de caso	64
Anexo 5- Grelha de observação	67

Lista de Figuras

Figura 1- Eutrofização do Rio Tâmega na localidade de Formão, Cepelo, concelho de Amarante (Fonte: António Orlando, 2018. Jornal de Notícias).....	11
Figura 2- Exemplos de solos com constituintes naturais utilizados nas Fito-ETAR (Fonte: Depositphotos, consultado em: https://pt.depositphotos.com).....	29
Figura 3- Exemplos de solos com constituintes reciclados utilizados nas fito-ETAR. (Fonte: Depositphotos, consultado em: https://pt.depositphotos.com).....	30
Figura 4- Exemplo de um constituinte sintético do solo utilizados nas fito-ETAR. (Fonte: Depositphotos, consultado em: https://pt.depositphotos.com).....	30
Figura 5- Espécie <i>Typha latifolia</i> L. (Fonte- GBIF consultado em: https://www.inaturalist.org/observations/1961364129).....	30
Figura 6- Espécie <i>Phragmites australis</i> . (Fonte- GBIF consultado em: https://www.inaturalist.org/observations/19596816).....	30
Figura 7- Espécie <i>Juncus acutus</i> . (Fonte- Jardim Botânico UTAD consultado em: https://jb.utad.pt/especie/Juncus_acutus).....	30
Figura 8- Esquema representativo dos processos e mecanismos ecológicos mais relevantes em sistemas de ESS. (Fonte: Mendes, A. L. M. (2010). Fito-ETAR uma tecnologia aplicada ao tratamento de águas residuais: análise do comportamento hidráulico (Doctoral dissertation, ISA).Newcombe G, Coalition GWR. International Guidance Manual for the Management of Toxic Cyanobacteria.Global Water Research Coalition).....	31
Figura 9- Modelo demonstrativo de uma Fito-ETAR.....	43

Lista de Tabelas

Tabela 1- Descritores das Aprendizagens Essenciais do 9.º ano de Ciências Naturais relacionados com o Programa de Intervenção Pedagógica (República Portuguesa, Aprendizagens essenciais/articulação com o perfil dos alunos, julho de 2018, consultado em https://www.dge.mec.pt/aprendizagens-essenciais).....	16
Tabela 2 – Objetivos concetuais, educacionais e profissionais do Programa de Intervenção.	17
Tabela 3- Principais espécies de cianobactérias produtoras de geosmina e 2-metil-isobomeol (Adaptado Vasconcelos, V. M. D. O. (1995). Toxicologia de cianobactérias: Distribuição de cianobactérias tóxicas e suas toxinas em águas doces portuguesas: Bioacumulação em bivalves.)	25
Tabela 4- Sintomatologia associada aos diversos tipos de cianotoxinas. Adaptado de Vasconcelos, V. M. D. O. (1995). Toxicologia de cianobactérias: Distribuição de cianobactérias tóxicas e suas toxinas em águas doces portuguesas:Bioacumulação em bivalves.).....	26
Tabela 5- Principais géneros de cianobactérias produtoras de neurotoxinas (adaptado de (Vasconcelos, V. M. D. O. (1995). Toxicologia de cianobactérias: Distribuição de cianobactérias tóxicas e suas toxinas em águas doces portuguesas: Bioacumulação em bivalves.).....	27
Tabela 6- Os três principais componentes de uma fito-ETAR (adaptado de Batista, M. L. M. (2010). Concepção e implementação de actividades de investigação:um estudo com professores de física e química do ensino básico. 79–118. Obtido de http://hdl.handle.net/10451/1854	28
Tabela 7- Tabela explanatória dos níveis de desempenho avaliados durante a observação.	40
Tabela 8- Média dos resultados obtidos no pré e pós-teste (0-5 respostas corretas), com desvio padrão e registo de valores mínimos e máximos.	49
Tabela 9- Frequência de respostas corretas no pré-teste	50
Tabela10- Frequência de respostas corretas no pós-teste em comparação com as do pré-teste.	51
Tabela 11- Resultados aferidos pela aplicação de grelha de observação durante o Programa de Intervenção, para os cinco parâmetros considerados: motivação, interação, colaboração, atenção e participação.....	51

Lista de abreviaturas

ABRP- Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas

EBC – Ensino Baseado em Casos

EOI – Ensino Orientado para a Investigação

ESS- Sistemas Escoamento Sub-Superficial

ETAP- Estação de Tratamento através de Plantas

ETAR – Estação de Tratamento de Águas Residuais

GESAMP- United Nations Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution

ICES- International Commission for the Exploration of the Sea

IPP – Iniciação à Prática Profissional

MEC – Ministério da Educação e Ciência

PES – Prática de Ensino Supervisionada

PENSAAR- Plano Estratégico de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais

PIP – Projeto de Intervenção Pedagógica

Capítulo 1. Introdução

No âmbito da unidade curricular de Iniciação à Prática Profissional (IPP), incluindo a Prática de Ensino Supervisionada (PES), do Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3.º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário, foi elaborado o presente relatório de estágio. Este documento resulta da elaboração e aplicação de um Projeto de Intervenção Pedagógica (PIP) implementado numa turma do 9.º ano de escolaridade da Escola Básica Augusto Gil, da cidade do Porto.

Nos mestrados profissionalizantes a iniciação à prática profissional é uma das componentes da formação, incluindo esta “a observação e colaboração em situações de educação e ensino e a prática de ensino supervisionada na sala de aula da escola” (Decreto-lei n.º 43/2007, Artigo 14º, alínea a, n.º4).

A experiência da prática pedagógica é fundamental na construção do saber profissional, sendo esta um contexto privilegiado para os professores em formação desenvolverem processos de compreensão do real e de integração de conhecimentos. Com a prática pedagógica podem, também, realizar a transposição didática dos saberes aprendidos, colocando em prática diversas metodologias e estratégias de ensino, avaliando e refletindo acerca da efetividade das suas ações na promoção de ambientes favoráveis à aprendizagem e ao desenvolvimento de competências essenciais à sociedade em que vivemos, tudo através de atividades diferenciadas que incluem a observação, a análise e a responsabilização progressiva de práticas docentes.

Nesse sentido, surge a realização de uma investigação educacional fundamental para a aquisição de competências essenciais para o futuro desempenho profissional, nomeadamente o desenvolvimento de uma autonomia progressiva, da capacidade de refletir e avaliar criticamente as estratégias educativas que o professor estagiário vai ensaiando e a construção de uma identidade e de um sentido de competência profissional.

1.1 Contextualização da Investigação

Atualmente, defende-se a promoção de atitudes investigativas, não só nos alunos como nos professores. Com este intuito surge o IPP, que visa a articulação entre investigação e ensino. Sendo o IPP parte integrante da formação inicial de professores, habilita os mestrandos para o exercício profissional da docência no 3.º ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário no domínio do ensino de Biologia e de Geologia, de acordo com as disposições legais em vigor (Decreto-Lei no 43/2007 de 22 de Fevereiro).

Este modelo pretende conferir à prática pedagógica uma natureza transformadora e emancipatória e podemos dizer que se aproxima da criação de um “*terceiro espaço*” (Zeichner, 2010), de natureza multidisciplinar e teórico-prática, onde os futuros educadores e professores devem *educar investigando e investigar educando* (Vieira et al., 2013) e onde a ação educativa envolve a confluência de saberes disciplinares e educacionais, experienciais e teóricos, substantivos e processuais.

O contato com a investigação, tanto no domínio das ciências de especialidade como no domínio das ciências da educação torna-se, portanto, fundamental para promover uma compreensão sobre a natureza, as problemáticas, os métodos e o valor da produção do conhecimento nestes domínios, permitindo desenvolver uma atitude investigativa, de abertura à reflexão e ao questionamento do seu próprio conhecimento (Pereira, 2011) transformando assim a experiência educativa, (des/re) construindo o pensamento e a ação dos futuros professores.

Segundo Stenhouse, (Coutinho & Chaves, 2002) devemos ter em conta uma ciência educativa em que cada “*sala de aula é um laboratório e cada professor um membro da comunidade científica*”.

Atualmente são empregues nas escolas metodologias de ensino tradicionais, mais expositivas e pouco centradas no aluno e nas atividades práticas, o que poderá ter como consequência a desmotivação e desinteresse face à escola associados a resultados menos positivos dos alunos, o que acaba por se tornar num grande desafio para os professores. Estudos indicam que não é possível garantir a alfabetização científica usando métodos tradicionais. A aprendizagem da ciência precisa ser mais significativa, relevante e interessante devendo os estudantes participar mais ativamente (Torres et al., 2013). Desta forma, a realização de uma aula laboratorial articulada com aplicação da metodologia de Ensino Baseado em Casos (EBC) desenvolve uma investigação guiada e baseada no construtivismo,

por meio do qual os alunos formam novos significados interagindo com seu conhecimento e o ambiente (Lee, 2012).

Esta metodologia, baseada em questões levantadas pelos professores e pelos próprios alunos, desencadeia processos importantes na construção de conhecimento. Permite que os alunos expressem o seu conhecimento prévio, observem, investiguem, criem, expliquem, critiquem, tomem decisões e desenvolvam os seus conceitos e atitudes (Torres et al, 2013) desempenhando, assim, um papel ativo na promoção e construção das suas aprendizagens, como é preconizado nas recentes orientações do Ensino das Ciências.

A temática científica escolhida vai de encontro às Aprendizagens Essenciais que têm como referente os documentos curriculares em vigor, nomeadamente o documento referente às Metas Curriculares Ensino Básico de Ciências Naturais – 9.º ano (Bonito et al., 2014), publicado pelo Ministério da Educação e Ciência.

Nestas metas incluem-se o domínio Viver Melhor na Terra e os Subdomínios Saúde Individual e Saúde Comunitária e Organismo Humano em Equilíbrio - Sistema Nervoso especificado nos descritores explanados na Tabela 1.

As metas curriculares definidas para a disciplina do 9.º ano de Ciências Naturais são exclusivamente da área científica de Biologia. De forma a possibilitar a interdisciplinaridade com a Biologia recorreu-se a temas científicos abordados nos 5.º e 7.º anos (2.º e 3.º Ciclo do Ensino Básico) incluídos nos domínios A Água, O Ar, As Rochas e o Solo – Materiais Terrestres e Terra em Transformação das metas curriculares de Ciências Naturais para esses anos de escolaridade (Bonito et al., 2014).

Tabela 1:

Descritores das Aprendizagens Essenciais do 9.º ano de Ciências Naturais relacionados com o Programa de Intervenção Pedagógica.

Subdomínio	Subdomínio
Saúde Individual e Saúde Comunitária	Organismo Humano em equilíbrio
Analisar criticamente estratégias de atuação na promoção da saúde individual, familiar e comunitária, partindo de questões enquadradas em problemáticas locais, regionais ou nacionais.	Identificar os constituintes e as funções do sistema nervoso central e periférico e relacionar a constituição do neurónio com o modo como ocorre a transmissão do impulso nervoso. Explicar a importância do sistema neuro-hormonal no organismo e o contributo da ciência e da tecnologia na identificação de doenças associadas, discutindo medidas que podem contribuir para o seu bom funcionamento.

Nota. Fonte: República Portuguesa, Aprendizagens essenciais/articulação com o perfil dos alunos. (2018). Consultado em <https://www.dge.mec.pt/aprendizagens-essenciais>

1.2 Problema e objetivos da Investigação

Como ponto de partida, para este trabalho, formulou-se o seguinte problema de investigação: **No estudo sobre o impacto na Saúde Pública das fito-ETAR o recurso à metodologia de Ensino Baseado em Casos contribui para o desenvolvimento de aprendizagens significativas em contexto de sala de aula?**

Com isto, foram definidas duas variáveis: a variável independente e a variável dependente sendo respetivamente o emprego da metodologia de Ensino Baseado em Casos e o domínio cognitivo dos alunos, na aplicação da metodologia de ensino selecionada.

Após o estabelecimento do problema de investigação e das suas variáveis, foram elaboradas duas hipóteses: uma hipótese nula e uma hipótese alternativa (direcionada).

A hipótese nula defendia que utilização da Metodologia de Ensino Baseada em Casos, no ensino das ciências naturais, não contribui para o desenvolvimento de aprendizagens significativas. Por sua vez, a hipótese alternativa defendia que a utilização da Metodologia de

Ensino Baseado em Casos no ensino das Ciências Naturais contribui para o desenvolvimento de aprendizagens significativas.

Neste âmbito, procurou-se identificar um conjunto de objetivos conceituais, educacionais e de desenvolvimento profissional que norteassem a implementação da investigação explícitos na tabela 2.

Tabela 2:

Objetivos conceituais, educacionais e profissionais do Programa de Intervenção.

Objetivos	
Objetivos Conceituais	Promover o uso metodologia de Ensino Baseado em Casos no ensino das Ciências, fomentando a literacia científica dos alunos no que toca ao impacto das Fito-ETAR na Saúde Pública; Aumentar o conhecimento dos alunos sobre o funcionamento das fito-ETAR; Valorizar os serviços de ecossistemas para melhorar as condições da Saúde Pública; Compreender os riscos associados a exposição de cianobactérias para a Saúde Humana.
Objetivos Educativos	Investigar a aplicabilidade e o contributo dos Estudos de Caso para a aprendizagem efetiva de conceitos; Contribuir para a aquisição de competências de análise e interpretação de situações reais; Promover o raciocínio científico e a literacia científica através da metodologia de Ensino Baseado em Casos.
Objetivos Profissionais	Refletir sobre a contribuição da implementação de um projeto científico-pedagógico no desenvolvimento das competências profissionais de um docente; Estimular o desenvolvimento e a emancipação profissional docente, através de uma ação participativa e reflexiva.

1.3 Organização do Relatório de estágio

O presente relatório encontra-se organizado em seis capítulos ao longo dos quais é apresentada a introdução, justificação e propósito do estudo, enquadramento científico e educacional, metodologia de investigação, resultados, discussão dos mesmos e conclusões da

investigação. A estes acrescem as Referências Bibliográficas e os Anexos, que procuram explicitar as fases e os pormenores de uma investigação, que teve por base verificar se no estudo sobre o impacto na Saúde Pública das fito-ETAR, o recurso à metodologia de Ensino Baseado em Casos, contribui para o desenvolvimento de aprendizagens significativas em contexto de sala de aula.

Ao longo do primeiro capítulo - Introdução – é feita uma breve apresentação da Investigação. Esta encontra-se dividida em três subcapítulos que explanam em primeiro lugar a contextualização da investigação, enquadramento e justificação do presente estudo, bem como a contextualização curricular da temática escolhida, seguidamente, o problema e objetivos da investigação – são expostos o problema de investigação selecionado, assim como os objetivos concetuais, educacionais e profissionais que nortearam esta investigação. Por fim, no último subcapítulo – organização do relatório de estágio – descreve-se sumariamente cada um dos capítulos que constituem o presente relatório de estágio.

No capítulo 2- Enquadramento Científico - surge o enquadramento teórico da investigação que tem por base esta investigação resultante de uma revisão bibliográfica sobre o tema em causa. No primeiro subcapítulo será abordado o tema das Fito-ETAR, nomeadamente a sua importância na manutenção da Saúde Pública e no subcapítulo 2 inclui-se o enquadramento educacional relativo ao Ensino Orientado para a Investigação - EOI, à metodologia de EBC, à natureza dos diversos Estudos de Caso utilizados na Ciência e na Educação em Ciências.

O capítulo 3 - Metodologia de Investigação- é dividido em 3 subcapítulos onde, em primeiro lugar, é classificada a investigação, explicitando a natureza da mesma, o subcapítulo 2 aborda as técnicas e instrumentos de recolha de dados que foram utilizados e por último é caracterizada a amostra em causa no estudo.

No capítulo 4 - Programa de intervenção, são tratados os temas relativos às planificações e recursos educativos e ao modo como irá ser aplicado o Programa de Intervenção Pedagógica. Este encontra-se, portanto, dividido em dois principais subcapítulos.

Segue-se o capítulo 5.º - apresentação e discussão dos resultados tratados quer qualitativamente quer quantitativamente.

Para finalizar, no capítulo 6, são efetuadas as conclusões gerais do estudo, destacando-se as limitações da investigação e sugestões para futuras investigações, tal como a sua contribuição para o desenvolvimento profissional de um docente.

Capítulo 2. Enquadramento Teórico

Todas as investigações requerem um referencial teórico, por sua vez, é necessária a realização de uma revisão bibliográfica criteriosa e cuidada sobre as temáticas científicas relevantes para a condução de uma investigação. Ao longo deste capítulo serão enquadrados não só os temas científicos, mas também educacionais, estando, portanto, dividido em duas partes. A primeira parte corresponde ao enquadramento científico e onde é explorado o corpo conceitual que está na base desta investigação. A segunda parte destina-se ao enquadramento educacional, onde é definida a metodologia de Ensino Baseado em Casos (EBC), integrando-a no Ensino Orientado para a Investigação (EOI) e discutindo a sua aplicabilidade para a melhoria do processo de Ensino.

2.1 Enquadramento Científico

Para o planeamento desta investigação de Educação em Ciência foram definidas, desde o início, a associação e interligação entre as áreas de Geologia e de Biologia, uma vez que nesta temática estas duas vertentes se encontram indissociáveis. Procurou-se, assim, que os alunos, para além de compreenderem a influência da litologia na poluição dos cursos de água e a importância dos solos nos sistemas de tratamento de água naturais, compreendam também o papel fundamental das plantas no tratamento da água que, consequentemente, afeta a saúde pública e o impacto que têm as cianobactérias na saúde dos seres vivos. Discutir sobre estes temas não soluciona os problemas que enfrentamos diariamente ajudando, todavia, a despertar a consciência coletiva para esses mesmos problemas e evitando que se contribua, por vezes inconscientemente, para o seu agravamento.

2.1.1 A água, o elemento essencial à vida

A água, elemento essencial à vida na Terra, tal como a conhecemos tem sido desde sempre, uma constante na vida do Homem. Formando rios, lagos ou oceanos, a água tem servido como meio de transporte, fonte de alimento, local de diversão entre outros. Hoje

continua a ser um recurso vital para todos os seres vivos, muito embora nos últimos tempos, um recurso mal estimado. Dela depende a sobrevivência de várias espécies, inclusive a nossa.

A água é essencial à vida na Terra. O material biológico é maioritariamente composto por água (mais de 65% do corpo humano é água) e várias espécies animais e vegetais só sobrevivem em ambientes aquáticos (World Wide Fund for Nature, 2008).

A introdução de poluentes nos ecossistemas aquáticos é uma constante. Algumas substâncias encontradas nos ecossistemas aquáticos são produtos de atividades humanas e não aparecem naturalmente na Natureza. Contudo, muitas outras substâncias com material tóxico, ou pelo menos prejudicial, existem naturalmente nos cursos de água. Do ponto de vista antrópico esta diminuta quantidade de água doce gera dois tipos divergentes de pressão sobre a sua quantidade e qualidade; a pressão demográfica que atua sobre duas vertentes diferentes, o aumento bruto das populações e o conseqüente aumento dos consumos pelas mesmas, assim, como as alterações climáticas consistem em pressões mais imprevisíveis e complexas perturbando, entre outros aspetos, os ciclos hidrológicos que conseqüentemente afetam também a qualidade e quantidade de água disponível (World Wide Fund for Nature, 2008).

A degradação da qualidade da água está associada a razões de origem natural (características morfológicas e geoquímicas do solo ou erosão e lixiviação dos materiais) e a razões de origem antrópica (atividades domésticas, industriais e agrícolas) que podem, no seu conjunto ou individualmente, inviabilizar os diversos usos da água. (Oliveira, 2008).

Segundo os estudos e as recomendações feitas pelo GESAMP (United Nations Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution) e pelo ICES (International Commission for the Exploration of the Sea), deverá ser feita uma distinção entre poluição e contaminação. De acordo com estes dois organismos, contaminação é definida como a presença de concentrações elevadas de substâncias na água, isto é, concentrações que estão acima do nível base para uma dada área. Já poluição deverá ser definida como a introdução pelo Homem, direta ou indiretamente, de substâncias, resultando em efeitos nocivos que prejudiquem os recursos e os seres vivos e sejam um perigo para a saúde humana e diminuam a qualidade da água.

Tendo em vista a aplicação do Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais (PENSAAR 2020), conjuntamente com o Plano Nacional da Água promoveu-se a estruturação/reestruturação de todo o sector do abastecimento de água e do saneamento de águas residuais do País. O objetivo seria de servir cerca de 95% da sua população total com sistemas públicos de abastecimento de água e servir cerca de 90% da mesma com sistema público de saneamentos de águas residuais urbanas.

O tratamento das águas deve ser adaptado e escolhido tendo em conta o número de habitantes. Nos grandes aglomerados populacionais, as soluções passam pela construção de sistemas de maior complexidade associados. Porém, para satisfazer os objetivos referidos nos PENSAAR 2020 (Frade et al., 2015) tornou-se necessário aumentar a abrangência dos sistemas de tratamento. Os sistemas de tratamento deviam chegar também a pequenos agregados populacionais associados a recursos humanos e financeiros reduzidos, com grande variabilidade de caudais e de cargas poluentes e elevada beleza paisagística (Matos et al., 2003).

Processos que usam menos energia e mão-de-obra devem surgir como alternativas mais atrativas para estas comunidades rurais. A conceção de novos processos de tratamento constituiu um desafio para os engenheiros, sendo que a tecnologia das fito-ETAR (também denominada de “leitos de macrófitas”, “zonas húmidas construídas” ou “Estação de Tratamento através de Plantas - ETAP”) se apresenta como uma solução sustentável, para satisfazer os requisitos necessários para o tratamento ao nível biológico de águas residuais de pequenos aglomerados populacionais (Ribeiro, 2007).

A água potável de boa qualidade é fundamental para a saúde e o bem-estar humano. Problemas associados ao deficiente saneamento de águas residuais poluem a água promovendo a proliferação de bactérias, vírus e outros organismos perigosos para a saúde humana. Morrem anualmente mais 840000 pessoas com doenças relacionadas com a água. (Conselho Nacional da Água, Decreto-Lei n.º 76/2016).

2.1.2 Poluição hídrica de origem antrópica

A qualidade dos ecossistemas aquáticos tem sido alterada em diferentes escalas nas últimas décadas, devido à complexidade dos usos múltiplos da água pelo homem, que levam à degradação ambiental significativa e à diminuição considerável da disponibilidade de água, produzindo inúmeros problemas ao seu aproveitamento. A água pode ter a sua qualidade afetada pelas mais diversas atividades do homem, sejam elas domésticas, comerciais ou industriais. Cada uma dessas atividades gera poluentes característicos.

Para a manutenção de uma comunidade humana saudável é essencial que exista um fornecimento de água pura, uma água límpida e não contaminada por nenhuma espécie de poluente. Esta água será primeiro que tudo a fonte de água potável; em segundo lugar servirá

de suporte físico para o desenvolvimento das comunidades aquáticas – produtores primários e consumidores a todos os níveis.

O fósforo é um elemento essencial a plantas e animais. Este nutriente é largamente utilizado em áreas de cultivo, mas, quando aplicado ao solo em demasia têm potencial poluidor especialmente em águas superficiais.

Algumas das origens dos fosfatos em águas são: a) constituintes de detergentes, aparecendo em produtos de limpeza e enriquecendo as águas residuárias urbanas e b) constituintes de fertilizantes, que são levados pelas chuvas até cursos de água ou em resíduos não-tratados de indústrias de fertilizantes.

Os resultados do novo estudo mostram que a atividade humana global emitiu 1,47 tetragramas (1,62 milhões de toneladas) de fósforo por ano para as principais bacias de água doce do mundo. Esta acabou por superar a capacidade da Terra de diluir e assimilar níveis excessivos de fósforo em corpos de água doce, sendo que a maior contribuição para a carga global de fósforo provém de esgoto doméstico em 54%, seguida da agricultura em 38% e indústria em 8%. A carga de fósforo da agricultura tem vindo a crescer cada vez mais (Mekonnen et al., 2017).

2.1.3 Poluição hídrica de origem geológica

Devido ao seu importante papel nos processos biológicos, o fósforo é um dos elementos mais dispersos na Natureza. Não ocorre livre, sendo comum encontrá-lo na forma de fosfatos que constituem cerca de 0,10 % da crosta terrestre. Estima-se que seja o 11.º elemento mais abundante nas rochas vulcânicas e sedimentares. (Cevik et al., 2010).

O fósforo encontra-se em quase todas as rochas vulcânicas tendo estado presente nas erupções vulcânicas durante o período de formação da Terra. A erosão dos depósitos de fosfatos vulcânicos pela água e posterior assimilação por plantas pré-históricas introduziu o fósforo nos mecanismos biológicos.

O fósforo encontra-se em 190 minerais distintos, mas apenas a série da apatite tem um papel importante como fonte de fósforo. As rochas fosfatadas apresentam altas concentrações de minerais de fosfato e são essencialmente: $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ (fosfato de cálcio) e grupos de apatites - $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ (fluorapatite), $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ (hidroxilapatite), $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$ (clorapatite) (Cevik et al., 2010). Este elemento chega às águas naturais em resultado de erosão das rochas

que contêm fosfatos seguida de dissolução na água (caso do fósforo), sendo este processo de origem natural.

O enriquecimento de água com nutrientes, que ocorre naturalmente (escorrências, deposição atmosférica de azoto), bem como a degradação da qualidade da água são muitas vezes ampliados pela atividade humana (Bartram, 1999).

2.1.4 Consequências da eutrofização por fosfatos na qualidade da água

A eutrofização está diretamente relacionada com a poluição da água. Esta consiste na modificação das propriedades de uma massa de água, em resultado do enriquecimento em nutrientes (por exemplo, nitratos e fosfatos), provocando alterações nas comunidades bióticas. O teor de Oxigénio dissolvido é reduzido com o aumento da turvação registada (Ribeiro et al., 2007).

A eutrofização pode ser natural ou consequência de atividades humanas. Quando a origem é natural, o sistema aquático torna-se eutrófico muito lentamente e o ecossistema mantém-se em equilíbrio. Geralmente, a água mantém-se com boa qualidade para o consumo humano e a comunidade biológica continua a ser saudável e diversa. Quando, pelo contrário, a eutrofização resulta de atividades humanas, há um aceleração do processo, os ciclos biológicos e químicos podem ser interrompidos e, muitas vezes, o sistema progride para a um estado essencialmente morto.

À medida que a produtividade do fitoplâncton aumenta, a transparência da água diminui (figura 1), o que provoca uma diminuição na penetração da luz e afeta a comunidade de macrófitas (formas macroscópicas de vegetação aquática) submersas que vivem na zona litoral. Deste modo, a diversidade do habitat litoral diminui deixando de haver refúgios e/ou alimentos para muitos organismos, o que empobrece as comunidades de invertebrados e vertebrados.



Figura 1- Eutrofização do Rio Tâmega na localidade de Formão, Cepelo, concelho de Amarante.

Fonte: António Orlando, 2018. Jornal de Notícias.

Outra consequência do aumento da biomassa algal é a diminuição da capacidade de auto purificação do sistema, ou seja, o poder de reciclar a matéria orgânica diminui, levando à

acumulação de detritos e sedimentos. Num estado mais avançado a concentração de oxigénio vai diminuindo, a profundidade de compensação (profundidade à qual o consumo de oxigénio iguala a sua produção) diminui e as espécies que não conseguem tolerar concentrações de oxigénio baixas tendem a desaparecer, havendo uma nova redução na biodiversidade. O pH também se altera, passando de neutro ou ligeiramente alcalino a ácido, o que também pode afetar algumas espécies.

Finalmente, pode também ocorrer uma grande acumulação de toxinas (produzidas pelas cianobactérias) e de parasitas.

É conhecido que as fluorescências (*blooms*) de cianobactérias são uma ameaça crescente para os ecossistemas aquáticos de todo o mundo. Estes fenómenos têm aumentado como consequência das alterações climáticas e da eutrofização dos sistemas aquáticos. Em muitos destes blooms, acumulam-se compostos tóxicos (cianotoxinas), metabolitos secundários das cianobactérias. Estes compostos bioativos tóxicos além de diminuírem a qualidade da água podem afetar seriamente a saúde humana e animal (Santos & Mário, 2008) (Sanz-Alférez, 2015).

As cianobactérias são microrganismos procariontes que partilham características com as algas e com as bactérias, são bactérias gram-negativas com atividade fotossintética (contêm clorofila- a) tornando-se capazes de fixar dióxido de carbono e azoto (Emídio, V. J. G. 2012). Acredita-se que estas características lhes conferem vantagens relativamente a outros organismos, tendo sido as primeiras plantas a colonizar áreas descobertas de rocha e solo, e, de acordo com registos fósseis, existem há aproximadamente 3,5 mil milhões de anos, sendo responsáveis pela oxigenação da atmosfera terrestre (Caeiro F., 2015).

A grande preocupação com a presença de cianobactérias na água advém da produção de metabolitos por parte destes micro-organismos, compostos com sabor e cheiro (em particular a geosmina e o 2-metil-isoborneol), tóxicos, conhecidos por cianotoxinas (Newcombe G., Coalition R., 2009). As principais espécies de cianobactérias que produzem estes compostos estão indicadas na Tabela 3.

Tabela 3:

Principais espécies de cianobactérias produtoras de geosmina e 2-metil-isoborneol.

COMPOSTOS PRODUZIDOS	ESPÉCIES RESPONSÁVEIS
Geosmina	<i>Anabaena circinalis</i>
	<i>A.Flos-aquae</i>
	<i>A.Scheremetievi</i>
	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>
	<i>Oscillatoria agardhii</i>
	<i>O.tenuis</i>
	<i>O. variabilis</i>
	<i>O. brevis</i>
	<i>O.bornetti</i>
2-metil-isoborneol	<i>O.curviceps</i>
	<i>O.tenuis</i>
	<i>Oscillatoria sp.</i>

Fonte: Adaptado de Vasconcelos, V. M. D. O. (1995). Toxicologia de cianobactérias: Distribuição de cianobactérias tóxicas e suas toxinas em águas doces portuguesas: Bioacumulação em bivalves.

As cianotoxinas pertencem a um grupo diverso de substâncias químicas que possuem mecanismos tóxicos específicos em organismos que não são predadores diretos das cianobactérias, como os mamíferos (Dias et al., 2015).

Podem produzir composto de sabor e odor, bem como uma grande variedade de toxinas (cianotoxinas) (Teixeira & Rosa, 2005). Estas são libertadas para a água por morte das bactérias, envelhecimento das células ou por lise artificial e afetam tanto seres humanos como animais (Moreira et al., 2015).

O Homem pode ser afetado de diversas formas: ao beber água sem tratamento adequado, ao usar a água para fins recreativos, ao comer animais aquáticos contaminados, uma vez que as toxinas são bioacumuladas nos tecidos de organismos aquáticos, como peixes e crustáceos.

Os efeitos adversos no Homem e outros animais são diversos, tendo sido identificadas três classes de cianotoxinas de acordo com as implicações na saúde humana: endotoxinas, neurotoxinas e hepatotoxinas. (Emídio, 2012).

Na Tabela 4, pode ver-se a sintomatologia associada a diversas cianotoxinas.

Tabela 4:

Sintomatologia associada aos diversos tipos de cianotoxinas.

CIANOTOXINAS	SINTOMAS
Hepatotoxinas (microcistina e nodularina)	Náuseas, vômitos, dor abdominal e diarreias.
Neurotoxinas (anatoxina-a, anatoxina-as, homoanatoxina-a e saxitoxina)	Progressão de fasciculação muscular, decréscimo de movimentos, respiração abdominal exagerada, convulsão. Estas neurotoxinas funcionam como um potente bloqueador neuromuscular pós-sináptico de recetores provocando assim o bloqueio das transmissões entre os axónios e as células musculares.
Citotoxinas (cilindrospermopsina)	Necrose (morte) celular generalizada
Dermatoxinas (lingbiatoxina)	Dermatites, inflamação das pálpebras, urticaria, irritação da pele e alergias.

Fonte: Adaptado de Vasconcelos, V. M. D. O. (1995). Toxicologia de cianobactérias: Distribuição de cianobactérias tóxicas e suas toxinas em águas doces portuguesas: Bioacumulação em bivalves.

No que toca ao **sistema nervoso**, estas toxinas podem alterar a atividade do sistema nervoso de maneira a que podem interromper ou matar os nervos. Os nervos são essenciais para transmissão de informação e processamento no cérebro, assim como outras áreas do sistema nervoso.

Os diferentes tipos de neurotoxinas produzem atuações diversas do ponto de vista toxicológico. A anatoxina-a, a anatoxina-a(s) e a homonatanatoxina-a causam paralisia muscular por sobreestimulação das células musculares levando a uma situação de tétano e paralisia muscular, enquanto que a saxitoxina provoca bloqueio das transmissões entre os axónios e as células musculares. (Vasconcelos, 1996)

Os principais géneros de cianobactérias produtoras de neurotoxinas encontram-se descritos na Tabela 5.

Tabela 5:
Principais géneros de cianobactérias produtoras de neurotoxinas.

Neurotoxinas	Género
Anatoxina-a	<i>Anabaena, Oscillatoria</i>
Anatoxina-a(s)	<i>Anabaena</i>
Homoanaroxina-a	<i>Oscillatoria</i>
Saxitoxina	<i>Anabaena, Aphanizomenon</i>

Fonte: Adaptado de Vasconcelos, V. M. D. O. (1995). Toxicologia de cianobactérias: Distribuição de cianobactérias tóxicas e suas toxinas em águas doces portuguesas: Bioacumulação em bivalves.

A deteção precoce das espécies que produzem cianotoxinas é uma ferramenta oportuna para iniciar os protocolos de prevenção, controlo e tratamento da água, pois, os baixos registos de intoxicações não se devem à inexistência destas toxinas nas fontes de água, mas pelo provável desconhecimento que estes agentes estejam na origem destes problemas. (Sanz-Alfárez, 2015).

2.1.5 As fito-ETAR e a redução de poluentes da água

Para que os problemas de eutrofização e poluição possam vir a ser evitados, ou pelo menos minimizados, e a água possa ter uma boa qualidade, é necessário fazer uma gestão consciente e cuidada dos recursos aquáticos. Os leitos de plantas surgiram como opção a ser incluída nos sistemas de gestão integrados de tratamento de águas, estando em operação por todo o mundo. A poluição é removida através de uma combinação de processos físicos, químicos e biológicos. As fito-ETAR surgem então como locais de depuração da água através de serviços de ecossistemas aquáticos e de interação com o solo sendo que os leitos das fito-ETAR possuem três componentes principais explanadas na tabela 6 (Batista, 2010).

Os benefícios destes ecossistemas podem e devem ser aproveitados, uma vez que se encontram entre os ecossistemas mais produtivos e com maior diversidade biológica representando um património natural, cultural e paisagístico único (Galvão, 2009).

As fito-ETAR atuais são sistemas biológicos projetados de modo a tirar partido de características específicas das zonas húmidas naturais com o intuito de melhorar a capacidade de tratamento das águas residuais. Estes sistemas utilizam uma associação entre fluido, matriz, plantas, detritos de plantas, invertebrados e também microrganismos. São, de forma geral, compostos por órgãos de tratamento preliminar, onde há remoção dos sólidos em suspensão de maior dimensão, por um tratamento primário, uma fossa séptica ou tanque de Imhof e por um tratamento secundário, assegurado por um ou mais leitos de macrófitas.

Tabela 6:

Os três principais componentes de uma fito-ETAR.

Componente fixa	Componente hídrica	Componente atmosférica
Inclui a matriz, a zona da rizosfera e os biofilmes (agregados microbianos dentro da matriz, o que se desenvolvem espontaneamente nas superfícies sólidas em condições fisiológicas adequadas).	Abrange o afluente, a água dentro da matriz, o efluente e todos os poluentes associados a estas três vertentes.	Regula o movimento dos gases para o interior e exterior da matriz/meio/solo e consequentemente, para a componente hídrica.

Fonte: Adaptado de Batista, M. L. M. (2010). Concepção e implementação de actividades de investigação: um estudo com professores de física e química do ensino básico. 79–118. Obtido de <http://hdl.handle.net/10451/1854>

Os Sistemas Escoamento Subsuperfície (ESS) promovem o escoamento do afluente a tratar (idealmente após decantação) através de um meio poroso. O solo é, portanto, de extrema importância no funcionamento das mesmas. É constituído por material natural (Figura 2) como a gravilha ou mesmo solo arenoso, areia ou areão grosso e seixo rolado, material reciclado (Figura 3) como os geopolímeros e compósitos de argila expandida e lamas residuais ou mesmo sintéticos como o poliestireno (Oliveira, 2008).



Figura 2- Exemplos de solos com constituintes naturais utilizados nas Fito-ETAR

Fonte: Depositphotos, consultado em: <https://pt.depositphotos.com>



Argila expandida Lamas residuais

Figura 3 - Exemplos de solos com constituintes reciclados utilizados nas fito-ETAR.

Fonte: Depositphotos, consultado em:
<https://pt.depositphotos.com>



poliestireno

Figura 4 - Exemplo de um constituinte sintético do solo utilizados nas fito-ETAR.

Fonte: Depositphotos, consultado em:
<https://pt.depositphotos.com>

Nas fito-ETAR os fundos devem ser estanques/impermeabilizados de modo a impedir a contaminação dos solos e recursos hídricos subterrâneos e a assegurar a retenção de água necessária à manutenção da vegetação.

Nestes sistemas desenvolvem-se as plantas aquáticas, ou seja, espécies botânicas que têm o seu ciclo de vida ligado à água ou a ambientes encharcados e/ou húmidos. Os géneros mais usados neste tipo de tratamento são: *Typhas* (Figura 5), *Phragmites* (Figura 6) e *Juncus* (Figura 7) sendo as *Phragmites* as mais utilizadas na Europa pelas suas características de desenvolvimento, crescimento e adaptação.



Figura 5- Espécie *Typha latifolia* L.

Fonte- GBIF consultado em:
<https://www.inaturalist.org/observations/19613641>



Figura 6- Espécie *Phragmites australis*.

Fonte- GBIF consultado em:
<https://www.inaturalist.org/observations/19596816>



Figura 7- Espécie *Juncus acutus*.

Fonte- Jardim Botânico UTAD consultado em:
https://jb.utad.pt/especie/Juncus_acutus

As plantas macrófitas a implementar devem ser plantas que existam já nas imediações do local, para que a adaptação seja mais rápida e eficaz. Devem ter, também, uma elevada capacidade de evapotranspiração, boa tolerância a águas salobras e elevado teor em azoto (propriedades características de uma água residual à saída das fossas sépticas). As fito-ETAR realizam o tratamento das águas residuais afluentes através da remoção de sólidos suspensos,

compostos orgânicos, nutrientes (azoto e fósforo), patogénicos (bactérias, parasitas, vírus, etc.) e metais entre os quais metais pesados. Os processos de tratamento nos sistemas ESS, bem como, algumas estruturas de funcionamento encontram-se esquematizados na Figura 8 (Batista, 2010).

A transformação e remoção dos poluentes do afluente ocorre através de numerosos processos inter-relacionados de natureza química (oxidação-redução, precipitação), física (filtração, adsorção; sedimentação; difusão) e biológica, incluindo a biodegradação de compostos orgânicos pelas bactérias, a amonificação-nitrificação-desnitrificação de azoto orgânico, também efetuada por bactérias, a adsorção de fósforo e a libertação de produtos gasosos da decomposição da matéria orgânica para a atmosfera (Batista, 2010).

A eficiência de remoção de poluentes nestes sistemas depende, em larga escala, da capacidade de arejamento do solo e das propriedades do material de enchimento (Seco et al., 2008; Oliveira, 2008).

São imensas as vantagens deste tipo de tecnologias, tais como, baixos custos de construção e operação em comparação com outros sistemas convencionais, necessidade de menores áreas de implantação, elevada eficiência de remoção de matéria orgânica, matéria sólida, nutrientes como o azoto e o fósforo e metais pesados, impacto visual positivo, boa adaptação às condições climáticas do país, reduzida emissão de odores, dispesa de produtos químicos, entre muitos outros. Como desvantagens, podem referir-se a eficiência sazonal, influenciada pelas épocas vegetativas e não vegetativas, possível aparecimento de roedores e insetos, possível colmatção do leito e necessidade de maiores áreas para implantação do sistema (Batista, 2010).

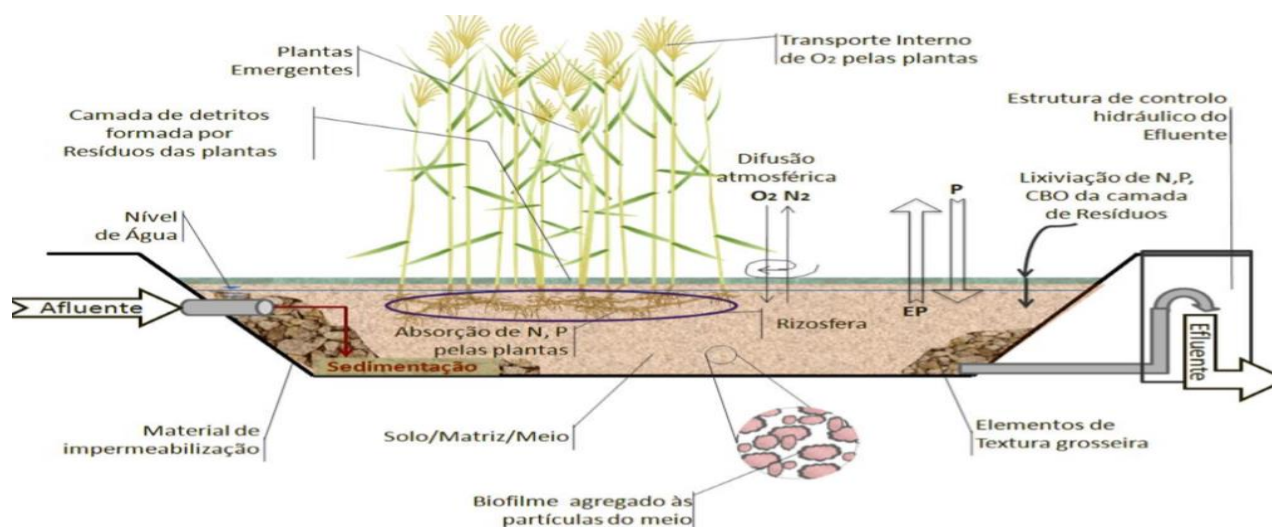


Figura 8- Esquema representativo dos processos e mecanismos ecológicos mais relevantes em sistemas de ESS

Fonte: Mendes, A. L. M. (2010). Fito-ETAR uma tecnologia aplicada ao tratamento de águas residuais: análise do comportamento hidráulico (Doctoral dissertation, ISA). Newcombe G, Coalition GWR. International Guidance Manual for the Management of Toxic Cyanobacteria. Global Water Research Coalition.

2.2 Enquadramento Educacional

Atualmente são vários os desafios colocados à educação. No mundo em que vivemos, os professores confrontam-se com um conjunto de problemas, como por exemplo, o abandono escolar, a indisciplina e a diversidade cultural que exigem um conhecimento especializado que permita encontrar as soluções mais adequadas, tendo em conta as sugestões veiculadas pelos documentos decorrentes das reformas curriculares. O conhecimento científico e tecnológico desenvolve-se também a um ritmo de tal forma intenso que somos confrontados diariamente com um crescimento exponencial de informação a uma escala global (Martins et al., 2017).

Desta forma, para ensinar conteúdos científicos é necessário que olhemos para a ciência segundo uma visão externalista, ou seja, não baseado apenas na construção de conceitos ou saberes, mas também de valores, atitudes e capacidades (Omotosho, 2015).

Estudos indicam que não é possível garantir a alfabetização científica usando métodos tradicionais. A aprendizagem da ciência precisa ser mais significativa, relevante e interessante, e os estudantes devem participar mais ativamente. A criação de situações perturbadoras torna-se crucial para a construção de conhecimento significativo, e de procura de novas soluções por parte dos alunos (Torres et al., 2013).

O Ensino das Ciências tem como principais objetivos a apropriação de conhecimento conceitual científico pelos alunos, não descartando a capacidade de estes serem capazes de participar na construção do mesmo assim como entender e compreender questões sobre a filosofia, história e metodologia da ciência.

Atualmente, no Ensino das Ciências, tem-se dado especial ênfase ao Ensino Orientado para a Investigação (na literatura da especialidade denominado por Inquiry-Based Teaching) (Kawalkar & Vijapurkar, 2015). O ensino por investigação constitui uma abordagem que tem uma longa história na educação em ciência. Fomenta o questionamento, o planeamento, a recolha de evidências, as explicações com bases nas evidências e a comunicação. Usa processos da investigação científica e conhecimentos científicos, podendo ajudar os alunos a aprender a fazer ciência e sobre ciência.

A inclusão de um ensino por investigação na sala de aula requer que os professores mudem o seu papel alterando a dinâmica das aulas, o que implica que estes tomem várias decisões, corram riscos e quebrem as suas rotinas de forma a enfrentarem as suas dificuldades e dilemas.

Tudo isto faz com que estas orientações educacionais não estejam ainda totalmente implementadas nas escolas portuguesas. (Cachapuz, Praia, & Jorge, 2002)

2.2.1 Ensino Orientado para a Investigação

O ensino por investigação constitui uma orientação didática para o planeamento das aprendizagens científicas dos alunos, reflete o modo como os cientistas trabalham e fazem ciência, dá ênfase ao questionamento, à resolução de problemas, à comunicação e usa processos da investigação científica como metodologia de ensino.

Com o EOI pretende-se que os jovens aprendam ciência, participando ativamente em todos os processos científicos, vivendo as dificuldades e alegrias próprias da descoberta científica. De uma maneira simples, deseja-se que os alunos se comportem como pequenos cientistas.

Desta forma os alunos são colocados como exploradores da informação por si próprios, assumindo assim um papel fundamental na aquisição de conhecimento e o professor como guia das suas aprendizagens (Kawalkar & Vijapurkar, 2015).

Os Professores passam a ter um papel diferente que vai além da transmissão do conhecimento conceptual, ou seja, orientam e apoiam os seus alunos, de forma a auxiliá-los no encontro de explicações/soluções para os seus problemas (Vasconcelos et al., 2012), baseados na observação, nas evidências, no questionamento e na argumentação durante as suas investigações (Kawalkar & Vijapurkar, 2015) ajudando-os desta forma a treinar o método científico.

O EOI diminui o ênfase do ensino tradicional, atribuindo assim maior relevância ao ensino orientado para o desenvolvimento de competências e para os processos investigativos, passando a sala de aula a ser um local onde é fundamental planear experiências, discutir em grupo, investigar, observar, registar, interpretar, tirar conclusões, prever, argumentar, recolher evidências, resolver problemas e refletir, sendo assim, a investigação um processo crucial para a busca de solução(ões) (Van Uum, Verhoeff, & Peeters, 2017).

Para que o professor possa cumprir com estas orientações, assim como outras como o Perfil do Aluno do Século XXI, existem variados modos, sendo que o **Ensino Baseado em Casos (EBC)** ou **Case Based Learning** é um deles.

Com o EBC, os alunos desenvolvem habilidades em pensamento analítico e julgamento reflexivo, lendo e discutindo cenários complexos da vida real. (Cachapuz et al., 2002; Hodson, 1993; Vasconcelos & Almeida, 2012).

Apesar do seu potencial, esta metodologia requer um conhecimento específico e um contexto educativo apropriado para a sua aplicação ser bem-sucedida, sendo que o papel dos professores continua a ser essencial em todo o processo de aprendizagem, não havendo a sua demissão enquanto agente educativo (Vasconcelos & Faria, 2017).

2.2.2 Ensino Baseado em Casos

O Ensino Baseado em Casos é uma metodologia de ensino que tem como estratégias base o trabalho de grupo onde os alunos aprendem com os seus pares, mediante as interações que se estabelecem entre estes (Secund et al., 2017) sendo, portanto, enquadrada na perspetiva socio-construtivista.

Os casos são narrativas, situações, amostras seleccionadas de dados ou declarações que apresentam questões ou situações não resolvidas e provocativas que requerem a tomada de uma decisão, sendo solicitado aos alunos que, idealmente em pequenos grupos, encontrem soluções para os problemas levantados (Biggs & Tang, 2011).

Os estudantes têm a necessidade de fazer conexões interdisciplinares com outras áreas do conhecimento e desenvolver relações entre os acontecimentos cotidianos, bem como com objetos e com os seres humanos. Além de conhecer terminologias e nomes específicos os alunos aplicam, então, os seus conhecimentos a cenários do mundo real, promovendo altos níveis de cognição. Os casos apresentam um problema disciplinar ou problemas para os quais os alunos desenvolvem soluções sob a orientação do professor. O Ensino Baseado em Casos não tem, portanto, como objetivo principal a lecionação de novos conteúdos, mas sim proporcionar aos alunos a oportunidade de aplicarem os conhecimentos previamente aprendidos na resolução de problemas reais possibilitando a ponte entre o conhecimento factual lecionado nas escolas e a complexa realidade.

Este método de ensino envolve uma investigação guiada e baseia-se no construtivismo por meio do qual os alunos formam novos significados, interagindo com seu conhecimento e o ambiente (Lee, 2012). As questões levantadas pelos alunos e as interações que se estabelecem no decorrer da análise dos casos, do debate de ideias e negociações entre pares,

desencadeiam, assim, processos importantes na construção de conhecimento (Harrington & Garrison, 1992) pois permitem que os alunos expressem seu conhecimento prévio, observem, investiguem, criem, expliquem, critiquem, tomem decisões e desenvolvam seus conceitos e atitudes (Torres et al., 2013), resultando, assim, em novos conhecimentos.

Através da aprendizagem baseada em casos, os alunos podem melhorar suas habilidades de pesquisa e habilidades sociais. Além disso, o EBC beneficia os alunos das seguintes formas (Vasconcelos et al., 2017).

- Aumenta a motivação intrínseca e extrínseca dos alunos para aprender, envolve a autodescoberta em que o professor atua como facilitador;
- Desenvolve habilidades de pensamento crítico, escrita e comunicação modeladas pelo professor e emprega discussões e debates;
- Melhora a retenção de informações, oferece uma troca e fluxo de ideias de uma pessoa para outra e alcança confiança e respeito;
- Fornece um modelo para a aprendizagem ao longo da vida modelando o processo de aprendizado indutivo a partir da experiência, sendo valioso na promoção da aprendizagem ao longo da vida;
- Promove uma aprendizagem contextual mais eficaz e uma retenção a longo prazo;
- Demonstra o poder de trabalhar cooperativamente;
- Facilita a integração da aprendizagem;
- Estimula a autorreflexão e reflexão crítica do aluno;
- Permite a investigação científica;
- Integra conhecimento e prática e apoia o desenvolvimento de uma variedade de habilidades de aprendizagem;
- Imita o mundo real e mostra como muitas vezes as decisões não se baseiam em valores absolutos como o certo e errado, mas em valores relativos e incertezas;
- Facilita a memorização, fornecendo aos estudantes âncoras mentais para factos, conceitos e princípios que devem ser estudados e assimilados.

Atividades de modelação, saídas de campo, atividades laboratoriais, atividades práticas, atividades de computação, jogos de simulação, projetos em equipa, debates e *role-play* são algumas das estratégias utilizadas aquando da utilização desta metodologia (Vasconcelos et al., 2017).

O papel do professor é fundamental na medida que este surge como mediador e facilitador do processo de aprendizagem, sendo por isso importante que investigue as formas de incentivar e promover o questionamento dos alunos em detrimento da transmissão exclusiva

de conteúdos (Giacalone, 2016), bem como analise as formas como usar essa abordagem de forma a promover a aprendizagem (Torres et al., 2013).

O EBC tem um forte histórico de implementação bem-sucedida em faculdades de medicina, direito e administração (Thistlethwaite et al., 2012; Vora & Shah, 2015; Williams, 2005) e é cada vez mais usado no ensino das ciências, atendendo às vantagens que apresenta (Secund et al., 2017).

Capítulo 3. Metodologia de Investigação

Uma intervenção pedagógica tem como finalidade contribuir para o êxito das aprendizagens dos alunos sendo que todo o processo investigativo contribui significativamente para a teoria e para a prática educacional (Gay, Mills, & Airasian, 2012). Tornou-se importante que durante todo o processo se tivesse procurado analisar não só as dificuldades dos alunos, de modo a criar estratégias que os ajudassem a ultrapassar essas mesmas dificuldades, mas também examinar as suas potencialidades e aquilo que eram capazes de produzir e de concretizar.

3.1 Caracterização da Investigação

A metodologia de investigação aplicada foi o estudo de caso. Este tipo de investigação tem vindo a ganhar maior reputação no campo da educação e das ciências sociais, uma vez que este permite aos investigadores construir e inovar no âmbito da educação (Gay, Mills & Airasian, 2012).

O estudo de caso aborda geralmente um problema de interesse para a prática profissional do investigador, sendo que a aprendizagem gerada pode ser benéfica também para outros. A vantagem do estudo de caso é a sua aplicabilidade a situações humanas, a contextos contemporâneos de vida real (Dooley, 2002), como é o caso.

Neste sentido, a investigação seguiu uma perspetiva qualitativa, na medida em que, mais do que avaliar, o objetivo da investigação foi também descrever e interpretar, permitindo ao professor investigador dar sentido aos acontecimentos (Vilelas, 2009) e quantitativa, tendo-se procedido à recolha de dados através da aplicação de um teste cognitivo para testar hipóteses, com base na medição numérica e na análise estatística (Hernández, 2006), resultando assim numa combinação de métodos (Coutinho, 2018) denominada pelo autor como o modelo explanatório, em que os dados qualitativos têm um peso superior dados quantitativos, sendo que os últimos são de grande importância na compreensão da investigação.

A recolha de dados qualitativos foi realizada através de observação direta e estruturada, com recurso a uma grelha e consequente análise de conteúdo. Os dados de teor qualitativo

permitiram uma melhor interpretação dos resultados dos testes (resultados de cariz quantitativo), numa integração metodológica que se propõe alcançar um entendimento mais profundo da aplicabilidade do estudo de caso.

Este estudo de caso regeu-se da lógica que guia as sucessivas etapas de recolha de dados (sendo a fonte direta dos dados o ambiente natural e o investigador o principal agente na recolha dos mesmos) que neste caso aconteceu em 3 momentos distintos, inicialmente com a administração de um pré-teste, no qual um grupo experimental foi sujeito a avaliação através da aplicação de um teste diagnóstico com questões relativas à temática científica em causa, um segundo momento, com a aplicação do estudo de caso na aula prática e um terceiro momento, com a aplicação novamente do teste inicial (pós-teste) utilizando apenas um só grupo, sem grupo de controlo para comparar.

A utilização de um grupo único deve-se ao facto de o trabalho de investigação a desenvolver pelo formando se encontrar limitado às turmas que lhe são atribuídas. Assim, não foi possível a obtenção de uma amostra aleatória nem a obtenção de grupos estatisticamente semelhantes, o que impossibilitou a existência de um verdadeiro grupo controlo.

Neste aspeto em particular, o mais importante é o processo em si e não propriamente os resultados, a análise dos dados é feita de forma indutiva e o investigador interessa-se, acima de tudo, por tentar compreender o significado que os participantes atribuem às suas experiências, por isso, a análise dos dados implica grandes quantidades de informação descritiva sendo a mesma longa e minuciosa. Essas informações precisam de ser devidamente organizadas/categorizadas e interpretadas (Gay et al., 2012).

3.2 Caracterização da Amostra

Este estudo foi realizado com uma amostra constituída pelos elementos da turma de 9.º ano de escolaridade, que havia sido atribuída ao núcleo de estágio da PES da Escola Básica Augusto Gil, estabelecimento de ensino situado no centro da cidade do Porto.

A amostra incluiu 16 alunos ($n=16$), excluindo 3 discentes, uma vez que 2 carecem de medidas adicionais de suporte à aprendizagem e à inclusão (Decreto-Lei n.º 54/2018) e uma aluna não compareceu à aula por motivo de doença. A amostra é composta por alunos com idades compreendidas entre os 13 e os 16 anos (média=14,5). Em relação ao género dos participantes, prevalece o género masculino com 9 alunos (56,25%) e 7 eram do género feminino (43,75%).

É de referir que existem dois alunos participantes no estudo, um do sexo masculino e outro do sexo feminino a beneficiarem de medidas seletivas e universais de suporte à aprendizagem.

Quanto ao aproveitamento escolar, os alunos desta amostra apresentavam registo de retenções ao longo do seu percurso escolar, sendo o seu aproveitamento no corrente ano letivo classificado como satisfatório.

Na execução desta investigação, foi, portanto, utilizada uma amostra de conveniência. Este tipo de amostragem consiste em utilizar um grupo intacto, previamente constituído, de indivíduos que se encontrem disponíveis e ao alcance do investigador. A amostra não é representativa da população, por se tratar de uma amostragem não probabilística, logo, os resultados obtidos não são generalizáveis, podendo, no entanto, revelar-se bons indicadores (Cohen et al., 2017).

3.3 Técnicas e instrumentos de recolha de Dados

Para verificar se os alunos realizaram aprendizagens significativas durante o plano de intervenção pedagógica, respondendo assim à questão problema, procedeu-se à recolha de dados a partir das técnicas de observação (Anexo 5) e análise documental, sendo que o principal instrumento de recolha de dados foi o teste de avaliação diagnóstica (Anexo 1).

3.3.1 Teste cognitivo de avaliação diagnóstica

Esta técnica corresponde a um procedimento formal e organizado que permite obter informações sobre os domínios cognitivos e/ou emocionais dos inquiridos.

Para esta investigação foi selecionado o teste cognitivo, uma vez que se pretendia avaliar processos intelectuais, como o raciocínio, a resolução de problemas e capacidade de análise e aplicação do conhecimento a situações concretas (Gay et al., 2012).

Neste caso foi aplicado um teste (Anexo 1) maioritariamente com itens de seleção, ou seja, itens de escolha múltipla, de forma a detetar inicialmente as conceções dos inquiridos sobre a temática em causa e posteriormente para analisar os resultados na aprendizagem da

aplicação do estudo de caso e apenas uma questão de resposta aberta, que permitirá verificar a proficiência do aluno no momento em que é administrado.

3.3.2 Observação

A observação constitui uma das principais técnicas de recolha de dados nas abordagens qualitativas (Lüdke & André, 1986). A observação é sistematicamente organizada em fases, aspetos, lugares e pessoas, relaciona-se com proposições e teorias sociais, perspetivas científicas e explicações profundas e é submetida ao controle de veracidade, objetividade, fiabilidade e precisão (Aires, 2015).

O método de recolha de dados por observação é um método em que o investigador observa os participantes no seu ambiente natural ou contextos “artificiais” criados para o efeito. É uma estratégia muito valorizada na investigação em educação.

Para este efeito será observado o comportamento dos alunos e elaborada uma grelha de observação (Anexo 5) que foi preenchida durante a aplicação do estudo de caso, na aula prática de Ciências Naturais, com o intuito de aferir alterações nas atitudes e comportamentos dos discentes. Para tal, definiram-se 4 parâmetros a avaliar: a) motivação, que pode ser medida através de atitudes como tomar iniciativa, iniciar rapidamente uma tarefa e empenhar-se nela com esforço (Ribeiro, 2011); b) interação, que pode ser definida como a troca de influências e ideias bem como a comunicação que se estabelece entre alunos e entre professor e alunos c) atenção, que se define como o processo que direciona, seleciona, alerta, contempla, sendo um termo global utilizado para definir vários processos que variam da concentração à vigilância e, por fim, d) participação, que consiste na intervenção ativa enquanto processo da construção do conhecimento incluindo tomada de decisão, levantamento de questões pertinentes, manifestar uma opinião ou responder a uma questão colocada pelo docente (Aires, 2015).

Foram contemplados, ainda, níveis de desempenho a atribuir aos discentes (Tabela 7) de forma a garantir que qualquer outro investigador (ou docente) poderá aplicar a grelha a um determinado grupo-alvo e os resultados dessa aplicação, ainda que realizada por diferentes investigadores, serão concordantes (fidelidade do instrumento).

Tabela 7:

Tabela explanatória dos níveis de desempenho avaliados durante a observação.

Motivação
Níveis de desempenho: 1-Não Satisfatório: Ausência de motivação, aluno não mostra nenhum empenho. 2-Satisfatório: Posição intermédia; 3-Muito Satisfatório: Verifica-se uma atitude pró-ativa, iniciar rapidamente uma tarefa e empenha-se nela com esforço.
Interação
Níveis de desempenho: 1-Não Satisfatório: O aluno não estabelece ligações/relações com os restantes alunos; não troca ideias nem com os alunos nem com o professor; há pouca comunicação. 2-Satisfatório: Posição intermédia. 3-Muito Satisfatório: Estabelece relações com os colegas e com o professor; há comunicação, registando-se troca de ideias e influências de forma ativa.
Atenção
Níveis de desempenho 1-Não Satisfatório: O aluno não parece encontrar-se num estado de vigília e de concentração. 2-Satisfatório: Posição intermédia. 3-Muito Satisfatório: O aluno apresenta um estado de vigília e de concentração elevados e está alerta.
Participação
Níveis de desempenho: 1-Não Satisfatório: O aluno não decide; não manifesta opinião; tem uma intervenção passiva. 2-Satisfatório: Posição intermédia. 3-Muito Satisfatório: O aluno toma decisões, manifesta opiniões e levanta questões pertinentes; quando interpelado responde de forma correta; participa de forma ativa.

Com a conclusão das observações, posteriormente, será realizada uma reflexão teórica sobre os aspetos observados, bem como na formulação de conexões entre as diversas dimensões das realidades observadas.

3.4 Validade e fidelidade dos instrumentos de recolha de dados

A fidelidade significa precisão do método de medição e pode ser averiguada através da análise da consistência ou estabilidade desse método. Um método (teste ou instrumento de medida) fiável não deve produzir resultados significativamente diferentes se for repetido sobre o mesmo indivíduo.

Um teste ou instrumento de medida dizem-se válidos se conseguirem traduzir de forma correta a grandeza que pretendem medir (Coutinho, 2013; Gay et al., 2011). Enquanto a fiabilidade diz respeito à consistência ou estabilidade de uma medida, a validade diz respeito à sua veracidade.

Os dados assim obtidos são válidos se realmente refletirem o fenómeno em estudo. Uma medida pode ser muito fiável (precisa) mas pode estar errada e ser inválida. Portanto fiabilidade não implica validade, mas é um requisito para avaliar a validade. Ou seja, uma medida para ser válida deve antes de mais ser fiável.

Estes dois parâmetros serão garantidos através de uma correta construção dos instrumentos e uma adequada análise de conteúdo, sendo que a validade e fidelidade de todos os instrumentos de recolha a serem utilizados será dada pela análise dos pelos orientadores de IPP e PES.

Capítulo 4. Programa de Intervenção

Foi elaborado e conduzido um PI com base no enquadramento teórico e metodológico apresentado anteriormente com o objetivo de encontrar resposta(s) para o problema e objetivos de investigação enunciados no Capítulo 1. Este capítulo compreende uma descrição detalhada dos elementos que constituem o PI, incluindo a fase de planificação e construção dos recursos educativos, e posteriormente foi aplicado o PI durante duas aulas de 50 minutos de Ciências Naturais, sendo que na primeira aula a turma encontrava-se dividida em dois turnos, perfazendo um total de 100 minutos.

4.1 Planificação e recursos educativos

A planificação de aula é um importante auxiliar da prática pedagógica, contribuindo para o sucesso do processo de ensino-aprendizagem, uma vez que permite ao docente fazer uma previsão do que poderá ser a sua aula, definindo o conjunto de objetivos, conteúdos, experiências de aprendizagem, assim como a avaliação.

Nesta fase é fundamental definir quais as estratégias a adotar, tendo em conta o grupo-alvo e quais os recursos necessários, de forma a promover uma melhoria na qualidade das intervenções educativas (Alvarenga, 2011).

A planificação do trabalho a realizar em sala de aula, ajuda então, o professor a evitar a repetição de aprendizagens já conseguidas, a escolher os melhores recursos e, numa perspetiva de otimização e maximização do processo educativo conferindo maior eficiência às atividades educacionais, alcançar um conjunto de metas estabelecidas, em determinado prazo, ou repensar sobre os objetivos não atingidos, resultando na melhoria da qualidade de todo o processo educativo.

Para a aplicação do PI, como referido anteriormente, foram dinamizadas duas aulas tendo, consequentemente, sido elaboradas duas planificações de aula (Anexo 2), nestas últimas foram discriminados todos os objetivos e etapas de desenvolvimento das aulas, assim como as tarefas solicitadas aos alunos e a mediação do professor, os recursos necessários, estratégias de avaliação e indicadores de aprendizagens. Foram, também, elaborados vários recursos educativos entre os quais podemos incluir o teste cognitivo (Anexo 1), o modelo

(Anexo 3) e a ficha orientadora de caso (Anexo 4) necessários para a operacionalização deste PI.

O teste, como referido anteriormente, é composto maioritariamente por itens de escolha múltipla e por uma questão de resposta aberta, que permitirá verificar as conceções dos alunos sobre a temática científica em causa. Toda a linguagem e estrutura foi cuidadosamente selecionada.

Para auxiliar na explicação prática do tema foi construído, pela estagiária, um modelo de uma fito-ETAR (Figura 9). No interior da caixa de vidro, encontra-se afixada uma placa de esferovite que simula a camada impermeável que é colocada no solo, a mesma encontra-se coberta por areia e algumas plantas artificiais. Como no terreno é difícil observar o funcionamento da fito-ETAR dado ser apenas possível observar as plantas, o modelo elaborado tornou-se uma mais-valia pois permite visualizar todo o processo de tratamento de água ocorrido em profundidade, através do vidro.



Figura 9- Modelo demonstrativo de uma Fito-ETAR.

Tal como referido anteriormente o ensino baseado em casos requer que os alunos possuam conhecimentos prévios acerca dos conteúdos abordados em cada caso a explorar, no sentido de promover a reflexão e discussão do mesmo de forma o mais enriquecedora possível.

A aquisição desses conhecimentos por parte dos alunos foi promovida quer pelos Professores Estagiários, que abordaram conteúdos relacionados com o Sistema Nervoso, quer pela orientadora cooperante, que abordou o conceito de Saúde Pública assim como os

conteúdos de geologia que se relacionam com a temática - A Água, O Ar, As Rochas e o Solo – Materiais Terrestres e Terra em Transformação.

Depois de salvaguardar que todos os conteúdos necessários foram expostos aos alunos, foi redigida uma ficha orientadora com vários textos acerca do caso a ser explorado pelos mesmos, intitulado “Fito-ETAR uma Eco tecnologia aplicada ao tratamento de águas residuais” (Anexo 4). Este texto foi construído com base em resultados de investigações científicas recentes, diversas notícias de jornal assim como relatórios de autarquias e outras entidades.

Ao longo da atividade, os alunos foram confrontados com diversas informações, nomeadamente com um caso real de um *bloom* de cianobactérias, na albufeira do Torrão. Foi realçado o dinamismo entre a biosfera e a geosfera, particularizando as fontes de fosfato naturais e artificiais assim como a importância dos solos e o impacto que as fito-ETAR podem ter na saúde pública, tendo os alunos sido desafiados a encontrarem/escolherem uma solução adequada para o problema da poluição por fosfatos da água.

Com isto, pode dizer-se que o caso desenvolvido obedece aos princípios apontados por Vasconcelos e Faria (2017) como essenciais para uma adequada utilização no ensino baseado em casos, tanto por ser usado um facto real, quer por basear-se em investigações e estudos rigorosos, bem como por promover o desenvolvimento de diferentes perspetivas e por poder ser explorado de forma interativa pelos alunos com o objetivo de direcioná-los para uma conclusão, mediante o fornecimento dos recursos e do contexto necessários para a discussão das questões de forma dinâmica.

Para que tudo isto seja possível, o EBC, tem de ser suportado por estratégias distintas que visem promover a discussão dos diversos assuntos com o intuito de chegar a uma conclusão. Foram, portanto, escolhidas para a aplicação deste PI, estratégias como o trabalho em grupo e a exploração de diversos pontos de vista, incentivando a um *role play* entre os elementos do grupo e a turma.

Para que os objetivos da aula sejam cumpridos é necessário que a aula seja interativa e dinâmica, pontos fortemente influenciados pela qualidade da planificação realizada.

Durante a fase de planificação foram definidos, para os alunos, os seguintes objetivos: contribuir para a aquisição de competências de análise e interpretação de situações reais e promover o raciocínio científico e a literacia científica através da metodologia de Ensino Baseado em Casos. Para que os objetivos fossem cumpridos com sucesso, durante a planificação da aula, ficou definido que o trabalho seria feito em pequenos grupos de três a quatro elementos, onde todos os grupos analisariam a mesma informação para que no final

conseguissem entre todos, dar resposta às questões propostas. Durante este processo foi fundamental a estratégia de *role play*.

Para que a estratégia funcionasse, durante a planificação, foram definidas algumas questões orientadoras, uma vez que, estes momentos de trocas de ideias têm sempre associado um grande grau de imprevisibilidade. Este conjunto de questões, não sendo certamente as únicas a ser levantadas durante a realização da dinâmica, são fundamentais para o professor, enquanto mediador da mesma, de forma a fomentar a persecução dos objetivos definidos. As questões selecionadas para serem abordadas na aula foram:

- ✓ Que espécies de cianobactérias ocorrem em *blooms* na Albufeira do Torrão?
- ✓ Que características do enquadramento geológico do rio poderão influenciar o aumento da densidade de cianobactérias, com ocorrência de *blooms*?
- ✓ Que consequências podem ter os *blooms* de cianobactérias na saúde pública?
- ✓ Poderá aumentar-se a eficiência da ETAR do Torrão, com benefício para a saúde pública, complementando o tratamento com recurso a leito de macrófitas depuradoras?

Relativamente à avaliação dos alunos, neste PI, foi formativa, tendo sido avaliada a componente prática. Neste ponto foram tidos em consideração o trabalho processual desenvolvido pelo aluno em sala de aula, que avalia, em grelha própria, competências referentes à participação e conhecimentos; os produtos finais elaborados individuais e/ou em grupo que avalia, essencialmente, competências ao nível da aplicação do conhecimento (Teste Diagnóstico) e a componente das Atitudes/Valores que é tida em linha de conta por comportamentos de boa cidadania, organização e interesse pelas atividades propostas.

O facto de a avaliação se operacionalizar de formas variadas, faz com que haja um sentido de continuidade avaliativa cujo principal objetivo é melhorar a aprendizagem efetiva. Nesta avaliação há espaço para uma maior interação entre o professor e o aluno e aluno-aluno, sem haver a punição de erro. Esta desconstrução do erro é importante, uma vez que permite ao aluno ter consciência deste e corrigi-lo, e ao professor reorientar a sua estratégia educativa (Leite & Fernandes, 2014).

O teste de avaliação diagnóstica e respetivos critérios de correção (Anexo 1) assim como a grelha de observação (Anexo 5) constituíram instrumentos de avaliação dos alunos e de recolha de dados para a investigação realizada no âmbito deste PI.

4.2 Aplicação do programa de intervenção

A aplicação do PI desta investigação decorreu na segunda semana de maio de 2019. A sua concretização ocorreu na aula de Ciências Naturais do 9.º ano de escolaridade de uma turma de uma escola básica da cidade do Porto, de acordo com a planificação de aula (Anexo 2) elaborada pela investigadora. A temática científica abordada nas aulas está incluída nas metas curriculares da disciplina de Ciências Naturais para o 9.º ano de escolaridade, à exceção dos conteúdos relacionados com a litologia e os solos no 7.º ano de escolaridade e 2.º Ciclo do Ensino Básico.

Para facilitar a participação ativa de todos os alunos, com o intuito de lhes promover melhores condições de trabalho bem como à investigadora e de facilitar a participação ativa de todos, retirando o máximo de rendimento da metodologia e estratégias adotadas. O Plano de Intervenção foi aplicado numa aula prática de turnos, onde a turma é dividida em duas partes, sendo o grupo de trabalho mais pequeno, constituído por 8-9 alunos. O Programa de Intervenção aplicado ao primeiro turno num tempo letivo e ao segundo turno no tempo letivo seguinte.

Numa primeira aula, segundo a planificação presente no Anexo 2, foi administrado um teste cognitivo (Anexo 1) com o intuito de diagnosticar os conhecimentos prévios dos discentes sobre as temáticas científicas relacionadas com as fito-ETAR e com as tecnologias aplicadas ao tratamento de águas residuais. O teste diagnóstico teve a duração de 10-15 minutos.

Posteriormente, a turma foi dividida em grupos de 3 a 4 alunos, tendo em consideração as características individuais de cada aluno, de forma a garantir a formação de grupos heterogéneos, estimulando assim o desenvolvimento de aprendizagens mais enriquecedoras e diversificadas uma vez que promove a exposição dos alunos a diferentes ideias e pontos de vista. Os grupos foram distribuídos pelas mesas da sala de aula. A disposição das mesas não foi alterada uma vez que na sala onde são lecionadas as aulas prática, as mesmas já se encontram distribuídas em grupos, formando pequenas ilhas.

De seguida, foi dada a conhecer aos alunos a metodologia que iria ser aplicada na aula prática. Apesar de a metodologia já ter sido utilizada pela orientadora com a turma em anos anteriores, a existência de novos alunos e o esquecimento por parte de outros, tornou inevitável a existência de uma explicação cuidada e detalhada da metodologia de ensino baseado em casos e das estratégias de ensino englobadas neste Programa de Intervenção.

Depois da contextualização da metodologia e do breve esclarecimento acerca da forma com a aula iria decorrer, incluindo informações acerca das atividades que iriam ser

desenvolvidas e do que seria esperado, quer da parte dos alunos, quer da parte do professor prosseguiu-se para o início efetivo da aula. Foi então distribuída pelos grupos, uma ficha orientadora do caso (Anexo 4) com a descrição do mesmo e foi-lhes solicitado que o analisassem e discutissem em grupo. Para ajudar na contextualização do caso, foi passado um vídeo com cerca de cinco minutos, que expõe de forma clara, os problemas de eutrofização do Rio Tâmega. Esta problemática foi abordada num dos episódios do conhecido programa da RTP1 “Biosfera”, do qual a turma viu um pequeno trecho.

O episódio em causa, explana com muito detalhe o caso em questão, um *bloom* de cianobactérias na albufeira do Torrão (rio Tâmega), há cerca de dez anos atrás. Os alunos foram confrontados depois com alguns documentos atuais, relativos ao mesmo local e à mesma problemática. Esta cronologia temporal entrou também em discussão durante a análise do caso e foi escolhida pela investigadora propositadamente.

Os documentos de apoio (Anexo 4), incluíam pontos de vista de diversas partes envolvidas e outros aspetos importantes para a exploração do caso, assim como tabelas de síntese, que auxiliaram os alunos no levantamento e organização das principais ideias presentes nos documentos auxiliares, assim como na reflexão acerca de outros aspetos relevantes. A grande maioria do tempo letivo foi, então, dedicada à análise e discussão dos textos fornecidos, orientados também por algumas questões.

A fase final da aula, foi dedicada à dinamização de um debate em formato *role play*. A discussão foi mediada pelo professor, que facilitou o diálogo, de forma a permitir que cada grupo apresentasse os argumentos que apoiam o seu ponto de vista. Após o debate, o professor estimulou os alunos para que alcançassem uma decisão final. Por fim, o professor realizou com os alunos uma síntese de todo o processo, incluindo os principais aspetos abordados por estes e a decisão a que chegaram.

Para ajudar os grupos a perceber melhor o funcionamento das fito-ETAR, foi também exposto ao grupo, um modelo representativo da fito-ETAR.

A aula terminou com a aferição das aprendizagens de conteúdos conceituais realizadas pelos alunos, repetindo a aplicação do teste diagnóstico que havia sido realizado no início da aula.

O papel do professor investigador, no decorrer das aulas dedicadas à aplicação deste PI, foi o de mediador e facilitador. Na primeira aula acompanhou cada grupo de forma independente, orientando na exploração do caso sempre que solicitado ou que era necessário, mas nunca condicionando a forma de pensar e agir dos alunos. Na segunda aula mediu o debate de forma a estimular a participação de todos os elementos, mediante a colocação de

questões desafiantes que apelavam ao raciocínio, pensamento crítico e criatividade dos alunos, valorizando todas as intervenções e tendo cuidado para não deixar transparecer a sua posição relativamente aos assuntos abordados.

Capítulo 5. Resultados e discussão

Neste capítulo, os dados recolhidos apresentam-se analisados utilizando métodos estatísticos e recorrendo à análise de conteúdo, com o objetivo de organizar e descrever os resultados de uma forma coerente e objetiva.

5.1 Resultados e discussão referentes ao Teste diagnóstico

O teste diagnóstico administrado antes (pré-teste) e depois (pós-teste) de aplicada a metodologia de ensino baseada em casos, como referido anteriormente, foi corrigido de acordo com critérios de correção específicos, que permitiram avaliar os resultados obtidos. (Anexo 5)

No sentido de se verificar se a aplicação do Programa de Intervenção contribuiu positivamente, para o processo de aprendizagem, procedeu-se a uma análise estatística dos resultados obtidos (número de respostas corretas), sumarizando-se os mesmos na Tabela 8.

Tabela 8:

Estatística descritiva dos resultados obtidos no pré e pós-teste (0-5 respostas corretas), com média, desvio padrão e registo de valores mínimos e máximos.

Estatística descritiva					
	n	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
pré-teste	16	1	3	1,71	0,67
pós-teste	16	3	5	3,53	0,70

Numa primeira análise, ainda que superficial, verificou-se uma subida do número de respostas corretas (mínimos e máximos) obtidos no pós-teste, quando comparados com o número de respostas corretas obtidos na primeira aplicação do teste, passando assim, de apenas uma resposta correta para três (mínimo) e de três respostas corretas para cinco (máximo).

Tendo em conta os resultados do pré-teste (Tabela 9), as questões com maior percentagem de respostas corretas foram as questões 2 e 3, demonstrando que a maioria dos discentes associaram corretamente a consequência do aneurisma na saúde do sistema nervoso (n=9; 56,3%) assim como a poluição hídrica ao aparecimento de cianobactérias (n=10; 62,6%).

Por outro lado, as questões 1, 4, 5 registaram uma percentagem de respostas corretas inferior a 50%. Os alunos manifestaram dificuldade na identificação de doenças do sistema nervoso associadas a fatores ambientais (questão 1), sendo que apenas cinco alunos selecionaram a resposta correta ($n=5$; 31,3%). No que se refere à questão 4, apenas seis alunos ($n=6$; 37,5%) identificaram corretamente o método utilizado pela fito-ETAR para remover elementos químicos da água. Quanto à questão 5, questão de resposta aberta, nenhum aluno respondeu de forma completa e cientificamente correta. Apesar disso, cinco alunos identificaram a afirmação “Fatores ambientais podem condicionar fortemente a saúde do sistema nervoso” como sendo verdadeira, tendo a sua justificação apresentado imprecisões científicas.

Tabela 9:
Frequência de respostas corretas no pré-teste

Questões	1	2	3	4	5
Frequência da resposta correta	$n=5$ (31,3%)	$n=9$ (56,3%)	$n=10$ (62,5%)	$n=3$ (18,8)	$n=0$ (0%)

Os resultados do pós-teste foram visivelmente melhores como se pode observar na tabela 10. A questão 3 foi registada como sendo a questão com maior percentagem de respostas corretas, sendo que catorze dos dezasseis alunos, identificaram com sucesso a relação entre a poluição da água e o aparecimento de neurotoxinas. Segue-se a questão 1, identificação de doenças do sistema nervoso associadas a fatores ambientais, com uma frequência de respostas correta de 81, 3%, questão respondida corretamente por treze dos dezasseis alunos.

Quanto às questões 4 e 5, relacionadas com método utilizado pela fito-ETAR para remover elementos químicos da água e as relações entre a poluição da água e a saúde do sistema nervoso, podemos ver que mesmo depois de aplicada a metodologia de ensino baseado em casos, mais de metade dos alunos continua a não selecionar a resposta correta. Apesar disso, no que concerne à comparação entre o pré e o pós teste, é de referir que as questões 1 e 5 apresentaram grandes melhorias, sendo que, na questão 1, oito alunos melhoraram a sua prestação, selecionando a resposta correta, e na questão 5, sete alunos melhoraram o seu desempenho, respondendo corretamente e sem erros científicos à questão de resposta aberta, associando com clareza e objetividade os fatores ambientais de risco ao aparecimento de cianobactérias.

Tabela 10:

Frequência de respostas corretas no pós-teste em comparação com as do pré-teste.

Questões	1	2	3	4	5
% De respostas certas pré-teste	n=5 (31,3%)	n=9 (56,3%)	n=10 (62,5%)	n=3 (18,8)	n= 0 (0%)
% De respostas certas pós-teste	n=13 (81,3%)	n=10 (62,5%)	n=14 (87,5%)	n=7 (43,8%)	n=7 (43,8)
% Melhoria	n=8 (50%)	n=1 (6,25)	n=4 (25%)	n=4 (25%)	n=7 (43,8)

5.2 Resultados e discussão referentes à observação

Os registos de observação foram recolhidos pela investigadora durante a aplicação do PI. A grelha de observação desenvolvida e aplicada no âmbito deste estudo (Anexo 5) permitiu aferir que os comportamentos dos alunos, no decorrer da ação interventiva prevista no estudo, foram favoráveis.

Os parâmetros aferidos, já mencionados em secções prévias, foram definidos e selecionados por se tratarem de fatores condicionantes das dinâmicas educativas e das próprias aprendizagens.

A aplicação do PI, evidenciou e promoveu a colaboração e a interação entre discentes, pelo que maioria dos alunos apresentou um desempenho satisfatório em todos os parâmetros (Tabela 11).

Tabela 11:

Resultados aferidos pela aplicação de grelha de observação durante o Programa de Intervenção, para os cinco parâmetros considerados: motivação, interação, colaboração, atenção e participação.

	Motivação	Interação	Atenção	Participação
Não Satisfatório	n=1 (6,25%)	n=0 (0%)	n=0(0%)	n=1(6,25%)
Satisfatório	n=9 (56,25%)	n=9 (56,25%)	n=9 (56,25)	n=8 (50%)
Muito Satisfatório	n=6 (37,5%)	n=7 (43,75%)	n= 7(43,75%)	n=7(43,75%)

Os níveis motivacionais do grupo-turma atingiram um bom desempenho. No que toca ao parâmetro da motivação, pode dizer-se que apenas um aluno (6,25%) apresentou um comportamento pouco satisfatório, enquanto que maioria, nove alunos (56,25%) apresentou comportamento Satisfatório, indiciando já uma das potencialidades pedagógicas da utilização da metodologia de ensino baseado em casos.

Também os parâmetros Participação, Interação e Atenção verificaram predominância do nível de desempenho Satisfatório e Muito Satisfatório. Os níveis de atenção registados no parâmetro da Interação e Atenção foram predominantemente de tipo Satisfatório, com registo de sete elementos (43,75) com desempenho Muito Satisfatório.

Note-se ainda que apenas em dois dos parâmetros (Motivação e Participação) o observador registou desempenhos de nível Não Satisfatório (um aluno).

Capítulo 6. Conclusões

Este capítulo encontra-se dividido em três subcapítulos. No primeiro são abordadas as conclusões gerais, referindo-se ao cumprimento dos objetivos conceituais e educacionais inicialmente delineados. No segundo subcapítulo estão identificadas algumas limitações do presente estudo, assim como a sugestão de novas linhas de investigação. Por fim, no terceiro subcapítulo é realizada uma pequena reflexão sobre o cumprimento dos objetivos profissionais do professor-investigador.

6.1 Conclusões Gerais

Partindo do problema de investigação proposto inicialmente, o desenvolvimento deste PI demonstrou ter um impacto positivo na aprendizagem dos conteúdos conceituais relacionados com a temática escolhida, através do recurso ao Estudo de Caso. A metodologia de ensino empregue possibilitou a criação de momentos de aprendizagem relevantes, traduzidos na melhoria dos resultados entre o pré-teste e o pós-teste posteriormente confirmados através da análise da grelha de observação.

Após a implementação do PI, os alunos foram capazes de explicar com clareza a associação entre a poluição da água e o aparecimento de *blooms* de cianobactérias prejudiciais à saúde dos seres vivos. Em relação às doenças do sistema nervoso, os discentes evidenciaram um maior conhecimento no que toca a diferenciação das diferentes causas que estão associadas ao aparecimento de diversas doenças.

Através da melhoria da qualidade de respostas, ao longo dos vários momentos de recolha de dados, foi notório o aumento e enriquecimento do conhecimento do funcionamento das fito-ETAR e da importância da rentabilização de serviços de ecossistemas.

Adicionalmente, no decorrer da aplicação do PI, o investigador identificou, a partir do teste diagnóstico um menor desenvolvimento conceitual relacionado com o método utilizado pela fito-ETAR para remover elementos químicos potenciadores de doenças neurológicas da água. Esta dificuldade por parte dos alunos foi ultrapassada com a ajuda do modelo visualizado na aula, evidenciando os resultados do pós-teste a construção de novo conhecimento. Desta forma, os objetivos conceituais fixados no início do PI foram cumpridos.

Do ponto de vista do desenvolvimento do raciocínio científico, através da metodologia de Ensino Baseado em Casos, os discentes aplicaram e desenvolveram diversas competências

como o pensamento analítico e julgamento reflexivo assim como a observação e a formulação de hipóteses e enunciação de conclusões, essenciais para a exploração do estudo de caso.

Os alunos demonstraram iniciativa e empenharam-se com motivação na concretização das atividades propostas e, concomitantemente, na construção de conhecimentos e desenvolvimento de competências fundamentais. Apesar disso, é de realçar que os alunos revelaram dificuldades na análise do estudo de caso, assim como na enunciação de conclusões.

Um investimento maior nas aulas práticas afigura-se assim essencial para a melhoria destas competências e, consequentemente, do raciocínio científico dos discentes. Em relação ao desenvolvimento da literacia científica, os alunos manifestaram a compreensão do conhecimento científico, mobilizando-o para a resolução de problemas, elaborando soluções baseadas nas suas inferências, resultantes da interpretação de diversos dados reais. Por fim, no que diz respeito ao gosto pela prática laboratorial em Ciências Naturais, os participantes neste estudo mostraram-se recetivos e motivados, demonstrando vontade de repetir atividades práticas. Assim, os objetivos educacionais foram igualmente concretizados.

As questões problema surgem como orientadoras da aprendizagem, pelo que, o ensino da disciplina de Ciências Naturais, têm e deve ser contextualizado com situações reais. As metodologias de ensino-aprendizagem centradas nos alunos, entre as quais a metodologia de Ensino Baseado em Casos, têm-se revelado muito profícuas na promoção do desenvolvimento de aprendizagens significativas e de competências essenciais diversas.

Porém, estas metodologias exigem por parte do professor uma planificação especialmente bem estruturada e minuciosa, que inclui a produção de recursos didáticos e a definição de estratégias adequadas, no sentido de orientar os alunos ao longo dos processos de aprendizagem e facilitar o alcance dos objetivos definidos, por parte destes.

É imperativo que a investigação prática, baseadas na observação e no trabalho laboratorial seja uma prática comum nas escolas do nosso país, uma vez que, são estas atividades que auxiliam no desenvolvimento de diversas competências, permitindo aos alunos compreender as dinâmicas do nosso planeta e da sua história. A aplicação de diferentes metodologias como o Ensino Baseado em Casos, assume-se fundamental para cumprimento destes objetivos, contribuindo para a melhoria da formação científica dos nossos alunos, em todos os seus domínios.

6.2 Limitações e sugestões para futuras investigações

A presente investigação desenvolveu-se no contexto (IPP+PES) e apresenta algumas limitações. Por estar condicionada pelo seu enquadramento na PES, está subordinada, não só ao nível das turmas do orientador cooperante, o que limitou desde o início os temas científicos abordados, assim como a uma amostra de pequenas dimensões, de conveniência e não aleatória, que se assume como não probabilística, o que impede a generalização dos resultados obtidos. Apesar de os resultados serem válidos, têm de ser interpretados apenas como indicadores.

Os resultados poderiam ainda apresentar uma maior significância caso existisse um grupo teste e um grupo de controlo, que possibilitaria comparar resultados e melhor suportar as conclusões da investigação mas, tendo em conta que estamos a falar de uma investigação educacional, não seria eticamente correto e justo proporcionar um ensino distinto ao alunos, pois o professor deve garantir as mesmas oportunidades e situações de aprendizagem equivalentes.

Outra limitação sentida, foi o cumprimento das metas curriculares. Para o professor respeitar o cronograma estabelecido, é necessário que o tempo dedicado às atividades práticas seja criteriosamente respeitado. Este, muitas das vezes, revela-se ser insuficiente e desta forma não há muita margem para realizar todas as atividades propostas. Neste caso, existiria todo o interesse em realizar uma aula de campo, com a visita a uma fito-ETAR, o que se tornou impossível derivado aos apertados calendários escolares. Atualmente, o nosso sistema de educação, continua a valorizar e a dar ênfase ao processo de memorização dos conceitos em detrimento da construção e compreensão do conhecimento, o que se revela ser um dos maiores desafios com que são confrontados os professores, particularmente em formação inicial.

6.3 Contributos do estudo para o desenvolvimento profissional

O relatório de estágio elaborado, reflete todo o trabalho realizado ao longo deste ano letivo assim como ao longo de todo o ciclo de estudos, que visa formar novos professores, pelo que, o mesmo exige, uma reflexão ponderada e estruturada do cumprimento dos objetivos profissionais delineados no Capítulo 1.

O primeiro objetivo profissional prendia-se com a releção sobre a contribuição da aplicação da metodologia EBC e qual o impacto que esta teria no desenvolvimento das competências profissionais de um docente.

Em termos profissionais, a aplicação da metodologia EBC fez com que, como professora, adquirisse novas capacidades de trabalho, quer a nível pedagógico quer científico. A aplicação deste tipo de metodologia exige uma maior preparação e dispêndio de tempo, de forma a elaborar uma atividade investigativa com objetivo de promover aprendizagens significativas. Todo o processo desde a planificação à construção de outros recursos educativos, como o fichas de trabalho orientadoras, essenciais à mediação dos processos de ensino e de aprendizagem, exigem trabalho de investigação, através da pesquisa bibliográfica, formulação de objetivos, experimentação e criação de novos materiais de trabalho, para que o professor possa assumir o seu papel de facilitador de aprendizagens com sucesso.

Para além de toda a preparação, este tipo de aulas exige também da parte do professor, uma maior capacidade para lidar com os obstáculos que possam surgir. Apesar de tudo isto, estas aulas, permitem desenvolver nos alunos diversas competências de extrema importância e aumentaram os níveis de motivação, participação e atenção dos alunos para as ciências e para a escola. Por tudo isto, a implementação do PI, desenvolveu no professor-investigador diversas competências, fundamentais para o sucesso do seu trabalho docente.

Por outro lado, o segundo objetivo relacionava-se com o desenvolvimento e a emancipação profissional, através de uma postura participativa e reflexiva. Esta postura, trabalhada durante o estágio, quando se inicia a sua prática profissional, permitiu que simultaneamente com o trabalho desenvolvido durante a elaboração desta investigação, cumprir o segundo objetivo. Todas as competências relacionadas com a revisão bibliográfica, aplicação de metodologias de investigação educacional assim como a construção, recolha e análise de dados, possibilitou a mobilização de conhecimentos relativos não só na parte científica como pedagógica.

O culminar de todo este trabalho contínuo de dois anos dá-se no desenvolvimento e emancipação profissional. Toda a experiência, que adveio da prática profissional e do trabalho investigativo permitiu vivenciar todos os desafios e inquietudes que são colocados aos professores diariamente e permitiu também desafiar-se a si próprio a ultrapassar esses mesmos desafios, caminhando na direção de uma escola universal, inclusiva e dinâmica, constituída por cada vez mais docentes pró-ativos, dinâmicos, completos e concisões da sua prática docente.

Referências

- Aires, L. (2015). Paradigma qualitativo e práticas de investigação educacional.[Lisboa]: Universidade Aberta, 2011.[On-line]. 70p. ISBN 978-989-97582-1-6. Disponível em: <http://repositorioaberto.uab.pt/handle/10400.2/2028>
- Alvarenga, I. J. A. (2011). A planificação docente e o sucesso do processo ensino aprendizagem – Estudo na Escola Básica Amor de Deus. Memória Monográfica apresentada à Universidade Jean Piaget de Cabo Verde como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Licenciatura em Ciências da Educação e Praxis Educativa. Universidade Jean Piaget de Cabo Verde.
- Batista, M. L. M. (2010). Concepção e implementação de actividades de investigação:um estudo com professores de física e química do ensino básico. 79–118. Obtido de <http://hdl.handle.net/10451/1854>
- Bartram, J. (1999). Toxic Cyanobacteria in Water. <https://doi.org/10.1201/9781482295061>
- Biggs, J., & Tang C. (2011). Teaching for quality learning at university (4ª ed.). New York, NY: Open University Press – McGraw Hill Education.
- Bonito, J., Morgado, M., Silva, M., Figueira, D., Serrano, M., Mesquita, J., & Rebelo, H. (2014). Metas Curriculares Ensino Básico de Ciências Naturais – 9ºano. Lisboa: Ministério da Educação e Ciência.
- Caeiro J.M.F. 2015. Characterization of cyanobacteria in waters from Portuguese dams. In: Livro de Resumos do 4º Congresso Ibérico de Cianotoxinas. VI Reunião da Rede Ibérica de Cianotoxinas; 08-10 Julho de 2015, Lisboa, Portugal. Instituto Ricardo Jorge; p. 22
- Cachapuz, A. F., Praia, J., & Jorge, M. (2002). Educação em Ciências e Ensino de Ciências. 1–13.
- Cevik, U.; Baltas, H.; Tabak, A. & Damla, N. (2010). Radiological and chemical assessment of phosphate rocks in some countries. Journal of Hazardous Materials 182, 531–535.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2017). Research methods in education (8ª ed.). Oxfordshire: Routledge
- Coutinho, C. P., & Chaves, J. H. (2002). O estudo de caso na investigação em Tecnologia Educativa em Portugal 221-243. 15(1), 221–243.
- Coutinho, C. (2018). Metodologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas: Teoria e Prática (2ª ed.). Coimbra: Almedina.
- Coutinho, C. P. (2013). Metodologia de investigação em Ciências Sociais e Humanas: Teoria e Prática.(p. 412) Portugal.
- Decreto Lei nº 43 de 2007. Diário da República n.º 38/2007, Série I de 2007. Ministério da Educação. Lisboa
- Decreto Lei n.º 76 de 9 de novembro de 2016. Diário da República n.º 215/2016, Série I de 2017. Ministério do Ambiente. Lisboa
- Dias E, Paulino S, Pereira P. (2015). Cyanotoxins: from poisoning to healing - a possible pathway? Limnetica.;34(1):159–172.
- Dooley, L. M. (2002). Case Study Research and Theory Building. Advances in Developing

- Human Resources, 4(3), 335–354. <https://doi.org/10.1177/1523422302043007>
- Emídio, V. J. G. (2012). A problemática do fósforo nas águas para consumo humano e águas residuais e soluções para o seu tratamento (Doctoral dissertation).
- Frade J.V. (APA), (MAOTE) & (AdP). (2015) PENSAAR 2020. Uma Estratégia ao Serviço da População: Serviços de Qualidade a um Preço Sustentável. Volume 2, Fases 2,3 e 4-Quadro Estratégico.
- Galvão, A. F. (2009). Comportamento Hidráulico e Ambiental de Zonas Húmidas Construídas Para o Tratamento de Águas Residuais. 2009. Universidade Técnica de Lisboa; Instituto Superior Técnico.
- Gay, L., Mills, G., & Airasian, P. (2011). Educational research: Competencies for analysis and applications (10ª ed.). New Jersey: Pearson
- Giacalone, D. (2016). Enhancing Student Learning with Case-Based Teaching and Audience Response Systems in an Interdisciplinary Food Science Course. High. Learn. Res. Commun, 6(3). <https://doi.org/10.18870/hlrc.v6i3.304>
- Harrington, H. L., & Garrison, J. W. (1992). Cases as Shared Inquiry: A Dialogical Model of Teacher Preparation. American Educational Research Journal, 29(4), 715–735. <https://doi.org/10.3102/00028312029004715>
- Hernández S., R., Fernández Collado, C., & del Pilar Baptista Lucio, M. (sem data). Metodología de la investigación, 5ta Ed. Obtido de www.FreeLibros.com
- Hodson, D. (1993). Re-thinking old ways: Towards a more critical approach to practical work in school science. Studies in Science Education, 22(1), 85–142. <https://doi.org/10.1080/03057269308560022>
- Kawalkar, A., & Vijapurkar, J. (2015). Aspects of Teaching and Learning Science: What students' diaries reveal about inquiry and traditional modes. International Journal of Science Education, 37(13), 2113–2146. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1067933>
- Lee, V. S. (2012). What is inquiry-guided learning? New Directions for Teaching and Learning, 2012(129), 5–14. <https://doi.org/10.1002/tl.20002>
- Leite, C., & Fernandes, P. (2014). Avaliação, qualidade e equidade. Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior, 19(2), 421-438.
- Lüdke, M. & André, M. E. (1986). Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. São Paulo: Editora Pedagogia e Universitária.
- Martins, G., Gomes, C., Brocardo, J., Pedroso, J., Carrillo, J., Silva, L., . . . Rodrigues, S. (2017). Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória. Lisboa: Ministério da Educação/Direção-Geral da Educação.
- Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. (2017). Global anthropogenic phosphorus loads to freshwater and associated grey water footprints and water pollution levels: A high-resolution global study. Water Resources Research, 53. <https://doi.org/10.1002/2017WR020448>
- Mendes, A. L. M. (2010). Fito-ETAR uma tecnologia aplicada ao tratamento de águas residuais: análise do comportamento hidráulico (Doctoral dissertation, ISA). Newcombe G, Coalition GWR. International Guidance Manual for the Management of Toxic Cyanobacteria. Global Water Research Coalition.
- Ministério da Educação e Ciência. (2018). Aprendizagens Essenciais para o 9.º ano de Ciências Naturais. Retirado de: <https://goo.gl/3fQJiU>

- Moutinho, S. & Vasconcelos, C. (2017). Model-Based Learning applied to Natural Hazards. *Journal of Science Education*, 18(2), 47-50
- Moreira C, Mendes R, Matos A, Vasconcelos V, Antunes A. (2015). Monitorização de cianotoxinas em águas doces portuguesas: primeira detecção de cilindrospermopsina, anatoxina-a e saxitoxinas. In: Livro de Resumos do 4º Congresso Ibérico de Cianotoxinas. VI Reunião da Rede Ibérica de Cianotoxinas; Lisboa, Portugal. Instituto Ricardo Jorge. p. 13.
- Newcombe G, Coalition G.W.R (2009). International Guidance Manual for the Management of Toxic Cyanobacteria. Global Water Research Coalition.
- Oliveira, J. M. 2008. Estudo da Influência do Material de Enchimento na Remoção de Matéria Orgânica, Azoto e Sólidos em Leitos de Macrófitas do Tipo ESSH. Lisboa: Universidade Nova de Lisboa; Faculdade de Ciências e Tecnologia;
- Omotosh, I. F. (2015). An Examination of Lawrence Bonjour's Externalist Theories of Empirical Knowledge. *International Journal of Arts and Humanities*, 3(12), 82-86.
- Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente.
- Pereira, C. M. G. (2011). O Papel Da Investigação Na Formação De Educadores E Professores – Um Estudo De Caso. *Nuances: estudos sobre Educação*, 20(21), 80–98. <https://doi.org/10.14572/nuances.v20i21.1098>
- Ribeiro, F. (2011). Motivação e aprendizagem em contexto escolar. *Profforma*, 3(1), 1-5
- Ribeiro, J.P. L. (2007). Modelação do Comportamento Hidráulico de Leitos de Macrófitas – Estudo Referenciado em Dados de Instalações Protótipo em Portugal (Projecto FCT SPESSA). Lisboa : s.n.,2007. Instituto Superior Técnico; Universidade Técnica de Lisboa.
- Santos, E., & Mário, S. (2008). *Diário da República*, 1.ª série — N.º 122 — 28 de junho de 2016. 2000–2002.
- Sanz-Alférez S. (2015). Distribución de cianobacterias y cianotoxinas. In: Livro de Resumos do 4º Congresso Ibérico de Cianotoxinas. VI Reunião da Rede Ibérica de Cianotoxinas; 08-10 Julho de 2015, Lisboa, Portugal. Instituto Ricardo Jorge; 2015. p. 12.
- Seco, T. C., et al. (2008). Avaliação do Desempenho de Sistemas de Leitos de Macrófitas no Tratamento de Águas Residuais Domésticas. *Engenharia Civil - UM*. 2008, Vol. 33
- Secund, E., Doutora, P., Vasconcelos, C., Lu, D., Discente, C., & Ribeiro, T. (2017). A presença de fósseis marinhos na cadeia montanhosa dos Himalaias e seu contributo para o Evolucionismo : Ensino Baseado em Modelos no 7º ano de Ciências Naturais. (7).
- Teixeira, M. R. & Rosa, M. J. (2005). Microcystins removal by nanofiltration membranes. *Separation and Purification Technology* 46, 192–201.
- Torres, J., Preto., C., & Vasconcelos, C. (2013). Problem based learning environmental scenarios: an analysis of science students and teachers questioning Aprendizaje basado en problemas en escenarios ambientales: un análisis de interrogación de estudiantes deficiencias y profesores. *Revisiting The Chemical History of a Candle* p. 60, 70.
- Thistlethwaite, J. E., Davies, D., Ekeocha, S., Kidd, J. M., MacDougall, C., Matthews, P., ... Clay, D. (2012, Junho). The effectiveness of case-based learning in health professional education. A BEME systematic review: BEME Guide No. 23. *Medical Teacher*, Vol. 34. <https://doi.org/10.3109/0142159X.2012.680939>
- Van Uum, M. S. J., Verhoeff, R. P., & Peeters, M. (2017). Inquiry-based science education: scaffolding pupils' self-directed learning in open inquiry. *International Journal of Science Education*, 39(18), 2461–2481. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1388940>

- Vasconcelos, C., & Almeida, A. (2012). *Aprendizagem baseada na resolução de problemas no ensino das ciências: propostas de trabalho para ciências naturais, biologia e geologia*. Porto: Porto Editora.
- Vasconcelos, C., & Faria, J. (2017). Case-Based Curricula Materials for Contextualized and Interdisciplinary Biology and Geology Learning. In L. Leite, L. Dourado, A. Afonso, & S. Morgado (Eds.), *Contextualizing Teaching to Improving Learning: The case of Science and Geography* (pp. 245-260). USA, Nova Science Publisher
- Vasconcelos, V. M. D. O. (1995). *Toxicologia de cianobactérias: Distribuição de cianobactérias tóxicas e suas toxinas em águas doces portuguesas: Bioacumulação em bivalves*.
- Vieira, F., Silva, J. L., Vilaça, T., Parente, C., Vieira, F., Almeida, M. J., ... Varela, P. (2013). No Title. 978–989.
- Vilelas, J. (2009). *Investigação: o processo de construção do conhecimento*. Lisboa, Edições Sílabo.
- Vora, M., & Shah, C. (2015). Case-based learning in pharmacology: Moving from teaching to learning. *International Journal of Applied and Basic Medical Research*, 5(4), 21. <https://doi.org/10.4103/2229-516x.162259>
- World Wide Fund for Nature. (2008) THE 2008 LIVING PLANET REPORT. Retrieved from https://www.panda.org/knowledge_hub/all_publications/living_planet_report_timeline/lpr_2008/
- Williams, B. (2005). PREHOSPITAL CARE Case based learning-a review of the literature: is there scope for this educational paradigm in prehospital education? *Emerg Med J*, 22, 577–581. <https://doi.org/10.1136/emj.2004.022707>
- Zeichner, K. (2010). Repensando as conexões entre a formação na universidade e as experiências de campo na formação de professores em faculdades e universidades. *Educação – Revista do Centro de Educação UFSM*, 5(3), 479–503.

Anexos

Anexo 1 Teste diagnóstico

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXPERIMENTAIS  ESCOLA BÁSICA AUGUSTO GIL	2018/2019 Ciências Naturais – 9ºANO ATIVIDADE PRÁTICA- ESTUDO DE CASO
NOME: _____ Nº _____ Ano/Turma _____	
ORGANISMO HUMANO EM EQUILÍBRIO- Qual o papel do sistema nervoso no equilíbrio do organismo Assunto: Medidas que visem contribuir para o bom funcionamento do sistema nervoso- Teste diagnóstico	

1. Constituem doenças do sistema nervoso associadas a fatores ambientais:

- ☒ a) Paralisias musculares provocadas por neurotoxinas produzidas por cianobactérias.
- b) AVC provocado por tensão arterial elevada e níveis elevados de colesterol no sangue.
- c) Enxaquecas associadas a história familiar e a situações de stresse.
- d) Nenhuma das situações anteriormente descritas.

(Assinala a opção correta)

2. O rebentamento de um aneurisma pode resultar de:

- ☒ a) Tensão arterial elevada devido a esforço físico.
- b) Nível elevado de triglicéridos no sangue.
- c) Nível elevado de leucócitos no sangue.
- d) Falta de ferro e de fósforo na alimentação.

(Assinala a opção correta)

3. A poluição dos recursos hídricos superficiais por matéria orgânica pode ser favorável:

- ☒ a) Ao aparecimento de neurotoxinas em águas recreativas e em águas de consumo.
- b) Ao aumento de ocorrência da Doença do Déficit de Atenção em seres humanos.
- c) À redução da regulação homeostática pelos Sistemas Simpático e parassimpático.
- d) Ao aumento da incidência da Doença de Alzheimer em pessoas idosas.

(Assinala a opção correta)

4. As Fito-ETAR constituem um avanço tecnológico através do qual são removidos elementos químicos potenciadores de doenças neurológicas recorrendo a:

- a) Reações químicas com sulfato de alumínio.
- b) Reações químicas com fitas de filtração.
- ☒ c) Rentabilização de serviços de ecossistemas.
- d) Todas as opções anteriores estão corretas.

(Assinala a opção correta)

5-Comenta a seguinte afirmação:

“ Fatores ambientais podem condicionar fortemente a saúde do sistema nervoso”

Tópico de resposta- A afirmação é verdadeira, fatores ambientais como a poluição das águas recreativas podem desencadear o aparecimento de cianobactérias que consequentemente afetam o nosso sistema nervoso através das neurotoxinas.

Critérios de correção do Tópico de resposta aberta

Não responde ou responde de forma incorreta

Responde de forma incorreta ou com imprecisões científicas

Responde de forma completa e cientificamente correta

Anexo 2- Planificação de aula



AGRUPAMENTO DE ESCOLAS AURÉLIO DE SOUSA

PLANIFICAÇÃO AULA DE 9º ANO

Ano Letivo de 2018/19

2º Período letivo

Aula 6- Prática

Domínio: VIVER MELHOR NA TERRA

Subdomínio: Organismo Humano em Equilíbrio

Conteúdo: Qual é o papel do sistema nervoso no equilíbrio do organismo humano?

Ciências Naturais 9º Ano

Conteúdos	Conceitos	Competências/Objetivos	Estratégias	Recursos/Material	Cronograma
Contributo do cidadão para o bom funcionamento do sistema nervoso.	Doenças neurológicas, fito-ETAR, eco tecnologias, cianotoxinas, neurotoxinas, eutrofização, poluição, tratamento de águas residuais.	-Caracterizar, sumariamente, três doenças do sistema nervoso. -Indicar medidas que visem contribuir para o bom funcionamento do sistema nervoso.	Realização de um teste diagnóstico;	Teste diagnóstico;	10 minutos
Doenças do sistema nervoso central.			Aplicação de um estudo de caso-Fito-ETAR uma eco tecnologia aplicada ao tratamento de águas residuais;	Estudo de Caso-Fito-ETAR uma eco tecnologia aplicada ao tratamento de águas residuais;	30 minutos
Contributo da Ciência e tecnologia para a identificação de doenças neurológicas			Visualização de uma maquete representativa de uma fito-ETAR; Realização de um teste diagnóstico.	Maquete da Fito-ETAR	10 minutos

AVALIAÇÃO:

- *Componente Prática.* Na avaliação desta componente tem-se em linha de conta: o trabalho processual desenvolvido pelo aluno na sala de aula, que avalia, em grelha própria, competências referentes a participação e conhecimentos e os produtos finais elaborados (Teste Diagnóstico), individuais e/ou em grupo que avalia, essencialmente competências ao nível da aplicação do conhecimento.

- *Componente Atitudes/Valores.* Na avaliação desta componente tem-se em linha de conta comportamentos de boa cidadania, organização e interesse pelas atividades propostas.

Anexo 3- Modelo da Fito-ETAR



Anexo 4- Ficha orientadora do estudo de caso

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXPERIMENTAIS  ESCOLA BÁSICA AUGUSTO GIL	2018/2019 Ciências Naturais – 9.º ANO ATIVIDADE PRÁTICA- ESTUDO DE CASO
NOME: _____ Nº _____ Ano/Turma _____	
ORGANISMO HUMANO EM EQUILÍBRIO- Qual o papel do sistema nervoso no equilíbrio do organismo Assunto: Impacto das Fito-Etar na Saúde Pública	



1. Lê atentamente a notícia que se segue e responde às questões propostas.

A qualidade da água do Tâmega coloca a população em risco.

As águas do rio Tâmega, no troço entre a barragem do Torrão (Marco de Canaveses) e a cidade de Amarante, estão pintadas de verde devido à proliferação de **cianobactérias**, também designadas por algas azuis. O impacto ambiental é visível a olho nu. Os *blooms* de cianobactérias trazem consequências nefastas para o ecossistema uma vez que a acumulação de grandes densidades fitoplantónicas à superfície da água leva a uma perda da transparência, impede a penetração da luz nas camadas inferiores e leva à exaustão dos nutrientes. O declínio de uma florescência é por sua vez acompanhado de um aumento da degradação da matéria orgânica com consequente gasto do oxigénio dissolvido e acumulação de compostos tóxicos como a amónia. Em 2008 identificaram-se a existência de «22 estirpes de cianobactérias», com dominância para as espécies ***Aphanizomenon flos-aquae* e *Microcystis aeruginosa*** e «a produção de cianotoxinas em concentrações «cerca de 10 vezes superiores aos legislados e semelhantes aos referidos pela OMS para águas recreativas.»



Rio Tâmega (Formão - Cepelos - Amarante)

Adaptado de Jornal de notícias, António Orlando, 28 Agosto 2018

QUESTÃO 1- Que espécies de cianobactérias ocorrem com maior frequência em blooms, na Albufeira do Torrão? _____

QUESTÃO 2- Que alterações são introduzidas no ecossistema, em situações de blooms de cianobactérias, com prejuízo do equilíbrio ambiental? _____



Q.2. Com base na atenta observação do vídeo, responde à questão que te é proposta.

Questão 3- Poderá o enquadramento geológico do rio favorecer o aumento da densidade de cianobactérias, com ocorrência de blooms? Justifica. _____

 DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXPERIMENTAIS ESCOLA BÁSICA AUGUSTO GIL	2018/2019 Ciências Naturais – 9.º ANO ATIVIDADE PRÁTICA- ESTUDO DE CASO
NOME: _____ Nº _____ Ano/Turma _____	
ORGANISMO HUMANO EM EQUILÍBRIO- Qual o papel do sistema nervoso no equilíbrio do organismo Assunto: Impacto das Fito-Etar na Saúde Pública	

O meio hídrico do rio Tâmega na albufeira do Torrão, tem apresentado uma perda progressiva e acentuada da sua qualidade, **podendo mesmo colocar em risco as populações humanas que utilizam a água para consumo ou recreio.**

Estes organismos podem libertar toxinas na água o que pode causar problemas de saúde pública e animal. As principais substâncias responsáveis por estas alterações são a geosmina e o 2-metil-isoborneol. Todos estes compostos tomam a água imprópria para consumo, dado o intenso sabor e odor, podendo afetar de igual modo, peixes e outros animais aquáticos. A libertação de toxinas para a água é talvez o efeito mais dramático resultante da decomposição das cianobactérias. Durante a maior parte da vida das células cianobactérias, as toxinas são produzidas e mantêm-se dentro das mesmas, sendo apenas libertadas aquando da lise celular, quando estas são ingeridas pelo zooplâncton, peixes, ou se rebentadas durante o processamento da água em estações de tratamento de águas para consumo. Os vários sintomas que podem surgir por consumo de água contaminada com toxinas de cianobactérias estão descritos na tabela seguinte.

NOTA: Um das principais espécies de cianobactérias presente na albufeira do Torrão, *Aphanizomenon flos-aquae* produz uma neurotoxina, a saxitoxina.

CIANOTOXINAS	SINTOMAS
hepatotoxinas (microcistina e nodularina)	Náuseas, vômitos, dor abdominal e diarreias
neurotoxinas (anatoxina-a, anatoxina-as, homoanatoxina-a e saxitoxina)	Progressão de fasciculação muscular, decréscimo de movimentos, respiração abdominal exagerada, convulsão. Estas neurotoxinas funcionam como um potente bloqueador neuromuscular pós-sináptico de recetores provocando assim o bloqueio das transmissões entre os axónios e as células musculares.
Citotoxinas (cilindrospermopsina)	Necrose (morte) celular generalizada
dermatotoxinas (lingbiatoxina)	Dermatites, inflamação das pálpebras, urticária, irritação da pele e alergias

Questão 4 - Que consequências podem ter os blooms de cianobactérias na saúde pública? _____

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXPERIMENTAIS  ESCOLA BÁSICA AUGUSTO GIL	2018/2019 Ciências Naturais – 9ºANO ATIVIDADE PRÁTICA- ESTUDO DE CASO
NOME: _____ Nº _____ Ano/Turma _____	
<i>ORGANISMO HUMANO EM EQUILÍBRIO</i>- Qual o papel do sistema nervoso no equilíbrio do organismo Assunto: Impacto das Fito-Etar na Saúde Pública	

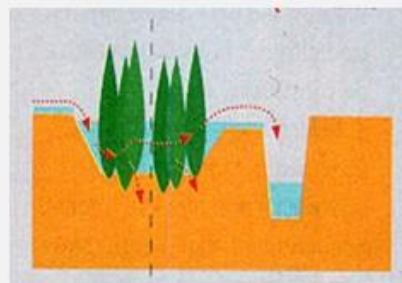
Q.4. Lê atentamente a notícia seguinte:

As Fito-etars e o tratamento de águas residuais

Tendo em conta que as cianotoxinas representam um sério problema em águas usadas para consumo humano ou para fins recreativos, como é o caso da Albufeira do Torrão, é importante ter maior conhecimento sobre a ocorrência desta espécie e suas toxinas. O ponto mais crítico no Marco de Canavezes encontra-se próximo de um ponto de captação de água para abastecimento público e, os tratamentos usualmente utilizados nas Estações de Tratamento de Água (ETA) não são eficazes na remoção de cianotoxinas, pelo que existe o risco delas estarem presentes na água destinada a consumo humano. Admitindo tratar-se de um “grave problema para a saúde pública”, a autarquia recorda que foram colocadas placas informativas junto do parque fluvial do Tâmega, desaconselhando a prática balnear. “A água contaminada deve ser tratada de forma a remover estes organismos, dando especial atenção à libertação de toxinas. Ferver a água não destrói as toxinas.”, explica a Direção-geral de Saúde.

É imperativo que sejam utilizadas outras estratégias de tratamento da água. As Fito-ETARS podem ser então uma solução?

Fito-ETAR Decorridos cerca de 40 anos desde o início da sua utilização, as zonas húmidas construídas têm vindo a afirmar-se como uma tecnologia promissora no tratamento de águas residuais, sendo particularmente atractivas para aglomerados de pequena dimensão, em zonas rurais. Comparativamente com as soluções convencionais, as Fito-ETARs primam pela sua simplicidade, integração paisagística e baixos custos de operação e manutenção. Para além dessas mais-valias, este sistema constitui um bom exemplo de uma tecnologia “limpa”, ao ser capaz de desempenhar as suas funções com impactes ambientais mínimos.



Excertos de uma notícia publicada na revista- Tecnologia Ambiental

Concebidas de modo a imitar o funcionamento das zonas húmidas, as Fito-ETARs não são mais do que ecossistemas “artificiais”, construídos com o objectivo de permitir controlar e tirar o máximo partido dos processos depurativos que caracterizam esses habitats naturais. O tratamento da água residual dá-se durante a sua passagem pelo leito de macrófitas, mediante a ocorrência de diversos mecanismos e processos de natureza física, química e biológica que, na prática, conduzem a uma redução do teor de matérias orgânicas, sólidos suspensos, azoto, fósforo, elementos vestigiais e microorganismos patogénicos no efluente final.

Q5- Reflete sobre a importância que poderão assumir as fitoetars em problemas de contaminação de recursos hídricos.

Anexo 5- Grelha de observação

 DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXPERIMENTAIS ESCOLA BÁSICA AUGUSTO GIL	2018/2019 Ciências Naturais – 9ºANO ATIVIDADE PRÁTICA- ESTUDO DE CASO
---	---

Aula prática- Aplicação do Estudo de Caso				
Nº do Aluno	MOTIVAÇÃO	INTERAÇÃO	ATENÇÃO	PARTICIPAÇÃO
1	2	2	2	2
2	2	3	2	3
3	2	3	3	3
4	3	2	3	3
5	3	3	2	2
6	2	2	2	2
7	2	2	2	2
8	3	3	3	3
9	3	2	3	2
10	2	3	3	3
11	1	2	2	2
12	2	2	2	2
13	2	2	2	2
14	2	2	2	1
15	3	3	3	3
16	3	3	3	3
LEGENDA: 1- Não satisfatório 2- Satisfatório 3- Muito Satisfatório				

