Viva la Geoethics: o ensino da Geoética e da Sustentabilidade de Águas Subterrâneas através de um projeto

Marta Paz

Mestrado em Ensino de Biologia e de Geologia no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário

Unidade de Ensino das Ciências

2019

Orientadores

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

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

U.PORTO

FACULDADE DE CIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DO PORTO

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

O Presidente do Júri,

Porto, _____/_____/_____

Imagem de capa adaptada de https://linkagegroups.com/it-consultancy-services/

Agradecimentos

Aos orientadores científicos, Professora Doutora Clara Vasconcelos e Professor Doutor Luís Calafate, pela disponibilidade, conselhos, orientação e por todos os desafios que me foram lançando ao longo do mestrado, contribuindo para o meu crescimento.

À orientadora cooperante, Professora Sandra Ferraz, por todo o apoio, disponibilidade, amizade e partilha de saberes e vivências do quotidiano escolar, contribuindo para a minha inclusão plena na escola e para a minha formação docente, bem como a toda a comunidade escolar da escola onde decorreu esta IPP, pelo facto de me terem recebido de forma tão simpática e carinhosa.

Aos meus queridos alunos, que privilégio foi poder ensinar e aprender convosco! Todo o vosso apoio, carinho e dedicação foram fundamentais para o meu sucesso neste ano letivo. O meu sincero agradecimento, estou certa que não poderia ter tido melhores primeiros alunos!

Aos meus colegas das unidades curriculares de Geologia, pelo apoio, companheirismo e boa disposição.

Aos meus colegas de mestrado, pela amizade, apoio e partilha de momentos e experiências ao longo desta desafiante aventura. Agradeço de forma particular à Lurdes, por toda a amizade, entreajuda e paciência, principalmente ao longo deste ano de estágio, e ao Tiago, pela amizade e tudo o que me possibilitou aprender.

A muitos familiares e amigos, por partilharem comigo esta caminhada.

Aos meus pais e irmão, por tudo o que me deram oportunidade de ser. Por todo o amor, confiança e incentivo. Agradeço, de forma especial, aos meus pais pelo enorme apoio logístico, sem o qual não teria sido possível concluir esta etapa.

A ti, André, por tudo...que é tanto! Por me teres dado a oportunidade de chegar aqui, por viveres os meus sonhos como se fossem teus, por acreditares mais em mim que eu própria, por me desafiares a fazer sempre melhor, por estares sempre presente. Obrigada pela tua paciência inesgotável e pelo teu apoio, dedicação e amor imensos, sem os quais não teria conseguido concretizar o meu (nosso) objetivo.

A vocês, Mi e Gu, por tudo o que são e me fazem ser. Por acreditarem incondicionalmente em mim, por me fazerem multiplicar as alegrias e esquecer os dias mais cinzentos. Por todo o amor, carinho e apoio. Nada do que fizer, ou tiver, alguma vez poderá ser comparado ao orgulho que sinto em ser vossa mãe. Dedico-vos este trabalho, para se lembrarem, sempre, que *o sonho comanda a vida* e que, com vontade e empenho, *nada é impossível*!

"If we teach today as we taught yesterday,

We rob our children of tomorrow."

- John Dewey

Resumo

Os enormes avanços científicos e tecnológicos que ocorrem na nossa sociedade, e principalmente a forma quase imediata como são difundidos nos dias de hoje, concedem à Escola o desafio adicional de assegurar a preparação dos seus alunos para as novas exigências do mundo contemporâneo, dotando-os não só de conhecimento concetual, mas primordialmente de múltiplas competências essenciais para o exercício de uma cidadania consciente e participativa.

A metodologia de Ensino Baseado em Projetos permite não só a construção de conhecimento, como também o desenvolvimento de diversas competências nos alunos, para além de potenciar a construção de pontes entre a sala de aula e situações reais do quotidiano.

Partindo destes pressupostos, foi elaborada uma investigação de forma a apurar o impacte do Ensino Baseado em Projetos, enquadrado num Ensino Orientado para a Investigação, na aquisição de conhecimentos e atitudes, numa amostra de conveniência constituída por 16 alunos do 11º ano de escolaridade, de uma escola da cidade do Porto. O projeto desenvolveu-se no âmbito do tema Geoética e Sustentabilidade de Águas Subterrâneas e o seu produto final traduziu-se na construção cooperativa de um audiovisual alusivo à referida temática, por alunos e professores.

O estudo apoiou-se em técnicas do método qualitativo, nomeadamente a observação, o inquérito por entrevista e a análise de registos.

Os resultados obtidos demonstraram a eficácia do Ensino Baseado em Projetos no desenvolvimento não só de competências fundamentais para a vida em sociedade no século XXI, nomeadamente o trabalho cooperativo e a interação entre pares, como também de conhecimento concetual e maior sensibilização sobre o tema abordado. Adicionalmente, foi reconhecido valor educativo ao audiovisual construído no decurso deste programa de intervenção por diversos atores: alunos, docentes de Ciências Naturais e de Biologia e Geologia, e ainda pelo júri de um concurso aberto a escolas.

Esta investigação constitui um bom indicador das potencialidades desta metodologia educativa, no intuito de promover a formação integral dos alunos e contribuir para a sua reflexão, participação e intervenção em questões primordiais no mundo em que vivemos.

Palavras chave: Ensino Baseado em Projetos; Geoética; Sustentabilidade; Águas Subterrâneas e Aquíferos; Método qualitativo.

Abstract

The enormous scientific and technological advances that occur in our society, and especially the immediate way in which they are spread today, gives the school the additional challenge of ensuring that its students are prepared for the new demands of the contemporary world, endowing them not only with conceptual knowledge, but also with multiple competencies, essential for the exercise of conscious and participatory citizenship.

The Project Based Teaching methodology allows not only the construction of knowledge, but also the development of various skills in students, as well as enhancing the construction of bridges between the classroom and real everyday problems.

Thus, an investigation was developed in order to ascertain the impact of Project-Based Education on the acquisition of knowledge and attitudes, in a group of sixteen 11th grade students, from a school in the city of Porto, under the theme Geoethics and Groundwater Sustainability. Its final product was the collaborative construction of an audiovisual allusive to this theme, by students and teachers.

The study relied on qualitative method techniques, including observation, interview and record analysis.

The results demonstrated the effectiveness of project-based teaching in developing not only fundamental competences for life in society in the 21st century, including cooperative work and peer interaction, but also conceptual knowledge and increased awareness of the topic. Moreover, educational value was recognized to the audiovisual, built during the intervention program, by various actors: students, teachers and a juri of an educational contest.

This study supports the potential of this educational methodology, promoting the integral formation of students and contributing to their reflection, participation and intervention in key issues in our world.

Keywords: Project Based Teaching; Geoethics; Sustainability; Groundwater and aquifers; Qualitative method.

Índice

Agradecimentos IV
Resumo VI
Abstract VII
Índice VIII
Lista de figuras X
Lista de tabelas XI
Lista de abreviaturas XII
Capítulo 1. Introdução 1
1.1. Contextualizacão da investigacão 1
1.2. Problema e objetivos da investigacão 5
1.3. Organização do Relatório de Estágio 6
Capítulo 2. Enquadramento Teórico 7
2.1. Enquadramento científico 8
2.2. Enquadramento educacional 17
Capítulo 3. Metodologia da Investigação 20
3.1. Classificação da Investigação 20
3.2. Técnicas e instrumentos de recolha de dados 22
3.2.1. Grelha de observação 22
3.2.2. Teste diagnóstico 24
3.2.3. Guião de entrevista 25
3.2.4. Audiovisual 28
3.3. Validade e fidelidade dos instrumentos de recolha de dados 29
3.4. Caraterização da amostra 29
Capítulo 4. Programa de Intervenção 30
4.1. Planificação e recursos educativos 30
4.2. Aplicação do Programa de Intervenção 31
Capítulo 5. Resultados e Discussão 34
5.1. Resultados e discussão relativos ao teste diagnóstico 34

5.2. Resultados e discussão relativos à grelha de observação 35
5.3. Resultados e discussão relativos ao inquérito por entrevista em grupos focais 39
5.4. Resultados e discussão relativos às entrevistas individuais 46
5.5. Resultados e discussão relativos ao audiovisual 51
Capítulo 6. Conclusões 51
6.1. Conclusões gerais 52
6.2. Limitações da investigação e sugestões para futuras investigações 54
6.3. Implicações da investigação para o desenvolvimento profissional 55
Referências bibliográficas 57
Anexos 62
Anexo 1. Grelha de Observação individual 62
Anexo 2. Teste diagnóstico 64
Anexo 3. Guião de entrevista em grupos focais 66
Anexo 4. Guião de entrevistas individuais 68
Anexo 5. Planificação de aulas 69
Anexo 6. Questionário de Inteligências múltiplas – atividade diagnóstica 75
Anexo 7. Apresentação multimédia 78
Anexo 8. Materiais fornecidos aos alunos pela docente 82
Anexo 9. Materiais desenvolvidos pelos alunos e pela professora-investigadora durante a implementação do projeto 87
Anexo 10. Transcrição das entrevistas em grupos focais 91
Anexo 11. Transcrição das entrevistas individuais 98

Lista de figuras

Figura 1- Representação do Ciclo da Água, os números representam a quantidade de água, em milhares de km3 por ano, que se movimentam entre os diversos reservatórios. Adaptado de Grotzinger & Jordan, 2014, p.472. 8
Figura 2 - Distribuição de Água na Terra. Adaptado de Grotzinger & Jordan, 2014, p.471. 9
Figura 3 – Exemplos de fatores que condicionam a porosidade e a permeabilidade das rochas. Adaptado de Grotzinger & Jordan, 2014, p.479. 10
Figura 4 - Representação esquemática de um aquífero livre e de um aquífero confinado. Adaptado de Midões, Fernandes & Costa, 2001, p.6. Disponível em http://www.cienciaviva.pt/img/upload/agua_subterranea_LNEG.pdf 11
Figura 5 - Estimativas e projeções do crescimento populacional mundial. Adaptado de United Nations, 2019a, p.1. Disponível em https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_DataBooklet.pdf. 12
Figura 6 - Níveis mundiais de stress hídrico físico. Adaptado de United Nations, 2019b, p.27. Disponível em https://www.unwater.org/publications/world-water-development-report-2019/. 13
Figura 7 - Os 17 objetivos do Desenvolvimento Sustentável. Retirado de Nações Unidas, 2015. Disponível em https://www.unric.org/pt/component/content/article/32350-17-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel. 13
Figura 8 - Limites planetários. Adaptado de Steffen et al., 2015, p. 6. 15
Figura 9 - Esquema resumo de diversas competências necessárias em Sustentabilidade, fazendo a ligação entre competências básicas e competências-chave em Sustentabilidade. Adaptado de Wieck, Withycombe & Redman, 2011, p.12. 19
Figura 10 - Alguns momentos do trabalho dos alunos, na sala UAARE. 32
Figura 11 - Resultados das observações efetuadas pela observadora 1, para os três parâmetros definidos. 36
Figura 12 - Resultados das observações efetuadas pela observadora 2, para os três parâmetros definidos. 36
Figura 13 – Resultados das observações efetuadas pela observadora 3, para os três parâmetros definidos. 37
Figura 14 - Desempenho dos alunos (%) avaliado pelas três observadoras, para cada um dos parâmetros aferidos na grelha de observação. 38

Lista de tabelas

Tabela 1 - Descritores das aprendizagens essenciais e sua articulação com o perfil do aluno para o século XXI relacionados com o Programa de Intervenção (Adaptado de Ministério da Educação e Ciência, 2018, pp. 3 - 11). 4
Tabela 2 - Objetivos concetuais, educacionais e profissionais do Programa de Intervenção. 5
Tabela 3 - Parâmetros aferidos na grelha de observação referente ao Programa de Intervenção, com respetiva descrição dos níveis de desempenho. 23
Tabela 4 - Questões colocadas no teste diagnóstico e respetivos objetivos da investigação. 24
Tabela 5 - Questões científicas principais, e respetivos objetivos, colocadas durante as entrevistas focais. 26
Tabela 6 - Questões relacionadas com a metodologia de ensino utilizada (Ensino Baseado em Projetos) e respetivos objetivos, colocadas durante as entrevistas focais. 26
Tabela 7 – Distribuição dos grupos focais, por género 27
Tabela 8 - Questões principais e respetivos objetivos, colocadas durante as entrevistas aos docentes do grupo 520 e à diretora da escola 28
Tabela – 9 Frequências de respostas corretas no teste diagnóstico, relativamente às questões 1, 2, 3 e 5 34
Tabela 10 - Cotação média obtida pelos alunos nas questões número 4 e 6 do teste diagnóstico 34
Tabela 11 - Níveis de desempenho individual, por parâmetro e observador 38
Tabela 12 - Distribuição por categorias das questões do guião de entrevistas focais . 39
Categorias 39
Tabela 13 - Correspondência entre categorias, subcategorias e indicadores de resposta nas entrevistas focais 40
Tabela 14 - Frequência de respostas obtidas nas entrevistas focais em relação à categoria “Águas Subterrâneas” 42
Questões 42
Tabela 15 - Frequência de respostas obtidas nas entrevistas focais em relação à categoria “Desenvolvimento Sustentável” 43
Tabela 16 - Frequência de respostas obtidas nas entrevistas focais em relação à categoria “Geoética” 43
Tabela 17 - Frequência de respostas obtidas nas entrevistas focais em relação à categoria “Relação entre Sustentabilidade e Geoética” 44

Tabela 18 - Frequência de respostas obtidas nas entrevistas focais em relação à categoria “Audiovisual” 45
Tabela 19 - Frequência de respostas obtidas nas entrevistas focais em relação a categoria “Metodologia de ensino utilizada (EBPj)” 45
Tabela 20 - Distribuição das questões do guião de entrevista individual por categorias 47
Tabela 21 - Correspondência entre categorias, subcategorias e indicadores de resposta nas entrevistas individuais. 47
Tabela 22 - Frequência de respostas obtidas nas entrevistas individuais relativamente à categoria “Audiovisual” 48
Tabela 23 - Frequência de respostas obtidas nas entrevistas individuais relativamente à categoria “Ensino Baseado em Projetos ” 49

Lista de abreviaturas

AE – Aprendizagens Essenciais

EBPj – Ensino Baseado em Projetos

EOI – Ensino Orientado para a Investigação

IPP – Iniciação à Prática Profissional

PA – Perfil do Aluno para o Século XXI

PES – Prática de Ensino Supervisionada

PI – Programa de Intervenção

UAARE – Unidade de Apoio ao Alto Rendimento Escolar

Capítulo 1. Introdução

O presente relatório de estágio foi desenvolvido 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 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário. Este documento resulta da elaboração e aplicação de um Programa de Intervenção (PI), implementado numa turma do 11º ano de escolaridade de uma escola básica e secundária da cidade do Porto.

A Iniciação à Prática Profissional representa a última etapa de um curso de mestrado em formação de professores e apresenta-se como o primeiro contacto entre o docente em formação e a realidade de uma escola em toda a sua plenitude, ou seja, envolvendo não só a magia e o desafio, mas também a complexidade inerente ao quotidiano escolar. Proporciona ainda a preciosa partilha de experiências e saberes com profissionais experientes, promovendo desta forma a completa integração do professor estagiário na comunidade educativa. Adicionalmente, este período possibilita ao futuro docente a colocação em prática dos conhecimentos adquiridos ao longo das etapas precedentes do curso de mestrado, permitindo-lhe experimentar diversas metodologias educativas e estratégias de ensino, analisando e refletindo não só sobre quais as que melhor se adaptam à sua imagem, como também sobre as suas diferentes potencialidades na efetiva criação de ambientes favoráveis à aprendizagem e ao desenvolvimento de diversas competências essenciais no mundo em que vivemos.

1.1. Contextualizacão da investigacão

Atualmente, com vista ao desenvolvimento de atitudes e competências que questionem as práticas educativas vigentes, considera-se que uma cultura de investigação é fundamental na formação inicial de professores.

É esperado que os professores não sejam meros agentes cumpridores de currículos determinados de antemão, mas antes decisores, gestores e intérpretes críticos de orientações globais, desenvolvendo-se, desta forma, o conceito de professor-investigador (Alarcão, 2001). As investigações em educação contribuem não só para para a conceção de novas teorias educacionais, mas também para a melhoria das práticas em sala de aula. No decurso da sua atividade profissional, um professor deverá saber pesquisar, analisar e interpretar estudos relacionados com o exercício da docência, sendo capaz de distinguir entre a legitimidade de alguns e a frágil fundamentação de outros. Por estes motivos, é decisivo que os professores desenvolvam competências nesta área desde o início da sua formação, mesmo que não

pretendam especializar-se na investigação em educação (Gay, Mills & Airasian, 2012; Nóvoa, 2017).

Concomitantemente, segundo as perspetivas atuais do Ensino Orientado para a Investigação (EOI), o Ensino das Ciências tem como objetivo o desenvolvimento do raciocínio científico, nomeadamente a aquisição de competências de questionamento e investigação, preparando os alunos para serem cidadãos realmente intervenientes no mundo e contribuindo para o aumento da sua literacia científica (DeBoer, 2006; Cachapuz, Gil-Pérez, Carvalho, Praia & Vilches, 2005).

Deste modo, sustenta-se a relevância de um projeto que conciliou a abordagem científica de um tema, à reflexão sobre o resultado da sua implementação, após o recurso a uma metodologia bastante diferente da tradicional, que promove simultaneamente o desenvolvimento destas competências no professor-investigador e nos alunos.

Vivemos tempos em que os avanços do conhecimento acontecem a um ritmo alucinante e o contributo da Ciência para a sociedade é inquestionável. Possibilita avanços em diversos campos, como é o caso da saúde, da alimentação, da tecnologia, da energia, do ambiente, entre muitos outros, melhorando a qualidade de vida das populações e enriquecendo as sociedades intelectual e culturalmente. Ao responder a grandes questões e enfrentar desafios importantes do nosso quotidiano, a Ciência cria conhecimento e melhora a educação, promovendo assim a redução de desigualdades e construindo pontes.

Por outro lado, o fluxo de informação é atualmente global, vasto e abundante, impondo, naturalmente, novas exigências educacionais (Coutinho & Lisbôa, 2011). Assim, destaca-se a pertinência da mudança do papel do professor assumindo a sua função de mediador da aprendizagem, ao invés de mero transmissor de conhecimento, e usando diversas metodologias e estratégias educativas de forma a motivar e envolver os alunos.

Segundo Cachapuz, Praia & Jorge (2004), é importante que o ensino das ciências explore sinergias com a comunidade científica, como forma de potenciar as aprendizagens dos alunos, promovendo ligações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, ou ainda, entre Ciência e Ética, ajudando assim a situar culturalmente a Ciência no quadro de uma educação para uma cidadania responsável. Os autores preconizam ainda que se valorize o desenvolvimento de competências e atitudes científicas através de um ensino de ciências de caráter investigativo; em que se priviligie efetivamente o uso, pelos alunos, das novas tecnologias de informação e comunicação

como recurso didático e que, apesar da extensão dos programas, se promova indiscutivelmente a aprendizagem.

A idealização desta investigação beneficiou do facto de estar prevista para a cidade do Porto a realização de um congresso internacional sobre *Geoética e Gestão de Águas Subterrâneas: teoria e prática para um desenvolvimento sustentável*, em maio de 2020. Este evento ofereceu às turmas de alunos do ensino básico e/ou secundário a possibilidade de participação a partir de um concurso paralelo, no qual os participantes foram convidados a produzir um audiovisual de três minutos, alusivo ao tema do congresso.

Apesar do conceito de geoética não fazer parte do currículo de 11º ano da disciplina de Biologia e Geologia, facilmente pode ser aproveitada a sua estreita ligação à sustentabilidade de recursos geológicos (neste caso aquáticos subterrâneos). Para além disso, em consonância quer com as Aprendizagens Essenciais (AE) e sua articulação com o Perfil do Aluno para o Século XXI (PA) (Ministério da Educação e Ciência, 2018), a temática pode ser aproveitada para promover o pensamento crítico e holístico dos alunos no que concerne à sua atuação, e da própria sociedade, relativamente aos recursos que a geosfera lhe oferece.

O envolvimento de alunos, nestes níveis de ensino, num congresso internacional é pouco comum. Adicionalmente, a participação num concurso introduziu uma componente lúdica e de competição, contribuindo para os motivar. Mais ainda, a realização de um audiovisual trouxe as novas tecnologias para o contexto da aprendizagem, tal como pretendido nas AE (Ministério da Educação e Ciência, 2018) e no PA (Gomes et al., 2017), indo também ao encontro do interesse dos mais jovens.

Assim, visando aproveitar o potencial que este congresso internacional oferecia, esta investigação foi concebida conciliando uma metodologia *inquiry* (EOI) – o Ensino Baseado em Projetos (EBPj) - com a aquisição de conceitos científicos e atitudinais importantes, na temática apresentada. O professor-investigador teve um papel essencialmente como mediador das aprendizagens, enquanto que aos alunos participantes ficou destinado um papel ativo e central na construção dos seus conhecimentos e no produto final que resultou da implementação deste PI.

Atualmente, a Biologia e a Geologia são áreas científicas cruciais para o exercício de uma cidadania responsável, face à necessidade de compreender problemas e tomar decisões fundamentadas sobre questões que afetam as sociedades e os subsistemas do planeta Terra. A sociedade no geral, e a Escola em particular, devem abraçar a missão de formar jovens não só cientificamente cultos mas também eticamente justos, dotando-os de competências necessárias para intervir de forma

fundamentada em questões de natureza técnica, científica e ética, num mundo cada vez mais desafiante e numa ótica de cidadania democrática. Para tal, é essencial que os jovens desenvolvam um raciocínio científico integrado, que permita a permuta de conhecimentos, sem ficar fechado ou segmentado nas diferentes áreas científicas do saber. Esta investigação foi desenvolvida neste entendimento, inspirando a interdisciplinaridade entre a Biologia e a Geologia, através do tema da Exploração Sustentada de Recursos geológicos - Águas Subterrâneas. Foi também promovida a interdisciplinaridade com a disciplina de Inglês, uma vez que os alunos pesquisaram, efetuaram leituras de documentos e construiram a letra utilizada no audiovisual na língua inglesa.

A temática científica abordada neste PI, excetuando o já referido conceito de geoética, encontra-se alinhada com as AE estabelecidas pelo Ministério da Educação para o 11º ano de escolaridade (Tabela 1). Simultaneamente, a implementação deste PI favorece o desenvolvimento de diversas competências, em consonância com o descrito no PA (Gomes at al., 2017).

Tabela 1 - Descritores das aprendizagens essenciais e sua articulação com o perfil do aluno para o século XXI relacionados com o Programa de Intervenção (Adaptado de Ministério da Educação e Ciência, 2018, pp. 3 - 11).

Domínio	Geologia, problemas e materiais do quotidiano
Sub-domínio	Exploração sustentada de recursos geológicos - Águas subterrâneas
Aprendizagens essenciais	Relacionar as características geológicas de uma região com as condições de formação de aquíferos. Analisar dados e formular juízos críticos, cientificamente fundamentados, sobre a exploração sustentável de recursos geológicos.
Ações estratégicas de ensino orientadas para o perfil do aluno	Rigor, articulação e uso consistente de conhecimentos; seleção, organização e sistematização de informação pertinente, mobilização de saberes intra e interdisciplinares; elaboração de opiniões fundamentadas em factos ou dados; aceitação de diferentes pontos de vista; participar de forma construtiva em trabalho de grupo; fornecer feedback para melhoria ou aprofundamento de ações; expressão criativa de aprendizagens (realização de vídeo); ações estratégicas de intervenção enquanto cidadãos cientificamente informados; cumprimento de compromissos contratualizados (por exemplo, prazos).

Descritores do perfil dos alunos	Conhecedor/ sabedor/ culto/ informado; Criativo; Indagador/ Investigador; Crítico/ Analítico; Respeitador da diferença; Sistematizador/ organizador; Questionador; Participativo/ Colaborador; Cuidador de si e do outro; Comunicador; Autoavaliador; Responsável/ Autónomo.

1.2. Problema e objetivos da investigacão

O desenvolvimento desta pequena investigação procurou avaliar o impacte do uso da metodologia Ensino Baseado em Projetos no desenvolvimento de competências ao nível dos domínios cognitivos e atitudinais dos alunos, na temática da Geoética e Sustentabilidade das Águas Subterrâneas.

Desta forma, foram definidas duas variáveis: a variável independente e a dependente. A variável independente relacionou-se com a utilização da metodologia educativa Ensino Baseado em Projetos. A variável dependente correspondeu ao impacte, nos domínios cognitivo e atitudinal dos alunos, da aplicação da metodologia de ensino selecionada.

Uma vez que se tratou de uma investigação qualitativa, não foram formuladas à partida hipóteses de investigação (Coutinho, 2018).

Para responder ao problema de investigação proposto, e de forma a direcionar este plano de intervenção, foram delineados três tipos de objetivos - concetuais, educacionais e profissionais, que se elencam de seguida na tabela 2.

Tabela 2 - Objetivos concetuais, educacionais e profissionais do Programa de Intervenção.

Objetivos concetuais:
• Relacionar as características geológicas de uma região com as condições de formação de aquíferos. • Sensibilizar para a importância e urgência da sustentabilidade das águas subterrâneas; • Analisar dados e refletir criticamente sobre as consequências geoéticas e sociais das ações antrópicas, relativamente à disponibilidade global de água e à exploração sustentada de recursos aquáticos subterrâneos.
Objetivos educacionais:
• Fomentar o raciocínio científico e a literacia científica através da metodologia educativa eleita, o Ensino Baseado em Projetos, no ensino de Biologia e Geologia;

- Verificar a potencialidade do Ensino Baseado em Projetos no desenvolvimento de competências atitudinais nos alunos;
- Incutir a cidadania ativa e interventiva através da construção de um recurso educativo, com vista à participação num concurso, incluído num Congresso Internacional sobre Geoética e Gestão de Águas Subterrâneas.

Objetivos profissionais:
• Adquirir e desenvolver competências profissionais no âmbito da preparação e aplicação da metodologia Ensino Baseado em Projetos; • Fomentar competências no âmbito da Investigação em Educação; • Promover o desenvolvimento e a emancipação profissional docente através de uma ação participativa e reflexiva.

Os objetivos concetuais e educacionais explanados na tabela 2 e propostos neste PI, resultaram da adaptação quer das aprendizagens essenciais preconizadas para o 11º ano de escolaridade, quer das ações estratégicas de ensino orientadas para o perfil do aluno sugeridas, tentando promover nos alunos os descritores do perfil do aluno, anteriormente apresentados na Tabela 1.

1.3. Organização do Relatório de Estágio

O presente documento encontra-se estruturado em seis capítulos, ao longo dos quais é apresentada a introdução, a justificação e o propósito do estudo, o seu enquadramento científico e educacional, a metodologia de investigação utilizada, os resultados obtidos, a sua discussão e ainda as conclusões da investigação. No final, são apresentados as referências bibliográficas e os anexos.

No primeiro capítulo, introdução, é feita uma breve apresentacão da investigação, clarificando-se o seu propósito. Este capítulo encontra-se dividido em três subcapítulos. O primeiro trata da contextualização da investigação, procedendo-se ao enquadramento e justificação do estudo, bem como à contextualização curricular da temática escolhida. No segundo subcapítulo, problema e objetivos da investigação, é referido o problema de investigação selecionado, assim como os objetivos concetuais, educacionais e profissionais que conduziram a investigação. Por fim, no subcapítulo organização do relatório de estágio, é elaborada uma breve descrição de cada um dos capítulos que constituem o presente documento.

O capítulo 2, enquadramento teórico, inclui o corpo concetual que fundamenta este estudo, decorrente da pesquisa e análise bibliográfica de literatura científica na

temática abordada. Inclui os subcapítulos contextualização científica e contextualização educacional.

O terceiro capítulo, metodologia da investigacão, encontra-se estruturado em três subcapítulos. No primeiro, classificação da investigação, define-se a investigação quanto ao método, no segundo, técnicas e instrumentos de recolha de dados, referem-se as técnicas de recolha de dados e respetivos instrumentos utilizados neste estudo e, finalmente, no terceiro, caraterização da amostra, apresenta-se a amostra participante nesta investigação.

O Programa de Intervenção é exposto no capítulo 4, sendo constituído por dois subcapítulos. Inclui o planeamento e construção dos recursos educativos utilizados e ainda a descrição da aplicação do PI.

No capítulo 5 é efetuada a apresentação e discussão dos resultados obtidos. Divide-se em cinco subcapítulos, um para cada um dos instrumentos de recolha de dados utilizados neste estudo.

As conclusões resultantes desta investigação são reveladas no último capítulo, o sexto, composto por três subcapítulos. No primeiro, são apresentadas as conclusões gerais, no segundo, é efetuada a identificação das limitações do estudo e a sugestão de novas linhas de investigação e, no terceiro, encontram-se breves reflexões sobre as implicações deste estudo para o desenvolvimento profissional da professora-investigadora.

Capítulo 2. Enquadramento Teórico

O enquadramento teórico do presente estudo engloba a revisão de literatura que alicerçou a idealização, a elaboração e a implementação da investigação.

Este capítulo encontra-se estruturado em duas partes. A primeira corresponde ao enquadramento científico, explorando-se os conteúdos concetuais relevantes neste PI. A segunda, compreende os princípios sobre a metodologia de ensino utilizada, o Ensino Baseado em Projetos, o seu enquadramento no Ensino Orientado para a Investigação e a análise sobre as vantagens da sua utilização, quer na melhoria dos processos de ensino e de aprendizagem, quer na aquisição de competências por parte dos alunos.

2.1. Enquadramento científico

A água é um bem vital para todos os subsistemas terrestres e desde sempre foi um fator determinante no estabelecimento da vida em geral e das populações humanas em particular. Historicamente, as civilizações humanas sempre floresceram em locais com abundância de água e colapsaram quando este bem deixou de existir (Fetter, 2018, p.2).

É o recurso hídrico mais comum no sistema Terra e movimenta-se de reservatório para reservatório, num movimento que origina, por sua vez, um conjunto complexo de fluxos. Para a sua compreensão, é essencial adotar uma visão dinâmica da circulação da água na Terra, à qual corresponde o conceito de ciclo hidrológico ou ciclo da água (figura 1). Este, pode definir-se como o movimento cíclico da água entre os diversos reservatórios existentes no sistema Terra (Fetter, 2018; Grotzinger & Jordan, 2014).

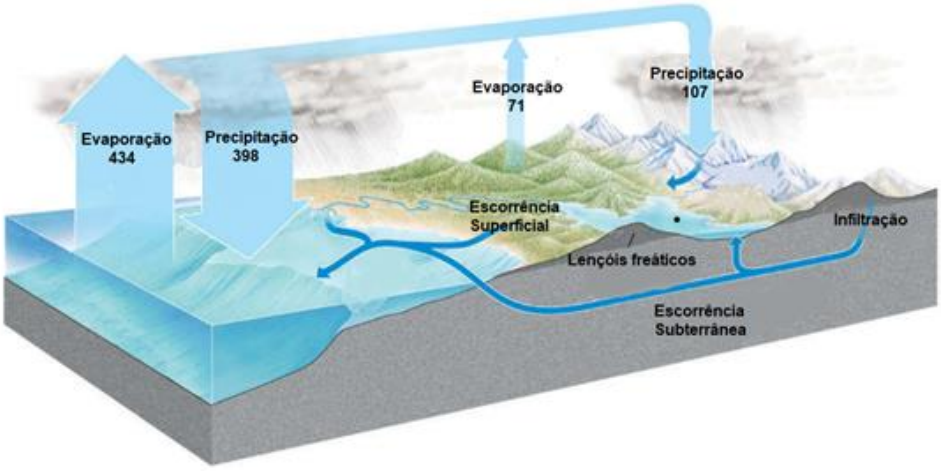


Figura 1- Representação do Ciclo da Água, os números representam a quantidade de água, em milhares de km3 por ano, que se movimentam entre os diversos reservatórios. Adaptado de Grotzinger & Jordan, 2014, p.472.

Podemos iniciar a explicação deste ciclo pela evaporação que ocorre a partir da superfície dos oceanos, nos quais reside o maior volume de água do Planeta. Este vapor de água, que no processo de evaporação se torna praticamente destituído de sais, acaba por condensar e dar origem a gotas de água ou a partículas de gelo. Por sua vez, estas gotas podem sofrer precipitação sobre os oceanos ou continentes, ou voltar a evaporar-se antes de atingir a superfície terrestre. Quando a precipitação ocorre nos continentes a água pode escoar-se à superfície (escoamento superficial) ou sofrer infiltração no solo, e escoar através deste e dos maciços rochosos subjacentes (escoamento subterrâneo).

Esta água pode regressar à atmosfera através da evaporação directa ou da transpiração das plantas, falando-se, neste caso, de evapotranspiração (Fetter, 2018). A água que escoa à superfície acaba por alimentar o fluxo dos rios, que desaguam em

lagos ou no oceano. As águas do escoamento subterrâneo podem atingir a superfície, quer através de nascentes, quer através da sua deslocação até alcançarem o leito de um rio, lago ou oceano. Existem ainda as águas magmáticas, aquelas que estão contidas em magmas. Estas, através de fenómenos vulcânicos, podem ser libertadas directamente na atmosfera ou nos oceanos, passando assim a integrar o ciclo hidrológico. Pelo contrário, a água presente em sedimentos oceânicos pode ser subtraída ao ciclo hidrológico através de fenómenos de subducção (Fetter, 2018, p.5).

Neste projeto vamos explorar a parcela subterrânea do ciclo hidrológico, aquela que ocorre sob a superfície das zonas emersas.

A água subterrânea, componente invísivel do ciclo da água e da hidrosfera, corresponde a mais de 97% de toda a água doce utilizável no planeta, se excluirmos a água presente nos glaciares e calotes polares (figura 2), e contribui em grande percentagem para todas as utilizações humanas da mesma, seja o abastecimento público ou doméstico, a produção agrícola, pecuária ou a indústria (Fetter, 2018; Margat & Van der Gun, 2013; Vadiati, Adamowski & Beynaghi, 2018). Constitui também a principal fonte de abastecimento em regiões com escassez de água e funciona como um tampão contra eventos climáticos extremos (Chambel & Abrunhosa, 2017).

Figura 2 - Distribuição de Água na Terra. Adaptado de Grotzinger & Jordan, 2014, p.471.

A quantidade de água infiltrada depende de diversos factores, tais como o tipo de solo, a sua permeabilidade e porosidade, o seu declive, o tipo de cobertura vegetal ou a distribuição da precipitação no tempo. Assim, as áreas com solos mais arenosos, com cobertura vegetal abundante, com declives suaves ou com a precipitação bem distribuída no tempo, tendem a ser mais favoráveis à infiltração, originando bons reservatórios. Pelo contrário, áreas com solos mais argilosos, com reduzida cobertura vegetal, com declives mais acentuados ou com precipitação concentrada em curtos intervalos de tempo, tendem a ser menos favoráveis à infiltração (Fetter, 2018).

A porosidade de um solo ou rocha diz respeito à percentagem desse material que não se encontra preenchido por matéria (Fetter, 2018; Grotzinger & Jordan, 2014). Pode variar de uma pequena percentagem de volume total do material até cerca de 50%, por exemplo se a rocha foi sujeita a processos de dissolução química. As rochas

sedimentares normalmente têm porosidades entre 5 e 15 por cento, enquanto as rochas metamórficas e magmáticas apresentam normalmente baixa porosidade, exceto quando fraturadas (Grotzinger & Jordan, 2014).

A permeabilidade refere-se à capacidade de um sólido permitir que fluidos o atravessem (Fetter, 2018¸ Grotzinger & Jordan, 2014). Geralmente, a permeabilidade aumenta à medida que a porosidade aumenta, embora a permeabilidade também dependa do tamanho e da conexão entre os poros, e ainda do grau de sinuosidade do caminho que o fluido deve percorrer para passar pelo material (Grotzinger & Jordan, 2014).

Também o grau de calibração dos grãos, a quantidade de cimento, a presença ou não de fraturas, entre outros, são fatores que afetam a permeabilidade e a porosidade das rochas (figura 3), condicionando o armazenamento de água e a formação de aquíferos. Em geral, um bom reservatório de água subterrânea é um corpo de rocha, sedimentos ou solo com alta porosidade (para que possa reter grandes quantidades de água) e alta permeabilidade (para que a água possa ser bombeada facilmente) (Grotzinger & Jordan, 2014).

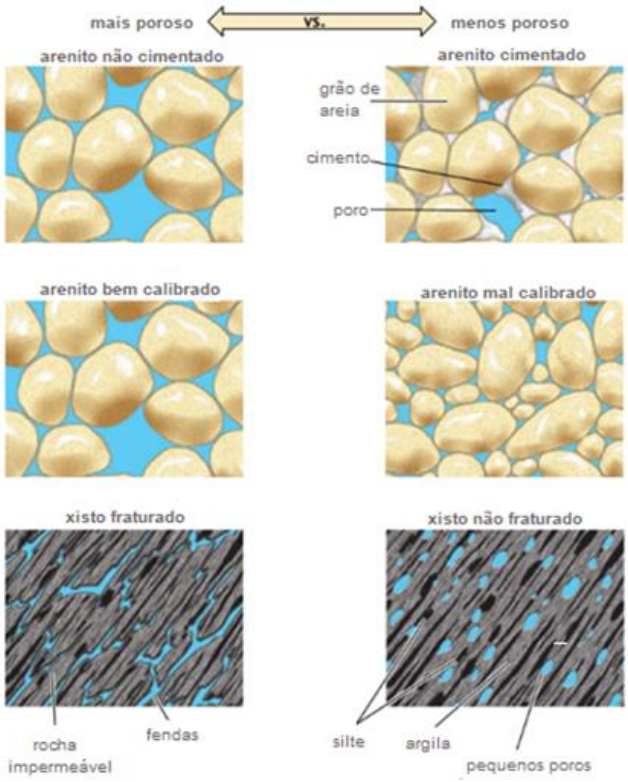


Figura 3 – Exemplos de fatores que condicionam a porosidade e a permeabilidade das rochas. Adaptado de Grotzinger & Jordan, 2014, p.479.

Uma formação geológica que permite a circulação e o armazenamento de água nos seus espaços vazios, possibilitando o seu aproveitamento de forma economicamente rentável, denomina-se aquífero. Já um sistema aquífero apresenta um

domínio espacial, limitado em superfície e em profundidade, no qual podem existir um ou mais aquíferos, relacionados ou não entre si, mas que constitui uma unidade prática para a investigação ou exploração (SNIRH, 2018).

Um aquífero diz-se livre, quando não está limitado superiormente por uma camada impermeável, pelo que a água se encontra à pressão atmosférica. Pelo contrário, um aquífero cujo teto e muro estão limitados por camadas impermeáveis designa-se cativo ou confinado (figura 4). Neste caso, a água encontra-se a uma pressão superior à pressão atmosférica, motivo pelo qual poderá ser retirada através de um furo artesiano.

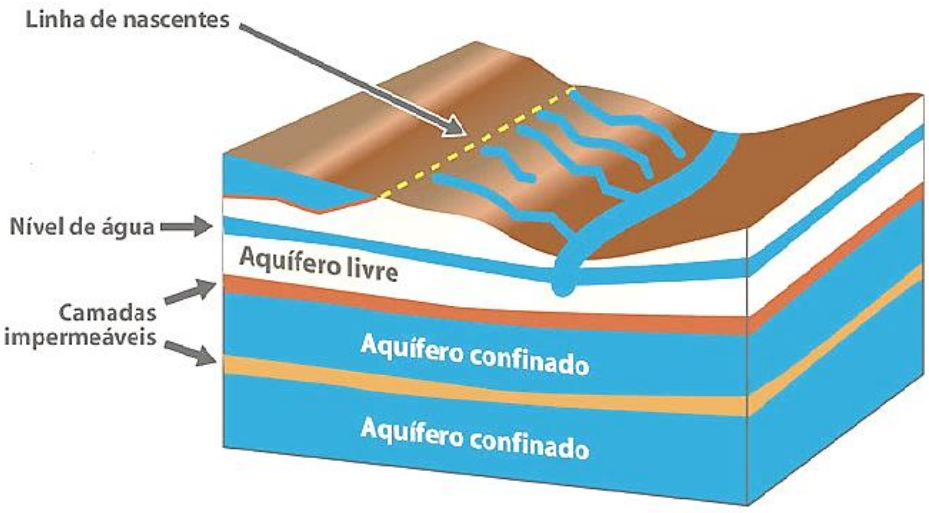


Figura 4 - Representação esquemática de um aquífero livre e de um aquífero confinado. Adaptado de Midões, Fernandes & Costa, 2001, p.6. Disponível em http://www.cienciaviva.pt/img/upload/agua_subterranea_LNEG.pdf

O volume de água presente num aquífero é muito variável, podendo oscilar entre vários milhares e alguns milhões de metros cúbicos. Desta forma, torna-se difícil calcular a quantidade de água subterrânea numa região, sendo extremamente difícil calcular o volume de água subterrânea armazenada em todo o mundo (Margat & Van der Gun, 2013).

Como consequência do aumento demográfico e dos padrões de consumo mundiais, a extração global de água subterrânea cresceu mais de quatro vezes nos últimos 50 anos. Em 2010, estimava-se que o aproveitamento da água proveniente de aquíferos atingia cerca de 1000 km^3/ano, correspondendo a cerca de 26% de toda a água doce extraída para os diversos usos no Planeta. A intensidade das extrações varia enormemente e as maiores ocorrem em grandes áreas da China, Índia, Paquistão, Bangladesh, Irão, EUA, México e Europa (Chambel & Abrunhosa, 2017; Margat & Van der Gun, 2013).

Sob condições naturais, a recarga dos sistemas aquíferos tende a permanecer em equilíbrio com as descargas naturais. Todavia, a extração intensiva de água subterrânea, isto é, a sua sobrexploração, pode romper este equilíbrio, resultando numa redução progressiva do armazenamento de água subterrânea (Chambel & Abrunhosa, 2017; Fetter, 2018; Margat & Van der Gun, 2013).

Para além do aumento demográfico (figura 5) e do consequente crescimento da procura global para satisfazer as necessidades de água das populações, o papel vital das águas subterrâneas é comprometido por consideráveis ameaças como a poluição proveniente de práticas agrícolas desadequadas, o aumento da urbanização ou as alterações climáticas. Estas são condições que, aliadas a má utilização e sistemas ineficazes de gestão, promovem a sua escassez, a degradação da sua qualidade e a redução das suas taxas de reposição (Vadiati et al, 2018).

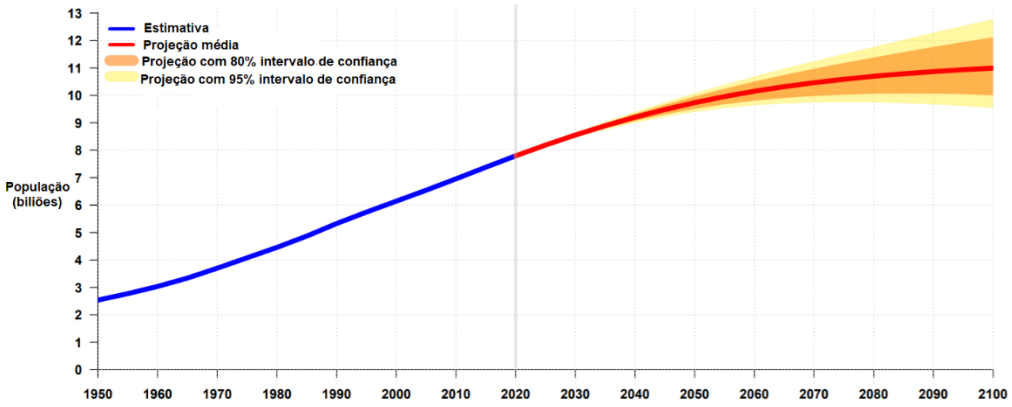


Figura 5 - Estimativas e projeções do crescimento populacional mundial. Adaptado de United Nations, 2019a, p.1. Disponível em https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_DataBooklet.pdf.

Tais evidências impõem desafios sem precedentes para a gestão sustentável de todos recursos hídricos. As águas subterrâneas, dado o facto de corresponderem à maior porção de água doce disponível para consumo (Poff, Tharme & Arthington, 2017; Vadiati et al, 2018), merecem uma preocupação especial.

Segundo o Relatório Mundial da Água (United Nations, 2019b), atualmente cerca de 4 milhões de pessoas, mais de metade da população mundial, habita áreas com potencial escassez de água pelo menos durante um mês por ano. Estes números poderão continuar a aumentar visto que as estimativas apresentadas no referido relatório sugerem que a utilização global de água se irá manter em trajetória ascendente, aumentando anualmente em cerca de 1% até 2050.

O *stress* hídrico diz respeito à proporção anual entre o total de água potável retirada pelos principais setores, incluindo as necessidades hídricas do meio ambiente, e a quantidade total de recursos hídricos renováveis, expressa em percentagem. A figura 6 oferece uma visão global sobre os níveis de stress hídrico no mundo.

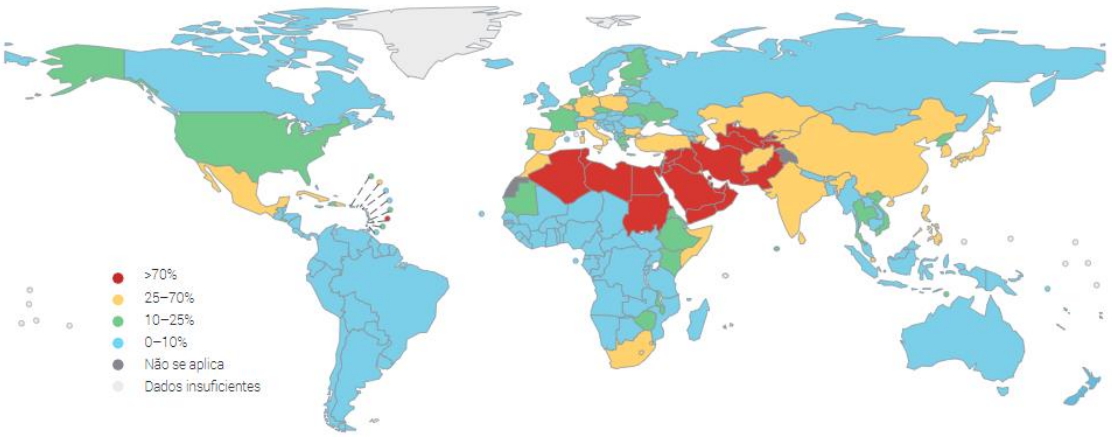


Figura 6 - Níveis mundiais de stress hídrico físico. Adaptado de United Nations, 2019b, p.27. Disponível em https://www.unwater.org/publications/world-water-development-report-2019/.

O mesmo relatório das Nações Unidas realça ainda que a escassez de água, ou a impossibilidade da sua utilização devido à poluição, torna as populações mais suscetíveis a fenómenos de agitação civil, migração em massa e até mesmo a conflitos dentro e entre países.

A resolução destas questões, só será alcançada com trabalho colaborativo entre várias áreas do conhecimento. Para identificar, extrair e monitorizar águas subterrâneas, é necessário mais do que perceber de hidrogeologia. É preciso valorizar os fatores sociais, culturais, económicos, éticos e ambientais, específicos da região em causa, de forma a garantir que a solução encontrada é a melhor possível para esse local (Stewart & Gill, 2017).

A necessidade de um mundo mais sustentável foi unanimemente reconhecida pelos membros das Nações Unidas em setembro em 2015 quando foram definidos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, na designada Agenda 2030 (figura 7).

Figura 7 - Os 17 objetivos do Desenvolvimento Sustentável. Retirado de Nações Unidas, 2015. Disponível em https://www.unric.org/pt/component/content/article/32350-17-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel.

As questões relacionadas com a educação (objetivo quarto) e com a água potável (objetivo sexto) surgem como problemas de estudo prementes que devem ser alvo de um ensino contextualizado na Educação em Ciências.

De salientar que no objetivo quarto da agenda, *Educação* de *Qualidade*, se reconhece que devemos:

- garantir, até 2030, que todos os alunos adquiram conhecimentos e habilidades necessárias para promover o desenvolvimento sustentável.

Por sua vez, no objetivo sexto, *Água Potável e Saneamento*, é explanado que se deve:

- Proteger e restaurar, até 2020, ecossistemas relacionados com a água, incluindo montanhas, florestas, zonas húmidas, rios, aquíferos e lagos;
- Melhorar, até 2030, a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a libertação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo para metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e a reutilização a nível global;
- Aumentar substancialmente, até 2030, a eficiência no uso da água em todos os setores e assegurar extrações sustentáveis (...);
- Implementar, até 2030, a gestão integrada dos recursos hídricos (...).

Da prossecução destes objetivos emerge a necessidade de um novo paradigma que integre, por um lado, a continuação do desenvolvimento das sociedades humanas e, por outro, a manutenção dos sistemas terrestres (*earth systems*) (Steffen et al., 2015).

O estudo dos *earth systems* encontra-se relacionado com a compreensão da Terra como um sistema global, que integra outros subsistemas individuais, como a biosfera, a geosfera, a hidrosfera ou a atmosfera, e a forma como esses subsistemas interagem e se influenciam uns aos outros (Orion, 2016).

Em 2009, Rockström e colaboradores apresentaram à comunidade científica os limites planetários para nove processos fundamentais do sistema terrestre. Para cada um deles, os autores calcularam o valor das fronteiras/limites que marcam a zona de segurança para o nosso planeta. Chegaram à conclusão que em dois desses processos, os ciclos biogeoquímicos e a perda de biodiversidade, os limites foram já ultrapassados, enquanto que relativamente às alterações climáticas ou à utilização da terra, estão em vias de lá chegar. Outro dos processos cujo limite planetário foi identificado pelos cientistas diz respeito ao uso da água doce (Rockström et al, 2009; Steffen, et al., 2015) (figura 8). Apesar de ainda se encontrar dentro da zona de segurança estabelecida, segundo afirma Sachs (2015, p. 41), durante o século XXI serão provavelmente ultrapassados todos os limites considerados seguros para os nove processos terrestres identificados como críticos para a Terra.

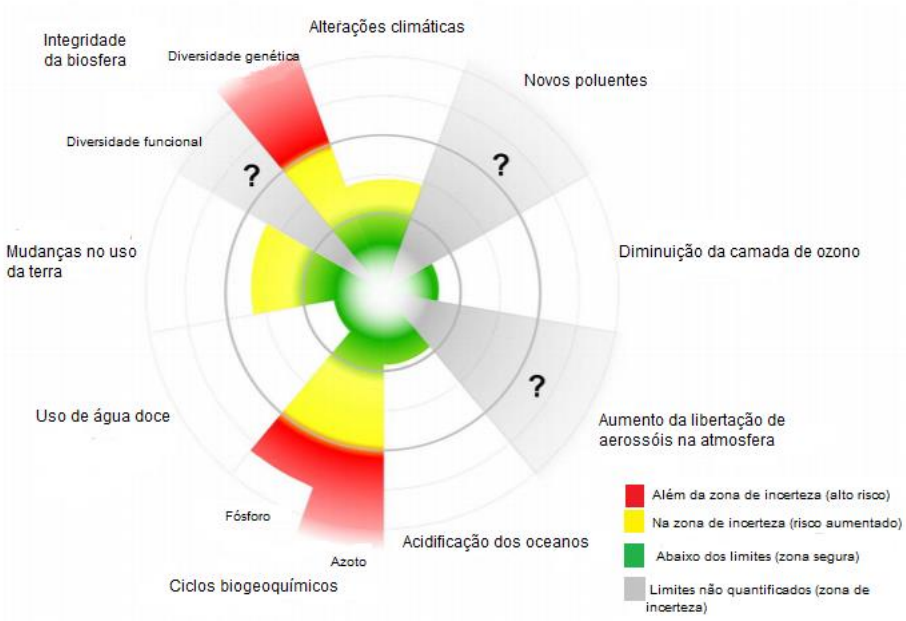


Figura 8 - Limites planetários. Adaptado de Steffen et al., 2015, p. 6.

Estes são indícios crescentes que as atividades antropogénicas estão a afetar o sistema terrestre de uma forma tão vincada que, se não forem adotadas rapidamente estratégias globais para alcançar o desenvolvimento sustentável, poderão afetar irremediavelmente a sua capacidade de resiliência (Steffen et al., 2015).

Neste contexto, pautado por crescentes desafios ambientais impostos por sociedades cada vez mais sobrepovoadas e marcadas por um consumismo amiúde desmedido, a educação ambiental progrediu de um estatuto marginal no currículo para uma consciencialização coletiva de que a educação para a sustentabilidade é um tema crucial para o futuro do nosso planeta (Vasconcelos, Torres, Vasconcelos & Moutinho, 2016). Sendo um conceito amplo, complexo e dinâmico, a sustentabilidade oferece várias possibilidades em termos de intervenções educacionais. Apesar disso, é ainda escassa a implementação em contexto escolar de estratégias e atividades nesta área temática, como corroboram os mesmos autores.

De acordo com a definição apresentada no relatório Brundtland (World Commission on Environment and Development, 1987), o Desenvolvimento Sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações acederem às suas próprias necessidades. Está intrinsecamente ligado a três pilares, o desenvolvimento económico, o desenvolvimento social e a proteção do meio ambiente, constituindo um todo interligado e incluindo ambas as premissas de sustentabilidade no presente e para o futuro.

Segundo Sachs (2015), o desenvolvimento sustentável é uma forma de entender o mundo segundo um conjunto complexo de sistemas, económicos, sociais, ambientais

e políticos, que interagem entre si (p.11). Desta forma, requer especialistas que sejam conhecedores da complexidade destes sistemas e que, ao mesmo tempo, sejam capazes de reconhecer a especificidade de cada situação, adequando o diagnóstico e a solução, a cada caso específico (p.8). Compreende-se assim que solicite a participação de diversos atores e perspectivas, com o objetivo de conciliar diferentes valores e metas, muitas vezes antagónicas, que possibilitem um (re)começo e uma mobilização de ações para alcançar objetivos comuns, num trabalho muitas vezes difícil e doloroso (Kates, Parris & Leiserowitz, 2005).

Tal como ressalvam O'Neill, Fanning, Lamb & Steinberger (2018), no referido relatório Brundtland, o desenvolvimento sustentável não se encontra relacionado com *a satisfação de desejos* ou com a *promoção do bem-estar* mas sim com a *satisfação de necessidades*. Facilmente se percebe que poderá estar aqui um ponto fulcral da questão. Num mundo tão heterogéneo e desigual como aquele em que vivemos, não será fácil clarificar este conceito, pois indíviduos em diferentes regiões do mundo certamente apresentam visões muito diversas do que são *necessidades*. Desta dissonância de perceções resulta a entrada no domínio da ética, tornando-se evidente a sua estreita ligação com as questões da sustentabilidade.

Assim, no decurso da crescente consciencialização dos problemas ambientais, emerge, na década de 90 do século passado, um novo campo disciplinar e científico, a Geoética (Almeida & Vasconcelos, 2015).

No âmbito da geoética cabe uma reflexão acerca dos valores que devem fundamentar comportamentos e práticas que interferem com o modo como o ser humano se relaciona com o sistema terrestre. Por um lado, a geoética, diz respeito às implicações éticas, sociais e culturais, provenientes do conhecimento em geociências, na educação, na investigação, na ação e na comunicação, corporizando um ponto de interseção entre as geociências, a sociologia e a filosofia (Bobrowsky, Cronin, Di Capua, Kieffer & Peppoloni, 2017; Pepoloni & Di Capua, 2017). Adicionalmente, está relacionada com a responsabilidade e o papel social dos geocientistas na condução das suas atividades, apresentando-se como uma ferramenta para influenciar a consciência da sociedade relativamente aos recursos geológicos e ao meio ambiente (Bobrowsky et al., 2017; Pepoloni & Di Capua, 2017; Vasconcelos et al., 2016). A geoética encontra-se também intrinsecamente ligada ao conceito de sustentabilidade pois, tal como afirmam Vasconcelos e Almeida (2014), "a geoética é um caminho para o desenvolvimento sustentável" e enfatiza a importância de efetuar uma gestão do risco *apriori*, associando-se a essa avaliação uma ética de responsabilidade, ou seja, face a

danos ambientais irreversíveis, ou cuja reversibilidade é apenas conseguida com enorme esforço, justifica-se a tomada de medidas de prevenção (Almeida, 2014).

O que está em jogo não será a sobrevivência da Terra, que provavelmente conseguirá absorver as consequências das atividades humanas, mas o bem-estar de seres vivos e ecossistemas, e, em última instância, talvez a nossa própria existência neste planeta. A sensibilização e responsabilização de todos, geocientistas e cidadãos no geral, deverá ser o primeiro passo, e o papel da geoética para o atingir é vital (Peppoloni, Bilham & Di Capua, 2019).

2.2. Enquadramento educacional

Uma das caraterísticas da Natureza da Ciência diz respeito ao seu caráter mutável (Lederman, Lederman & Antink, 2013). Assim, o modelo internalista da ciência, caraterizado por uma dissociação entre o trabalho dos cientistas e o ambiente social, ambiental, económico e político onde o mesmo se desenvolve, deixou há muito de ter fundamento (Vasconcelos & Imbernon, 2015).

Da mesma forma, também as visões e conceções em Educação evoluem ao longo dos tempos. Atualmente, acompanhando a perspetiva de EOI, (re)conhece-se o valor da (trans)formação e a oportunidade que esta possibilita, promovendo simultaneamente a construção de saberes (conhecimentos) e também de valores, atitudes e capacidades (competências) (Gomes et al, 2017). Procura-se desenvolver nos alunos o conhecimento que sustente a ação, segundo a perspetiva socioconstrutivista (Fonseca, Barreiras & Vasconcelos, 2005).

O referencial teórico desta conceção da aprendizagem é Lev Vygotsky, autor que enfatizou a importância dos contextos sociais de aprendizagem e a interdependência dos processos sociais e individuais na construção do conhecimento, assumindo, assim, que a aprendizagem é uma atividade social e colaborativa (Cachapuz et al., 2004; Dobber, Zwart, Tanis & van Oers, 2017; Vygotsky, 1968).

O Ensino Baseado em Projetos (EBPj) inclui-se numa perspetiva socioconstrutivista do conhecimento. Nesta metodologia de ensino, a aprendizagem é organizada em torno de projetos e os alunos trabalham colaborativamente, procurando responder a problemas ou questões desafiantes, de uma forma integrada. Assim, o EBPj promove o envolvimento dos alunos na construção das suas aprendizagens, num processo caraterizado pela existência recorrente de ciclos de análise e síntese, ação e reflexão (Dobber et al., 2017). Os projetos podem dizer respeito a uma única atividade e durar algumas semanas ou estarem relacionados com atividades mais longas, ocupando todo um, ou mais, ano(s) letivo(s).

O contacto com o projeto coloca os alunos em ambientes reais e contextualizados, sendo útil para permitir a construção de pontes entre a sala de aula e situações reais do quotidiano (Bell; 2010; Blumenfeld et al, 1991). Por sua vez, as questões e respostas que vão surgindo ao longo da implementação do projeto deverão ser valorizadas e alvo de questionamentos sistemáticos (Dobber et al, 2017) de forma que o produto final possa ser continuamente melhorado. Desta forma, compreende-se que esta metodologia, tal como todas as que seguem uma perspetiva EOI, exija do professor um trabalho complexo, multifacetado e bastante exigente (Dobber et al., 2017), funcionando como mediador das aprendizagens, apesar do papel central ser do aluno.

Não sendo condição suficiente para manter a motivação dos alunos em relação às temáticas abordadas, uma vez que esta depende também, e em grande medida, da própria motivação do professor, segundo Blumenfeld e colaboradores (1991), o EBPj contribui para o envolvimento dos alunos na aprendizagem e os alunos serão capazes de manter maiores níveis de motivação se se verificarem algumas condições: (i) as tarefas são variadas e incluem elementos de novidade, (ii) o problema é autêntico e tem valor, (iii) o projeto é desafiante; (iv) o projeto tem uma data definida para entrega do produto final, (v) os alunos têm a possibilidade de tomar decisões ao longo do projeto e (vi) o trabalho no projeto é colaborativo.

Com a utilização desta metodologia educativa, promove-se a autonomia e a responsabilidade dos alunos de uma forma muito superior à instrução tradicional, pelo facto de lhes ser permitido, em certa medida, dirigir o projeto e potenciar, para além destas, outras competências essenciais para o século XXI como o trabalho cooperativo, a capacidade de questionar e analisar, o pensamento crítico, a criatividade e a interação entre pares (Blumenfeld et al, 1991; Dobber et al., 2017; Thomas, 2000). Adicionalmente, pelo facto das avaliações serem suportadas em desempenhos autênticos, o EBPj contribui para maximizar a aprendizagem e a construção de conhecimentos (Thomas, 2000).

Um dos desafios das escolas é assegurar a preparação dos alunos para as múltiplas exigências das sociedades contemporâneas. As AE e o PA, documentos orientadores do Ministério da Educação português, consagram que à saída do seu percurso escolar os jovens estejam munidos de diversas competências que lhes permitam analisar e questionar criticamente a realidade, avaliar e selecionar a informação, formular hipóteses e tomar decisões fundamentadas no seu dia a dia, serem autónomos, responsáveis e conscientes de si e do mundo que os rodeia, de forma a

tornarem-se cidadãos mais justos e capazes de intervir na sociedade em que se inserem (Ministério da Educação e Ciência, 2018; Gomes et al., 2017).

No que concerne à temática da Sustentabilidade, Wiek, *Withycombe & Redman* (2010) defendem a existência de um conjunto específico de competências-chave, isto é, um conjunto de capacidades e atitudes necessárias para se compreender e agir na área da sustentabilidade, que apoiam quer os objetivos do desenvolvimento sustentável, quer as orientações definidas nas AE e no PA (figura 9).

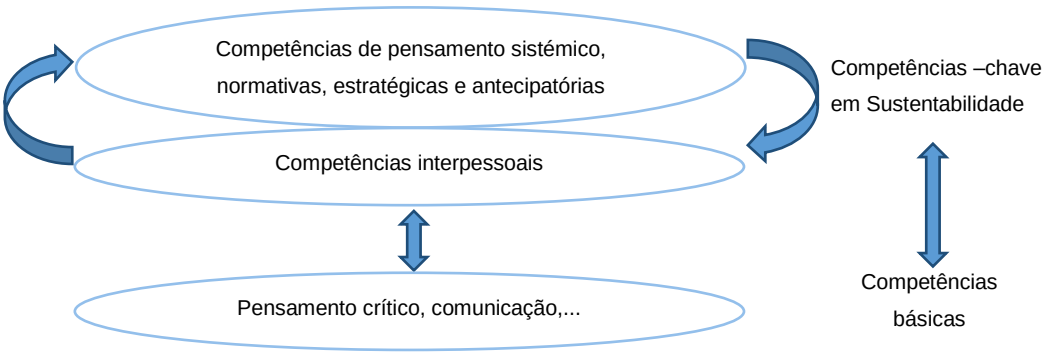


Figura 9 - Esquema resumo de diversas competências necessárias em Sustentabilidade, fazendo a ligação entre competências básicas e competências-chave em Sustentabilidade. Adaptado de Wieck, Withycombe & Redman, 2011, p.12.

O ensino através de projetos pode promover o desenvolvimento destas capacidades, essencialmente as relacionadas com as competências interpessoais, embora, dependendo do seu tema e âmbito, possam mesmo ser promovidas todas elas. Assim, na abordagem a temas da esfera da Sustentabilidade, esta poderá ser uma metodologia de ensino interessante.

Apesar de globalmente ser considerada como fundamental nos nossos dias, muitos estudos mostram que as atitudes e a curiosidade dos estudantes relativamente à Ciência vão decaindo à medida que eles progridem no seu trajeto escolar (Goto, Nakanishi & Kano, 2018; Logan & Skamp, 2008). Neste sentido, é fundamental que os professores de ciências não se demitam do seu papel de motivadores das aprendizagens, adotando metodologias e estratégias de ensino diversificadas, de forma a não deixar esmorecer o gosto e a curiosidade nos alunos pela Ciência (Osborne, Simon & Collins, 2003). Contudo, nos dias de hoje muitas vezes ainda são diminutas as reais oportunidades dos alunos experienciarem estes processos durante o seu percurso escolar obrigatório. Desta forma, afigura-se como importante a imersão dos jovens estudantes em atividades genuínas de pesquisa o mais cedo possível no seu trajeto escolar (McClatchy; McGann, Gotwals, Baskett & Churchill, 2013).

A participação de jovens, em contexto de ensino secundário, num evento de índole científica, contribui para promover a sua motivação e entusiasmo relativamente à Ciência (Goto et al., 2018). O trabalho num projeto cuja temática é de importância indiscutível nas sociedades atuais, possibilita ainda o aprofundamento científico do tema e o desenvolvimento de diversas competências e atitudes essenciais nas sociedades modernas. Para além disso, a construção colaborativa de um audiovisual favorece a motivação dos alunos, a sua sensibilidade artística e a utilização de tecnologia, com que os jovens lidam diariamente, pode aliar-se à pedagogia sob a orientação especializada do professor (Cruz, Lencastre & Coutinho, 2015).

Capítulo 3. Metodologia da Investigação

Todas as investigações envolvem a decisão de se estudar algo, a formulação de uma, ou mais, questão(ões) e a procura da(s) sua(s) resposta(s). Isto pressupõe que sejam recolhidos e posteriormente analisados dados, para que o investigador possa chegar a uma conclusão. Segundo Gay, Mills & Airasian (2012, p.5), a investigação em educação é a aplicação formal e sistemática do método científico ao estudo de problemas educacionais. O seu objetivo é essencialmente o mesmo que o de todas as ciências, ou seja, descrever, explicar, prever ou controlar fenómenos, neste caso, educacionais (Gay et al., 2012, p.5), criando-se assim a possibilidade de avançar as fronteiras do conhecimento relativamente ao assunto em questão (Bryman, 2016).

3.1. Classificação da Investigação

Quanto ao propósito, esta investigação classifica-se como um estudo de avaliação. Este tipo de investigação refere-se a processos de recolha e análise sistemática de dados acerca da qualidade, eficácia, mérito ou valor de um determinado produto, programa ou prática, focando-se primordialmente na tomada de decisões relativamente a esses mesmos produtos, programas ou práticas (Carmo & Ferreira, 2008; Coutinho, 2018; Gay et al., 2012). Revelam-se, assim, estudos importantes e de carácter explicitamente prático (Coutinho, 2018).

Foi efetuado um estudo de avaliação sumativo, ou seja, avaliou-se a qualidade e mérito do PI aplicado, bem como do produto final construído, no término do desenvolvimento deste projeto. A avaliação foi efetuada por diversos atores, desde os próprios participantes no estudo, elementos do grupo de estágio (professora cooperante da IPP e colega de estágio da IPP), professores do grupo disciplinar da área de docência das Ciências Naturais e Biologia e Geologia, direção da escola e ainda, podemos acrescentar, pelo próprio júri científico e pedagógico do congresso internacional sobre

Geoética e Gestão de Águas Subterrâneas, em cujo concurso o audiovisual se encontra a participar.

A condução desta investigação apoiou-se em técnicas do método qualitativo. O método qualitativo de investigação em educação envolve a recolha simultânea de diversos dados, visuais e descritivos, ao longo de um determinado período de tempo, num cenário natural, real e não manipulado, sendo os dados recolhidos essencialmente de natureza não numérica (Gay et al., 2012).

Examinar o mundo qualitativamente significa estudar e representar o significado de uma interação social particular (Coutinho, 2018; Newhart, 2015) como aprender em contexto de sala de aula. Implica que o investigador se envolva profundamente na investigação, criando interação entre este, os participantes e os seus contextos (Gay et al, 2012; Newhart, 2015). Assim, neste tipo de investigação, o investigador é sensível ao contexto em que se desenrola o estudo, procurando compreender a realidade a partir dos significados e perspetivas de todos os participantes, renunciando às suas próprias perspetivas e convicções de forma a não desvirtuar os resultados da investigação (Carmo & Ferreira, 2008, p.198).

Apesar de tradicionalmente as investigações apoiadas pelo método quantitativo terem maior relevância, nas últimas décadas assistiu-se a um aumento do entusiamo dos investigadores em educação pela perspetiva qualitativa. Vários investigadores, como Cohen, Manion & Morrison (2013); Gay e colaboradores (2012) ou Newhart (2015), ressalvam que alguns problemas e questões educacionais não se adequam a um método de investigação quantitativo, pautado pela análise numérica e pelo controlo de variáveis, visto que a complexidade da natureza humana e o número indescritível e incontável de fenómenos e interações sociais, contrastam com a ordem e a regularidade dos fenómenos do mundo natural. Pelo contrário, devem ser analisados segundo uma metodologia onde os resultados surjam por via de uma investigação que ocorre num contexto real, pois só assim poderão ter relevância no mundo concreto e originar uma visão mais holística dos fenómenos em estudo. Segundo Coutinho (2018, p.17), com esta perspetiva qualitativa de investigação educacional, pretende-se substituir as noções científicas de *explicação*, *previsão* e *controlo* do paradigma quantitativo, pelos conceitos de *compreensão*, *significado* e *ação*.

A recolha de dados ocorreu em momentos distintos e foi efetuada com recurso a técnicas e instrumentos de recolha de dados diversos, de forma a aumentar o conjunto de dados obtidos e passíveis de posterior análise.

Uma vez que esta investigação se apoiou no método qualitativo, o tratamento dos dados obtidos foi realizado com recurso a estatística descritiva e à análise de

conteúdo. Esta consiste em avaliar de forma sistemática um corpo de texto, de forma a constatar a ocorrência de palavras/símbolos/temas que possam ser organizados em categorias, e assim possibilitem a sua posterior interpretação (Coutinho, 2011; Gay et al, 2012). Uma vez que neste estudo não foram utilizadas categorias pré-definidas, a análise de conteúdo tem apenas um caráter exploratório (Ghiglione & Matalon, 1997, citados em Coutinho, 2018, p.217). Este tipo de análise de conteúdo exploratória apresenta três momentos sucessivos: pré-análise, exploração do material e tratamento de resultados, que inclui a inferência e a interpretação (Bardin, 2011, citada em Coutinho, 2018, p.218).

3.2. Técnicas e instrumentos de recolha de dados

Num estudo qualitativo muitas fontes de dados são aceitáveis, desde que a abordagem à recolha seja ética e que os dados obtidos contribuam para a compreensão do fenómeno em estudo (Gay et al., 2012, p.381). No sentido de responder ao problema de investigação apresentado, foram selecionadas como técnicas de recolha de dados: a observação, o inquérito e a análise de registos.

No que concerne aos instrumentos de recolha de dados, a escolha recaiu sobre a grelha de observação, o teste, o guião de entrevista e o audiovisual. Nesta investigação, tal como acontece em todos os estudos de natureza qualitativa, outro dos instrumentos de recolha de dados foi a própria investigadora (Carmo & Ferreira, 2008; Coutinho, 2018; Gay et al., 2012).

3.2.1. Grelha de observação

A observação é a técnica mais apropriada e efetiva de recolha de dados (Gay et al., 2012, p.311). Observando, o investigador procura percecionar e entender o ambiente natural, tal como ele é interpretado pelos participantes.

A observação pode ser não estruturada, quando o investigador efetua registos de tudo aquilo que observa (por exemplo, diários de bordo), ou estruturada, quando o investigador efetua a observação recorrendo a um protocolo pré-definido (grelhas de observação).

Nesta investigação foi utilizada uma grelha de observação que, procurando não ser demasiado extensa de forma a não contribuir para o aumento do erro no seu preenchimento, incluiu um conjunto de indicadores suficientes para permitir uma adequada análise do contexto em estudo. A utilização de grelhas de observação permite que os dados sejam observados e registados de forma padronizada, diminuindo a subjetividade de observações e registos efetuados por diferentes investigadores

(Silvestre & Araújo, 2012). Estes instrumentos de recolha de dados são muito utilizados por professores na observação de comportamentos e atitudes dos alunos em contexto de sala de aula (Coutinho, 2018).

Seguindo a classificação de Spradley (1980), a observação neste estudo foi de de dois tipos: a professora-investigadora efetuou uma observação participante completa, envolvendo-se no cenário da investigação e atuando como um dos participantes no projeto, enquanto a professora cooperante da IPP e colega de estágio da IPP, realizaram uma observação participante passiva, estando presentes no cenário da investigação, mas sem intervir, nem interagir com os participantes.

A grelha elaborada (cuja folha de registo pode ser consultada no Anexo 1) pretendeu aferir algumas atitudes e comportamentos dos discentes aquando da aplicação do Programa de Intervenção. Para tal, definiram-se três parâmetros a avaliar descritos na Tabela 3. Estes parâmetros, motivação, cooperação no trabalho e interação com os colegas, foram definidos e selecionados por se tratarem de fatores condicionantes das dinâmicas educativas e, por conseguinte, das próprias aprendizagens (Blumenfeld et al., 1991; Johnson & Johnson, 2018; Hurst, Wallace & Nixon, 2013; Ribeiro, 2011).

Tabela 3 - Parâmetros aferidos na grelha de observação referente ao Programa de Intervenção, com respetiva descrição dos níveis de desempenho.

Motivação	
Definição	Entendida como o impulso interno que origina uma ação no sentido da realização do trabalho; pode ser inferida através de atitudes como tomar iniciativa, iniciar uma tarefa e empenhar-se nela com esforço e persistência (Dörnyei & Ushioda, 2013; Ribeiro, 2011).
Níveis de desempenho	Não satisfatório – o aluno não revela iniciativa para participar nas tarefas propostas Satisfatório – o aluno revela iniciativa mas não demonstra persistência nem esforço para completar o seu desempenho Muito satisfatório – o aluno revela iniciativa e demonstra quer persistência, quer o esforço necessários para completar o seu desempenho.
Cooperação no trabalho	
Definição	Pode ser inferida pela observação dos membros de um grupo quando estes trabalham em conjunto e se apoiam, visando atingir objetivos comuns negociados pelo coletivo (Damon & Phelps, 1989; Johnson & Johnson, 2018).

Níveis de desempenho	Não satisfatório – o aluno não coopera nem apoia os colegas na realização das tarefas. Satisfatório – o aluno coopera mas distrai-se com alguma facilidade durante o trabalho. Muito satisfatório – o aluno coopera e apoia os colegas na realização das tarefas durante todo o trabalho.
Interação entre colegas	
Definição	Pode ser definida pelas ações recíprocas entre pares, onde ocorra partilha de informações relevantes para a realização do trabalho (Hurst et al., 2013). Se for iniciada pelo aluno designar-se-á ativa, se o aluno apenas responde a uma solicitação de outro colega designar-se-á passiva.
Níveis de desempenho	Não satisfatório – o aluno não interage com os colegas. Satisfatório – o aluno interage apenas de forma passiva. Muito satisfatório – o aluno interage com os colegas ativamente.

3.2.2. Teste diagnóstico

Os testes são instrumentos de recolha de dados que permitem a avaliação de capacidades cognitivas (conhecimentos, raciocínio), assim como outras variáveis do foro socioafetivo (atitudes) (Coutinho, 2018; Gay et al., 2012).

O objetivo da sua realização foi perceber qual o grau de conhecimentos que os alunos possuíam sobre a temática abordada, antes do início da aplicação deste PI. O teste diagnóstico, disponível no Anexo 2 e constituído por 6 questões, incluiu itens de resposta fechada e de resposta aberta, de forma a permitir aos participantes adicionar informação que melhor fundamentasse a sua posição. De forma a garantir que os alunos respondiam de forma honesta e sincera, foi realizado de forma anónima.

Dependendo da área do conhecimento avaliada, as perguntas formuladas comportavam diferentes objetivos investigacionais, descritos na tabela 4.

Tabela 4 - Questões colocadas no teste diagnóstico e respetivos objetivos da investigação.

Questões	Área do conhecimento avaliado	Objetivos da investigação
1 & 2	Águas subterrâneas/aquíferos	Analisar os conhecimentos dos alunos sobre águas subterrâneas e aquíferos
3 & 4	Sustentabilidade	Averiguar os conhecimentos dos alunos sobre Sustentabilidade.

5	Geoética	Inferir acerca dos conhecimentos dos alunos sobre Geoética.
6	Relação Geoética/Sustentabilidade	Averiguar se os alunos são capazes de corretamente associar os conceitos de Geoética e Sustentabilidade de águas subterrâneas / aquíferos.

3.2.3. Guião de entrevista

O inquérito por entrevista é uma interação intencional em que uma pessoa obtém informações de outra. Este instrumento de recolha de dados permite aos investigadores obter informações que não conseguiriam adquirir unicamente a partir da observação. Segundo Gay e colaboradores (2012), a junção de dados obtidos através de observações, com os recolhidos sob a forma de entrevistas, afigura-se como uma valiosa oportunidade de reunir informação.

Apesar de o inquérito por entrevista ser uma técnica de recolha de dados bastante mais morosa que o inquérito por questionário, foi uma opção escolhida uma vez que possibilita a obtenção de dados mais completos, fruto da interação que se estabelece entre o entrevistador e o entrevistado (Coutinho, 2018; Gay et al., 2012). Este facto permite que se consigam esclarecimentos adicionais, sempre que o investigador considere que a resposta obtida não tenha sido suficientemente esclarecedora (Coutinho, 2018).

Nesta investigação, as entrevistas foram do tipo semiestruturadas, uma vez que foi realizado um guião de entrevista com um conjunto específico de questões de resposta aberta aplicadas aos participantes de forma a facilitar a condução da mesma (Gay et al., 2012).

Uma vez que esta investigação se trata de um estudo de avaliação sumativo, as entrevistas tiveram lugar no final do audiovisual construído, procurando-se através deste instrumento de recolha de dados, aferir se os discentes tinham alcançado os objetivos inicialmente propostos para este PI.

As questões das entrevistas encontram-se agrupadas em duas classes: questões científicas e questões relacionadas com a visão dos discentes acerca da metodologia de ensino. As questões principais e respetivos objetivos, incluídas no guião de entrevistas (Anexo 3), encontram-se definidas nas tabelas 5 e 6.

Tabela 5 - Questões científicas principais, e respetivos objetivos, colocadas durante as entrevistas focais.

Questões científicas	Objetivos da investigação
O que é um aquífero?	Verificar se os alunos compreendem o que é um aquífero.
Quais as condições necessárias para a formação de um aquífero?	Perceber se os alunos conseguem elencar as condições necessárias para a formação de um aquífero.
Dos três tipos de rochas que conheces, quais podem armazenar aquiferos?	Averiguar se os discentes conseguem relacionar os diferentes tipos de rochas com a formação de aquíferos.
O que entendes por Desenvolvimento Sustentável?	Aferir se os discentes percebem o conceito de desenvolvimento sustentável.
Indica alguns fatores que consideres estarem relacionados com impactes negativos para a sustentabilidade dos aquíferos.	Constatar se os alunos são capazes de associar o conceito de sustentabilidade com os aquíferos.
O que entendes por Geoética?	Certificar que os discentes compreendem o conceito de Geoética.
Na tua opinião, faz sentido associar os conceitos de Sustentabilidade e Geoética? Porquê?	Apurar se os alunos relacionam os conceitos de sustentabilidade e de geoética, justificando adequadamente.
Indica algumas palavras/conceitos que associes a Geoética e Sustentabilidade de águas subterrâneas/aquíferos.	Averiguar se os alunos são capazes de corretamente associar os conceitos de Geoética e Sustentabilidade de águas subterrâneas/aquíferos.

Tabela 6 - Questões relacionadas com a metodologia de ensino utilizada (Ensino Baseado em Projetos) e respetivos objetivos, colocadas durante as entrevistas focais.

Questões sobre a metodologia EBPj	Objetivos da investigação
Qual a vossa opinião sobre o audiovisual que construímos recorrendo ao EBPj? Consideram que está útil para aprender sobre esta temática?	Aferir se os discentes atribuem valor educacional e científico ao audiovisual construído cooperativamente por toda a turma.
O que pensam de terem sido distribuidos em grupos, tendo cada grupo ficado	Verificar se os alunos consideram a sua distribuição em grupos de trabalho,

responsável por uma tarefa no vídeo, após a realização do questionário de inteligências múltiplas?	segundo o método das inteligências múltiplas, como benéfico para a sua aprendizagem.
Relativamente a uma metodologia mais tradicional, acham que a metodologia EBPj vos permitiu aprender este tema com maior facilidade?	Analisar se os alunos consideram que o EBPj foi benéfico para aprendizagem deste tema.
Consideram que este projeto contribuiu para a vossa sensibilização relativamente à geoética e à importância da exploração sustentada das águas subterrâneas?	Apurar se os discentes se mostram mais sensibilizados para a importância da temática da geoética e sustentabilidade de águas subterrâneas.
Gostariam de aprender outros conteúdos recorrendo a esta metologia?	Entender se os alunos gostariam de recorrer a esta metodologia para aprender outros conteúdos curriculares.

Os participantes foram distribuídos por três grupos focais, dois constituídos por cinco alunos e um constituído por seis alunos (Tabela 7), o que permitiu entender a perceção individual e de grupo acerca das questões colocadas (Gay et al., 2012). Esta opção também torna a recolha de dados mais económica em termos de tempo.

Tabela 7 – Distribuição dos grupos focais, por género

	Feminino % (n)	Masculino % (n)
Grupo focal I	40,0 (2)	60,0 (3)
Grupo focal II	66,7 (4)	33,3 (2)
Grupo focal III	40,0 (2)	60,0 (3)
Amostra total	50,0 (8)	50,0 (8)

Adicionalmente, e de forma a aferir a qualidade do audiovisual como recurso pedagógico, foi também construído um guião de entrevista para questionar os professores do grupo 520, incluindo a colega de IPP, e a diretora da escola onde este PI foi implementado (Anexo 4). As entrevistas decorreram individualmente e as questões formuladas estão descritas na tabela 8.

Tabela 8 - Questões principais e respetivos objetivos, colocadas durante as entrevistas aos docentes do grupo 520 e à diretora da escola

Questões	Objetivos da investigação
Após a visualização do audiovisual, consegue identificar a temática apresentada? (Qual é? Considera que está exposta de forma clara?)	Perceber se os docentes e a diretora da escola consideram que o audiovisual está construído de forma clara e percetível.
Costuma utilizar recursos audiovisiuais nas suas aulas? Se sim, utilizaria este como estratégia educativa nas suas aulas? Em que ano(s) letivo (s) e conteúdo (s) escolar(es)? (esta questão foi apenas formulada aos docentes do grupo 520, incluindo a minha colega estagiária).	Verificar se os docentes atribuem qualidade e rigor científico a este recurso audiovisual.
Que importância atribui à participação dos alunos em projetos que extravasam os currículos definidos? Que vantagens / desvantagens poderão ter nos diferentes elementos da comunidade educativa, nomeadamente, professores e alunos?	Averiguar as vantagens/desvantagens que os docentes e a diretora da escola atribuem à metodologia ensino baseado em projetos no desenvolvimento de competências nos alunos e professores.

3.2.4. Audiovisual

As novas tecnologias são férteis em estratégias de recolha de dados que devem ser aproveitadas pelos investigadores.

Segundo Gay e colaboradores (2012), a recolha de dados através de artefactos, tal como o audiovisual, permite efetuar uma real avaliação de desempenho. Para além disso, estes artefactos são fontes de dados valiosas, dado que podem ser usados pelos investigadores como ponto de partida para posteriores conversas com os participantes do estudo (Gay et al., 2012), permitindo um conhecimento mais rigoroso sobre as suas opiniões e contribuindo, dessa forma, para dar robustez ao estudo.

O audiovisual construído no decurso deste PI foi visualizado por todos os entrevistados antes do início das entrevistas, tendo as questões sido colocadas posteriormente.

3.3. Validade e fidelidade dos instrumentos de recolha de dados

Para os dados obtidos através dos diferentes instrumentos de recolha serem válidos, é necessário que os instrumentos de recolha tenham validade e fiabilidade.

A validade de um instrumento de recolha corresponde ao grau de precisão com que este mede o que se propõe medir, permitindo deste modo interpretações adequadas dos resultados da investigação (Gay et al., 2012, p.160).

A fiabilidade diz respeito ao grau consistência com que um teste mede aquilo que está a ser medido (Gay et al., 2012, p.165). Quanto mais fiabilidade tiver um instrumento de recolha, mais confiáveis serão os dados obtidos a partir dele, ou seja, quando utilizado ao longo do tempo em amostras e contextos similares, um instrumento de recolha fiável originará dados similares (Cohen, Manion & Morrison, 2013; Coutinho, 2018; Gay, Mills & Airasian, 2012).

De forma a garantir a sua validade e fidelidade, os instrumentos de recolha utilizados nesta investigação foram alvo de uma cuidada construção, tendo sido verificados pelos orientadores científicos da IPP+PES e por dois docentes da escola onde decorreu a PES. Para além disso, foram sujeitos a uma adequada análise de conteúdo.

3.4. Caraterização da amostra

Esta investigação foi implementada numa turma do 11º ano de escolaridade de uma escola básica e secundária da cidade do Porto, constituída por 16 alunos, cujas idades variam entre os 16 e os 17 anos (média de 16,3 anos), sendo oito dos participantes do género feminino (50%) e oito do género masculino (50%). Com a exceção de um aluno que apresenta nacionalidade brasileira, todos os restantes têm nacionalidade portuguesa. Em relação a apoios sociais, há quatro alunos que beneficiam de apoio social escolar, dois no escalão A e dois no escalão B.

No que diz respeito ao aproveitamento escolar, quinze alunos não apresentaram qualquer retenção em anos letivos anteriores, enquanto um possui registo de uma retenção num ano precedente. Na avaliação final do terceiro período não se verificaram negativas a Biologia e Geologia, sendo a média do aproveitamento a esta disciplina igual a 13,9 valores.

Uma vez que se trata de uma amostra de conveniência, visto que é uma turma a cargo da IPP+PES que a investigadora frequenta, esta amostra não é probabilística, isto é, não é representativa da população e desta forma os resultados obtidos não são

passíveis de generalização. No entanto, poderão funcionar como indicadores dos diversos parâmetros avaliados (Gay et al., 2012).

Capítulo 4. Programa de Intervenção

No sentido de encontrar respostas para o problema apresentado e para os objetivos da investigação definidos e enunciados no Capítulo I, este PI foi desenvolvido e implementado seguindo o enquadramento teórico e metodológico apresentado no capítulo II.

Desta forma, este capítulo compreende a descrição da planificação, dos recursos educativos construídos e da sua aplicação no decurso das quatro aulas de Biologia e Geologia, ao longo das quais decorreu este PI, perfazendo um total de 200 minutos.

4.1. Planificação e recursos educativos

A planificação de aulas é um processo multifacetado, complexo e contínuo, abrangendo uma fatia considerável do trabalho de um professor.

Trata-se de um processo de racionalização, organização e coordenação da ação do docente, funcionando como um plano normativo, reconhecido no contexto escolar como uma organização antecipadora do processo de ensino e aprendizagem. Permite ao professor estabelecer os objetivos pedagógicos que pretende alcançar, possibilitando também a previsão de algumas das dificuldades ou dos contrangimentos que poderá sentir aquando da execução da aula.

Segundo Arends (2008), faz parte de um ciclo educacional mais geral, não dizendo apenas respeito aos planos de aula para os dias seguintes, mas também às reformulações e ajustes necessários que se vão efetuando no decurso do ato de ensinar, bem como às ilações retiradas, após reflexão do professor, sobre os resultados obtidos (p.101). Desta forma, permite ao professor reavaliar a planificação que tinha elaborado, alterando e ajustando, se necessário, o tipo de estratégias de ensino e de recursos pedagógicos utilizados, no sentido de melhorar a aprendizagem dos alunos.

Assim, foram realizadas as planificações para as quatro aulas deste PI (Anexo 5), onde foram discriminados os objetivos e etapas de desenvolvimento das aulas, assim como as tarefas solicitadas aos alunos e à professora-investigadora. Estas incluiam ainda os recursos necessários, estratégias de avaliação e indicadores de aprendizagens. A operacionalização deste PI exigiu a utilização e elaboração de vários outros recursos, nos quais se incluem: o questionário de inteligências múltiplas (Anexo

6), a apresentação multimédia (Anexo 7) e os materiais a fornecer aos alunos (Anexo 8).

4.2. Aplicação do Programa de Intervenção

Antes do início deste PI, no momento em que os discentes iniciaram o capítulo da Exploração Sustentada dos Recursos Geológicos – Águas Subterrâneas, foi-lhes aplicado um teste, com objetivo diagnóstico, isto é, visando perceber quais as conceções que os alunos já tinham sobre este tema.

A implementação deste PI ocorreu entre os dias 28 de março e dia 4 de abril de 2019, distribuindo-se por quatro tempos letivos de 50 minutos cada.

Iniciou-se com a apresentação multimédia que serviu de suporte à primeira aula do PI, de cariz mais expositivo, embora procurando sempre a interação com os alunos através da formulação de questões. Este elemento pretendeu sistematizar e realçar algumas informações científicas relacionadas com o tema de forma a contextualizar os discentes, até porque muitos dos conceitos a aprender eram desconhecidos de grande parte dos alunos.

Posteriormente, os alunos preencheram um inquérito de inteligências múltiplas (adaptado de Orion, 2019). O objetivo foi perceber qual(is) a(s) área(s) com que os alunos apresentavam uma maior apetência e gosto de trabalhar e assim aumentar o seu interesse, motivação e empenho no trabalho cooperativo de construção do produto final, que resultaria de implementação deste PI. Após análise dos resultados pela investigadora, os discentes foram distribuídos por quatro grupos, com tarefas distintas na construção do audiovisual. Por sugestão dos alunos, dois dos grupos (correspondentes aos métodos de aprendizagem 2 e 3) foram agrupados num só.

No início da segunda aula foi-lhes explicada a forma como o projeto seria desenvolvido: coletivamente, a turma iria escolher uma música conhecida do público em geral; um dos grupos ficou responsável por escrever uma nova letra para a música eleita, de forma a que o seu tema passasse para o âmbito da Geoética e Sustentabilidade de Águas Subterrâneas; a outro grupo foi atribuida a tarefa de pesquisar e escolher imagens que ilustrassem a letra da canção e o terceiro grupo ficou incumbido de selecionar dados quantitativos sobre a temática em estudo, relevantes para a construção do audiovisual.

Os alunos e a professora-investigadora iniciaram o trabalho nos diferentes grupos, de acordo com a planificação definida e as três observadoras iniciaram a observação das suas atitudes nos parâmetros definidos previamente.

O caráter complementar das atividades de que os três grupos ficaram responsáveis, ilustra bem a importância do trabalho cooperativo neste projeto. Assim, para conseguirmos construir o produto deste PI com sucesso, seria necessário ir para além da cooperação intragrupal, de forma a que as partes (neste caso os diferentes grupos) conseguissem formar o todo (o audiovisual).

Um dos constrangimentos mais relatados pelos professores no exercício da sua profissão é a falta de tempo. O EBPj, pelo seu cariz investigativo, é naturalmente uma metodologia de ensino mais dispendiosa em termos de tempo, que uma metodologia de ensino meramente transmissiva. Tratando-se de um projeto implementado com uma turma de 11ºano de escolaridade de Biologia e Geologia, disciplina sujeita a exame no final desse ano letivo, o fator "tempo" adquire uma relevância ainda maior. No final dos quatro tempos letivos disponibilizados para a execução deste PI, ainda havia trabalho para ser finalizado, pelo que foram marcadas três sessões de trabalho adicionais, com caráter facultativo e duração máxima de 1h30, durante as férias da Páscoa dos discentes, no sentido de se ultimarem alguns pormenores (figura 10). As referidas sessões decorreram na sala da Unidade de Apoio ao Alto Rendimento Escolar (UAARE). Todos os materiais desenvolvidos pelos alunos e pela professora-investigadora ao longo deste PI, incluindo o seu produto final, encontram-se no Anexo 9.

Posteriormente, no dia 21 de maio de 2019, decorreu a gravação da letra da música, num tempo letivo gentilmente cedido pelo professor de Educação Física da turma, também na sala UAARE. Este espaço encontra-se no interior da biblioteca da escola, sendo por isso mais calmo e menos sujeito a ruído exterior (figura 10).

Figura 10 - Alguns momentos do trabalho dos alunos, na sala UAARE.

Apesar da edição do audiovisual ter sido idealizada com os discentes, a falta de tempo não permitiu efetuar essa última tarefa com eles, tendo sido operacionalizada apenas pela investigadora.

Para além de ter sido uma observadora participante completa, no decorrer das aulas dedicadas à aplicação deste PI, o papel da professora-investigadora foi o de mediar e facilitar as aprendizagens. Os alunos não estavam familiarizados com a temática que tinham de trabalhar e apenas tiveram sete dias de intervalo entre a apresentação do projeto, na primeira aula, e a última aula de aplicação do presente PI. Assim, foi necessário efetuar alguma intervenção da professora-investigadora, nomeadamente orientando e aconselhando os alunos de forma a que não perdessem o foco e fugissem do tema, tentando desafiá-los com questões que apelassem ao seu raciocínio, espírito crítico e criatividade.

As entrevistas foram a última etapa deste PI, tendo sido realizadas após a sua aplicação. Decorreram após a montagem e edição do audiovisual estar totalmente concluida e, por conseguinte, numa fase bastante posterior, logo após o término do ano letivo e numa altura em que os alunos iriam iniciar a sua preparação para exame de uma forma mais intensiva. As entrevistas focais tiveram lugar numa sala de aula e foram conduzidas pela investigadora, tendo uma duração máxima de 15 minutos. Segundo a sua perceção, os alunos responderam de forma sincera e sem constrangimentos às questões solicitadas. As entrevistas individuais decorreram em diferentes momentos, nomeadamente, na sala de trabalho dos professores e na sala destinada ao grupo de docência de Ciências Naturais e Biologia e Geologia, tendo uma duração máxima de 5 minutos.

Todas as entrevistas foram gravadas em formato áudio, tendo sido posteriormente transcritas e analisadas. Nesse sentido, as respostas foram codificadas de forma a poderem ser contabilizadas frequências, reduzir a quantidade de dados e simplificar a sua interpretação (Anexos 10 e 11).

A avaliação dos alunos neste PI foi do tipo formativa, e teve como suporte o teste diagnóstico, as atitudes dos alunos reveladas pelas grelhas de observação, as respostas dos alunos às entrevistas focais e a avaliação feita ao audiovisual construído, ocorrendo ao longo de todo o processo. Neste tipo de avaliação, dirigida aos alunos, o fim último são as suas aprendizagens e não apenas os resultados (números ou percentagens). Assenta em processos de feedback e promove a regulação das aprendizagens pelos próprios alunos, desenvolvendo-se uma maior interação aluno-aluno e aluno-professor (Fernandes, 2006).

Capítulo 5. Resultados e Discussão

Neste capítulo apresentam-se os dados recolhidos, analisados segundo métodos estatísticos simples (estatística descritiva) e recorrendo à análise de conteúdo, com o objetivo de os organizar e descrever de uma forma coerente e objetiva.

Este capítulo encontra-se dividido em cinco subcapítulos, correspondendo cada um deles à análise dos dados recolhidos através dos instrumentos de recolha anteriormente referidos.

5.1. Resultados e discussão relativos ao teste diagnóstico

Uma vez que esta investigação se apoia no método qualitativo, o teste diagnóstico não foi alvo de uma classificação final. Ao invés, a avaliação foi efetuada questão a questão, de forma a apurar o grau de conhecimentos que os alunos evidenciavam sobre os diferentes temas abordados.

Os resultados obtidos encontram-se apresentados na Tabela 9. As questões 4 e 6, devido à natureza da resposta pretendida, que se prendia com a capacidade dos alunos relacionarem conceitos, são apresentadas em termos de cotação média obtida pelos alunos (Tabela 10).

Tabela – 9 Frequências de respostas corretas no teste diagnóstico, relativamente às questões 1, 2, 3 e 5

Questões	1	2	3	5
Frequência de respostas corretas	n=4	n=10	n=7	n=1
(%)	(23,5)	(58,8)	(41,2)	(6)

Tabela 10 - Cotação média obtida pelos alunos nas questões número 4 e 6 do teste diagnóstico

Questões	4	6
Cotação média obtida pelos alunos (%)	45,3	37,5

Analisando de forma mais detalhada os resultados, verifica-se que apenas em relação à questão número 2, que pretendia verificar se os alunos sabiam a definição de aquífero, ocorre uma percentagem de respostas corretas superior a 50% (n= 10; 58,8%). A questão número 1 (também da área científica das águas subterrâneas, onde os alunos tinham de identificar, de entre quatro hipóteses, qual a fonte mais abundante de água doce líquida no planeta) apresenta um resultado muito baixo de respostas corretas (n=4; 23,5%), talvez pelo facto dos alunos não terem lido bem a pergunta (era questionado qual o maior reservatório de água doce líquida do planeta e muitos responderam com o

maior reservatório de água doce do planeta, que no caso é sólido) ou talvez por ser um assunto abordado no 8º ano de escolaridade, e portanto os alunos já o terem esquecido.

Relativamente às questões sobre sustentabilidade, os alunos demonstraram ter poucos conhecimentos: apenas sete alunos (n= 7; 41,2%) conseguem identificar a definição das Nações Unidas para o conceito de Desenvolvimento Sustentável (questão 3), verificando-se uma percentagem semelhante de sucesso quando se pediu aos alunos, para associar aquíferos/águas subterrâneas e impactes negativos para a sua sustentabilidade, na questão 4 (45,3% de cotação média).

Analisando as questões sobre Geoética o cenário é ainda mais negativo. Na questão 5, apenas um dos alunos respondeu que já tinha ouvido falar sobre este conceito (n=1; 6%). Apesar disso, há uma percentagem superior de sucesso (37,5%) quando se pediu para os alunos relacionarem os conceitos de geoética com a sustentabilidade de águas subterrâneas, na questão 6. Este facto poderá estar relacionado com a capacidade que os alunos demonstraram de decompor a palavra geoética em *Geo* e *Ética*, conseguindo desta forma fazer associações entre os dois conceitos, relacionando-os depois com a sustentabilidade de águas subterrâneas.

Assim, no que diz respeito aos temas abordados no teste diagnóstico, e de uma forma geral, podem considerar-se como não satisfatórios os conhecimentos evidenciados pelos alunos.

5.2. Resultados e discussão relativos à grelha de observação

A grelha de observação desenvolvida permitiu verificar as atitudes dos alunos no decorrer da ação interventiva prevista neste PI. Os discentes foram observados individualmente por três observadoras, relativamente aos três parâmetros definidos no capítulo 3 Nas figuras 11, 12 e 13 podem observar-se as frequências absolutas obtidas para cada parâmetro, tais como foram registadas por cada uma das três observadoras. De salientar que as observadoras 1 e 2 efetuaram os registos como observadoras participantes passivas, enquanto a observadora 3, enquanto investigadora, teve um papel de observadora participante completa.

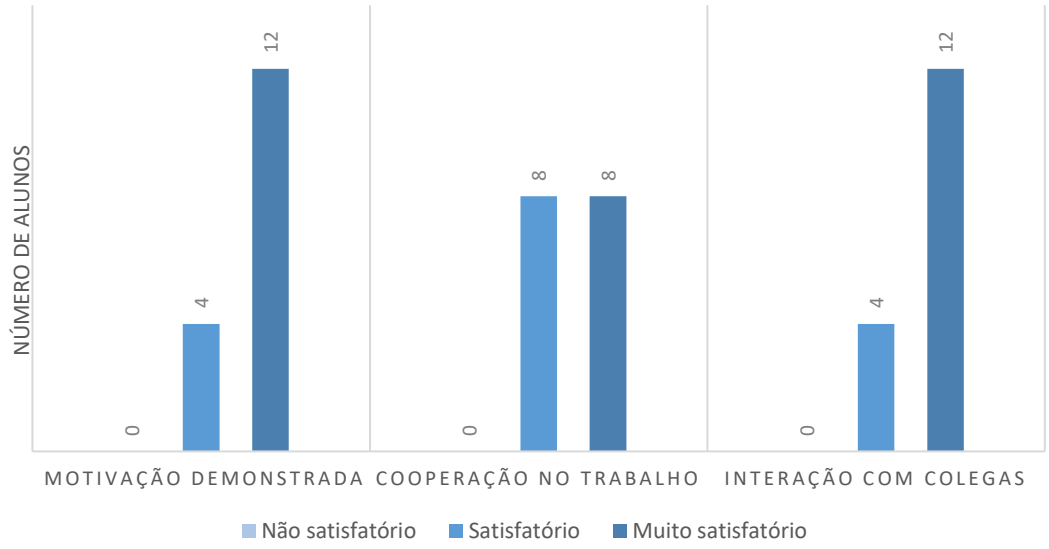


Figura 11 - Resultados das observações efetuadas pela observadora 1, para os três parâmetros definidos.

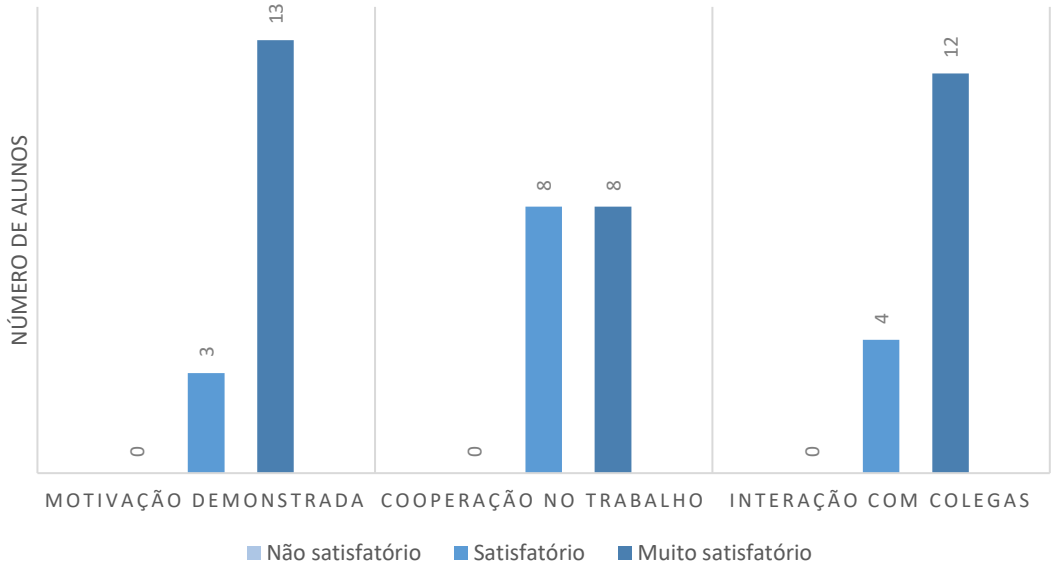


Figura 12 - Resultados das observações efetuadas pela observadora 2, para os três parâmetros definidos.

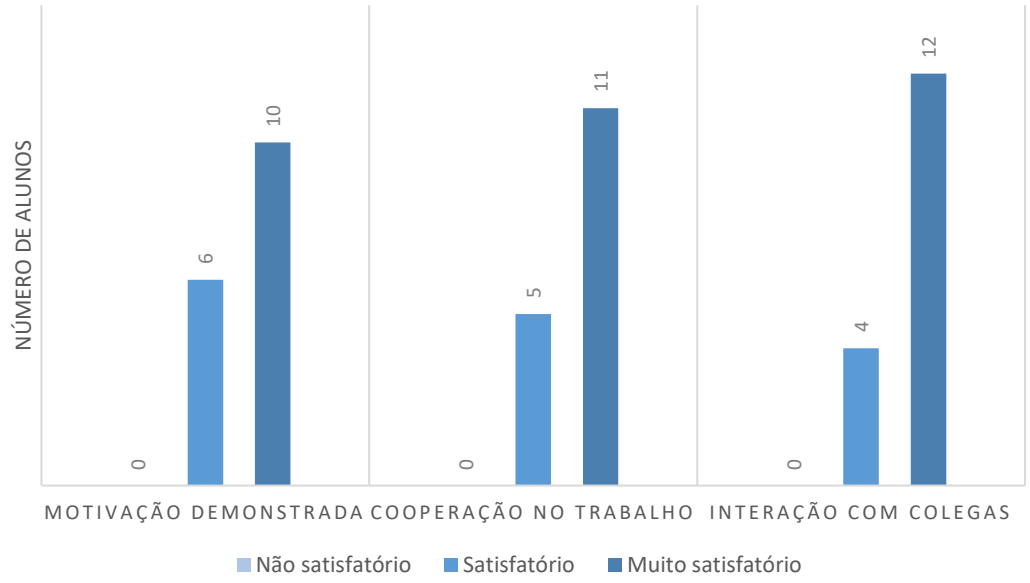


Figura 13 – Resultados das observações efetuadas pela observadora 3, para os três parâmetros definidos.

Numa primeira análise aos resultados verifica-se que relativamente à "motivação demonstrada" e à "interação entre colegas", para as três observadoras, a moda foi o nível de desempenho "muito satisfatório".

No que diz respeito ao parâmetro "cooperação no trabalho", uma das observadoras obteve a moda no desempenho "muito satisfatório", enquanto que as outras duas observadoras obtiveram um empate entre o número de registos de desempenho "muito satisfatório" e "satisfatório".

Em nenhum dos três parâmetros avaliados houve níveis de desempenho considerados como "não satisfatórios".

Para melhor se compreender o grau de desempenho dos alunos, segundo os registos efetuados pelas três observadoras, apresenta-se na figura 14 o seu valor em forma de percentagem, para os três parâmetros aferidos. A análise da figura revela que uma elevada percentagem de alunos apresentou níveis muito satisfatórios de desempenho, essencialmente ao nível da sua motivação (81,3%) e interação entre colegas (79,2%). No que concerne à cooperação no trabalho, os resultados são um pouco mais baixos, 56,3% dos discentes obtiveram uma avaliação de desempenho "muito satisfatório" e 43,7% de "satisfatório", o que continuam a ser registos bastante bons.

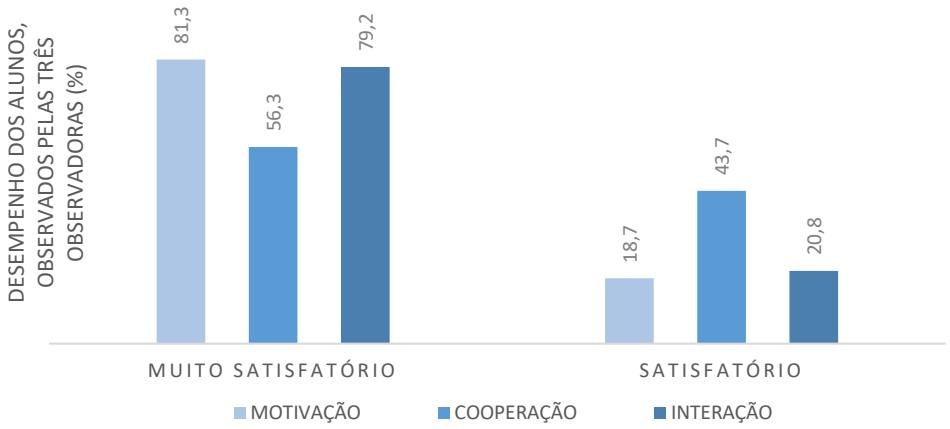


Figura 14 - Desempenho dos alunos (%) avaliado pelas três observadoras, para cada um dos parâmetros aferidos na grelha de observação.

Para uma análise mais completa e de forma a apurar o grau de concordância entre observadoras, fiabilidade entre observadoras ou consenso (Coutinho, 2018), apresenta-se em seguida a Tabela 11, com os níveis de desempenho individual de cada aluno, segundo os registos de cada observadora. Os níveis de desempenho foram codificados com os números 1, 2 e 3, correspondendo a uma avaliação de não satisfatório, satisfatório e muito satisfatório, respetivamente. Os registos discordantes entre observadoras encontram-se preenchidos a cinzento.

Tabela 11 - Níveis de desempenho individual, por parâmetro e observador

	Motivação			Cooperação			Interação		
Aluno	Observadora			Observadora			Observadora		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2	3	3	3	2	2	3	3	2	3
3	3	2	2	2	2	2	3	3	3
4	3	3	3	3	3	3	3	3	3
5	3	3	3	3	3	3	3	3	3
6	3	3	3	3	3	3	3	3	3
7	2	2	2	2	2	2	2	2	2
8	3	3	3	2	2	3	3	3	3
9	3	3	3	3	3	3	3	3	3
10	3	3	3	2	2	3	3	3	3
11	3	3	2	2	2	2	3	3	2
12	3	3	3	3	3	3	3	3	3
13	3	3	3	3	3	3	3	3	3
14	3	3	3	3	3	3	3	3	3

15	**3**	**3**	**2**	**2**	**2**	**2**	**3**	**2**	**2**
16	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**

Verificaram-se discordâncias entre as três observadoras nove vezes, três em cada um dos parâmetros avaliados. Não obstante estas diferenças, os níveis de concordância (consenso entre observadoras) calculados são bastante elevados, sendo sempre superiores a 81%, quer analisando a grelha como um todo, quer analisando cada um dos parâmetros individualmente, valor que segundo Coutinho (2018) é considerado um bom indicador de fiabilidade deste instrumento de recolha de dados. Ou seja, podemos dizer que o facto da observação neste estudo ter sido de dois tipos diferentes, observação participante completa e observação participante passiva, não influenciou os resultados obtidos.

Estes resultados demonstram que durante este estudo os alunos mantiveram-se motivados, cooperaram com os seus colegas e interagiram entre pares de forma bastante satisfatória, indo de encontro ao já amplamente descrito pela literatura especializada (Blumenfeld et al, 1991; Dobber et al., 2017; Thomas, 2000), no que diz respeito ao desenvolvimento destas atitudes pelo uso do EBPj.

5.3. Resultados e discussão relativos ao inquérito por entrevista em grupos focais

As entrevistas efetuadas aos três grupos focais foram gravadas e transcritas na íntegra. As questões foram formuladas de acordo com a ordem definida no guião de entrevista e sempre que se revelou necessário foram colocadas as questões intercalares.

De forma a facilitar a interpretação das entrevistas e a permitir a análise de conteúdo mais sistemática, as diferentes questões foram enquadradas em categorias, de acordo com o descrito na Tabela 12.

Tabela 12 - Distribuição por categorias das questões do guião de entrevistas focais

Categorias	Questões
Águas Subterrâneas	Q.1, Q.2 & Q.3.
Desenvolvimento Sustentável	Q.4 & Q.5
Geoética	Q.6
Relação entre Sustentabilidade e Geoética	Q.7 & Q.8
Audiovisual	Q.9 & Q.10

Metodologia de ensino utilizada (EBPj)	Q.11, Q.12 & Q.13

Posteriormente, tendo por base as questões formuladas e a análise do conteúdo das entrevistas focais, as categorias foram divididas em subcategorias, às quais foi atribuido um código alfabético (por exemplo, o código A corresponde à subcategoria "Aquíferos"). Por sua vez, a cada subcategoria fizeram-se corresponder indicadores de resposta específicos (por exemplo, a subcategoria A inclui os indicadores de resposta A1 e A2 - Tabela 13).

Tabela 13 - Correspondência entre categorias, subcategorias e indicadores de resposta nas entrevistas focais

Categoria	Subcategoria	Indicadores
Águas Subterâneas	**A:** Aquíferos.	**A1:** Identificam um aquífero como formação geológica que armazena água subterrânea, sendo passível de ser explorada economicamente pelo homem. **A2:** Identificam um aquífero como formação geológica capaz de armazenar água.
	B: Condições geológicas para a formação de um aquífero	**B1:** Referem a porosidade e a permeabilidade e, no caso de uma rocha impermeável, a presença de fraturas, fissuras ou cavidades de dissolução. **B2:** Referem apenas a porosidade e a permeabilidade.
	C: Tipos de rochas capazes de constituir aquíferos	**C1:** Mencionam os três tipos de rochas (sedimentares, magmáticas e metamórficas). **C2:** Mencionam apenas dois dos tipos de rochas (sedimentares e magmáticas ou sedimentares e metamórficas). **C3:** Mencionam apenas as rochas sedimentares.
Desenvolvimento Sustentável	**D:** Conceito	**D1:** Referem a garantia de supressão das necessidades das gerações do presente, sem comprometer as gerações futuras. **D2:** Não referem a garantia da supressão das necessidades das gerações atuais, sem comprometer as gerações futuras.
	E: Impactes negativos para a sustentabilidade de aquíferos.	**E1:** Identificam pelo menos quatro fatores que têm impactes negativos na sustentabilidade de aquíferos. **E2:** Identificam menos de quatro fatores com impactes negativos na sustentabilidade de aquíferos.

Geoética	**F**: Conceito.	**F1**: Mencionam que a geoética consiste na investigação e reflexão de valores que devem fundamentar comportamentos e práticas apropriados em atividades humanas que interferem com a geosfera. **F2**: Mencionam que a geoética diz respeito à ética relativamente ao planeta Terra e à forma como o Homem interfere com o meio ambiente. **F3**: Mencionam apenas que a geoética diz respeito à ética relativamente ao planeta Terra.
Relação Sustentabilidade e Geoética	**G:** Associação entre sustentabilidade e geoética.	**G1:** Associam sustentabilidade e geoética, justificando adequadamente. **G2:** Associam sustentabilidade e geoética mas não justificam.
	H: Outros conceitos associados a sustentabilidade e geoética de águas subterrâneas.	**H1:** Mencionam pelo menos 10 conceitos/palavras diferentes. **H2:** Mencionam entre 6 e 9 conceitos/palavras diferentes. **H3:** Mencionam 5 ou menos conceitos/palavras diferentes.
Audiovisual	**I:** Utilidade educativa	**I1:** Atribuem valor educacional e científico ao audiovisual construído. **I2:** Não atribuem valor educacional, nem científico, ao audiovisual construído.
	J: Método de aprendizagem das inteligências múltiplas	**J1:** Identificam a distribuição em diferentes grupos de trabalho, segundo o método das inteligências múltiplas, como positiva para a aprendizagem. **J2:** Não identificam a utilização do método das inteligências múltiplas como positiva para a aprendizagem.

Metodologia de Ensino Baseado em projetos	**K:** Facilidade na aprendizagem	**K1:** Consideram que o EBPj contribuiu para facilitar as aprendizagens sobre este tema. **K2:** Não consideram que o EBPj contribuiu para facilitar as suas aprendizagens sobre este tema.
	L: Sensibilização para a importância da geoética e da sustentabilidade de águas subterrâneas	**L1:** Revelam maior sensibilidade para a temática da geoética e sustentabilidade de águas subterrâneas, justificando. **L2:** Revelam ter ficado sensibilizados para o tema da geoética e sustentabilidade de águas subterrâneas, mas não justificam.
	M: Utilização do EBPj para aprendizagem de outros conteúdos	**M1:** Revelam vontade de aprender outros conteúdos programáticos recorrendo ao EBPj. **M2:** Não revelam vontade de aprender outros conteúdos programáticos recorrendo ao EBPj.

De seguida foram contabilizadas as frequências de cada resposta. Uma vez que esta entrevista foi realizada em grupos focais, a unidade de análise é o próprio grupo e não a resposta individual de cada entrevistado (Krueger & Casey, 2014).

De forma a facilitar a leitura dos resultados obtidos, as tabelas de resultados são apresentadas por categoria.

Salienta-se ainda que a transcrição das entrevistas focais não revelou erros científicos por parte dos alunos.

As frequências de respostas obtidas para a categoria “Águas Subterrâneas” revelaram que os alunos adquiriram conhecimentos muito satisfatórios acerca do tema. Todos os grupos responderam acertadamente à questão 1, definindo corretamente aquífero, e à questão 3, referindo que todos os tipos de rochas podem formar aquíferos “as sedimentares são os aquíferos porosos...se for uma magmática ou metamórfica tem de ter fraturas ou fissuras” (discente II-1). Apenas um dos grupos, na questão 2, não foi capaz de referir que uma rocha impermeável poderá ser um bom aquífero, desde que se apresente fraturada, fissurada ou com cavidades de dissolução (Tabela 14).

Tabela 14 - Frequência de respostas obtidas nas entrevistas focais em relação à categoria “Águas Subterrâneas”

Questões	1		2		3	
Indicadores	A1	A2	B1	B2	C1	C2
Frequência de respostas	3	0	2	1	3	0

Na categoria, “Desenvolvimento Sustentável”, os resultados foram também muito satisfatórios (Tabela 15). Os discentes responderam adequadamente à questão número 3, definindo corretamente “Desenvolvimento Sustentável”, tendo os três grupos mencionado a definição das Nações Unidas “É aquele que garante as necessidades das gerações futuras...e também atuais...mas sem comprometer as futuras” (discente II – 1).

Quando questionados sobre fatores que podem impactar negativamente as águas subterrâneas, dois dos grupos elencaram pelo menos quatro fatores, enquanto o terceiro grupo mencionou três fatores (“poluição”, “sobre-exploração”, “crescimento populacional”, “agricultura intensiva” ou as “alterações climáticas”, foram os exemplos enunciados).

Tabela 15 - Frequência de respostas obtidas nas entrevistas focais em relação à categoria “Desenvolvimento Sustentável”

Questões	4		5	
Indicadores	D1	D2	E1	E2
Frequência de respostas	3	0	2	1

A resposta à questão 6 dizia respeito à definição de geoética. Nenhum dos grupos conseguiu formular uma resposta totalmente completa (Tabela 16). Um dos grupos apresentou dois tópicos de resposta “Diz respeito aos seres humanos serem capazes de tratar com ética o planeta Terra, não apenas a parte viva do planeta...mas a geosfera também” (discentes III – 2 e III – 4); os restantes dois grupos focais apenas elencaram um tópico de resposta “...é a ética relativamente ao planeta Terra” (discente II – 1).

Tabela 16 - Frequência de respostas obtidas nas entrevistas focais em relação à categoria “Geoética”

Questão	6		
Indicadores	F1	F2	F3
Frequência de respostas	0	1	2

O facto dos alunos não terem conseguido fornecer a resposta mais completa prende-se, provavelmente, com o seu desconhecimento sobre a temática, tendo sido, para quase todos, a primeira vez que contactaram com o conceito, o que já havia sido percebido com o teste diagnóstico. Desta forma, consideram-se os resultados obtidos para esta questão apenas como satisfatórios.

A questões seguintes (7 & 8) enquadram-se na categoria “Relação entre Sustentabilidade e Geoética”. As frequências de respostas obtidas são apresentadas na

Tabela 17 e permitem classificar os conhecimentos dos alunos, nesta temática, como satisfatórios.

Tabela 17 - Frequência de respostas obtidas nas entrevistas focais em relação à categoria "Relação entre Sustentabilidade e Geoética"

Questões	7		8	
Indicadores	G1	G2	H1	H2
Frequência de respostas	1	2	2	1

Tal prende-se com o facto dos alunos, apesar de reconhecerem a ligação da geoética à sustentabilidade, não terem conseguido justificá-la, em dois dos grupos focais, tendo apenas um dos grupos apresentado uma justificação " A sustentabilidade está ligada ao respeito pelas gerações futuras, não gastar todos os recursos e a geoética também está relacionada com isso...porque está ligada à forma como tratamos e gastamos os recursos do planeta e aos danos que podemos provocar no presente e que vão afetar o futuro também." (discentes III 2 e III– 4).

Em relação à questão número 8, que pedia que os alunos enumerassem conceitos ou palavras que estivessem associados à geoética e sustentabilidade de águas subterrâneas, os grupos tiveram um bom desempenho. Dois dos grupos enunciaram 10 ou mais conceitos, enquanto que o outro referiu 8 conceitos.

Estes resultados são substancialmente melhores que aqueles que os alunos haviam evidenciado no teste diagnóstico (salienta-se, contudo, que aqui a resposta foi obtida num grupo focal, enquanto o questionário foi realizado de forma individual). Na altura, respondendo a esta mesma questão, apenas dois dos 16 alunos (n=2; 12,5%) conseguiram enumerar seis conceitos que considerassem associados à geoética e sustentabilidade de águas subterrâneas, e sete discentes não conseguiram mencionar nenhum (n=7; 43,8%). Adicionalmente, as respostas tiveram uma significativa alteração. No teste diagnóstico o tipo de conceitos que os alunos referiram traduziam, em grande parte, a repetição da pergunta ou eram de um nível mais imediato. As respostas mais frequentes foram "sustentabilidade", "ética", "terra", "controlo" e "geologia". Nas entrevistas focais os conceitos referidos pelos discentes aumentaram de complexidade, revelando que os alunos são capazes de relacionar o tema com conceitos aparentemente mais distantes como "educação", "responsabilidade", "reflexão", "ação", "respeito", "cooperação" ou "poluição".

Realça-se ainda que a maioria destas palavras/conceitos remetem para uma ação, demonstrando que os alunos perceberam o dever coletivo de todos na sua

implementação, no sentido de se alcançar o necessário equilíbrio no âmbito da sustentabilidade das águas subterrâneas.

Relativamente às respostas obtidas para as questões que diziam respeito ao audiovisual (Tabela 18), verificou-se unanimidade dos três grupos focais. Todos avaliam positivamente o audiovisual construído cooperativamente e consideram que a utilização do método das inteligências múltiplas foi benéfica para a forma como decorreu o trabalho no projeto.

Tabela 18 - Frequência de respostas obtidas nas entrevistas focais em relação à categoria "Audiovisual"

Questões	9		10	
Indicadores	I1	I2	J1	J2
Frequência de respostas	3	0	3	0

Nesta categoria algumas das respostas dos discentes são mesmo muito satisfatórias, considerando, no que concerne ao audiovisual, que "toda a estrutura, em si, está completa (discente I -2) ou "não nos podemos esquecer que o vídeo está muito bem feito....hoje em dia, tendo em conta os novos modos de aprendizagem, acho que é uma forma diferente e tendo em conta que a música está presente no dia a dia de todas as pessoas, acho que é uma forma diferente de aprender e mais rentável para os alunos" (discente I – 3).

Em relação à distribuição dos alunos por grupos de trabalho, após a realização do questionário de inteligências múltiplas, os alunos referem: "gostei, acho que é uma forma de dinamizar o trabalho em aula e para envolver mais os alunos nos campos em que se sentem mais confortáveis" (discente I – 2) ou "isso ajuda-nos a ter mais motivação para o trabalho, e o resultado final ser naturalmente melhor, pois estamos a fazer algo numa área em que nos sentimos confortáveis.(...) claro que sempre melhorando os nossos pontos mais fracos, mas promovendo os nossos pontos mais fortes, que é o que a escola deve fazer, ao contrário do modelo tradicional em que a escola a escola molda os alunos em vez de os promover e valorizar...(discente I – 3).

Por último, as frequências de respostas fornecidas pelas entrevistas focais relativamente à categoria "Metodologia de ensino utilizada (EBPj)" encontram-se na Tabela 19.

Tabela 19 - Frequência de respostas obtidas nas entrevistas focais em relação a categoria "Metodologia de ensino utilizada (EBPj)"

Questões	11		12		13	
Indicadores	K1	K2	L1	L2	M1	M2
Frequência de respostas	3	0	2	1	3	0

Os três grupos reconhecem que esta metodologia de ensino foi positiva para as suas aprendizagens, facilitando-as (questão 11), afirmando "Sim, até porque já tivemos um exemplo em que a matéria que nós falámos no vídeo que fizemos já foi abordada numa avaliação, e não só a mensagem que é transmitida no vídeo, como a pesquisa que tivemos de fazer para o desenvolver, permitiu-nos ter mais conhecimentos" (discente I-3) ou "(...) foi uma maneira lúdica de aprender, conseguimos, numa turma em ano de exame, estudar para o exame sem termos a pressão dos exames porque foi uma maneira lúdica de aprender" (discente I-5).

Relativamente ao impacte deste projeto na sensibilização para esta temática (questão 12), dois dos grupos reconhecem e justificam, o outro grupo reconhece o impacte na sensibilização, mas não justifica. A resposta de um aluno é elucidativa no que concerne ao alcance dos objetivos da questão: "sim, acho que foi muito importante, porque vivemos num mundo em que nos chega muita informação, mas nós muitas vezes não a conseguimos interpretar... porque não a conhecemos. Conseguimos perceber, mais ou menos, o que é geoética pela composição da palavra, mas no fundo não sabemos em que é que ela se utiliza no nosso dia a dia. E serviu para nós termos mais consciência, mesmo olharmos de forma diferente para o nosso planeta, (...) não é só fazer reciclagem porque dizem que é muito bonito...é simplesmente tomar consciência da nossa realidade e do nosso futuro... precavermo-nos e fazermos do nosso mundo um planeta melhor" (discente I – 3).

Na análise às respostas da questão 13, verifica-se que todos os grupos focais consideram que gostariam de ter oportunidade de aprender outros conteúdos programáticos recorrendo ao ensino por projetos. Os alunos justificam que "é uma forma de fugir ao tradicional" (discente II – 1), "conseguimos aprender de outras formas(...) aqui somos mais autónomos e depois conseguimos ter um melhor desempenho e um melhor rendimento no nosso trabalho" (discente I – 2), destacando, desta forma, a importância que atribuem ao recurso a esta metodologia educativa na escola.

5.4. Resultados e discussão relativos às entrevistas individuais

Com o intuito de verificar a potencialidade do audiovisual construído e da metodologia de ensino utilizada no decurso desta investigação, o vídeo elaborado no âmbito desta investigação foi apresentado à diretora da escola onde decorreu a IPP, aos docentes do Grupo de docência 520 (Ciências Naturais e Biologia e Geologia), incluindo a orientadora cooperante da IPP, e à minha colega de estágio da IPP. Logo em seguida, foram realizadas entrevistas individuais a todos eles, num total de oito.

As questões foram formuladas de acordo com a ordem definida no guião de entrevista e sempre que se revelou necessário foram colocadas as questões intercalares. As entrevistas foram gravadas e, numa fase posterior, transcritas na íntegra. De forma a facilitar a análise das respostas obtidas, as questões foram divididas em duas categorias (Tabela 20).

Tabela 20 - Distribuição das questões do guião de entrevista individual por categorias

Categorias	Questões
Audiovisual	Q1 & Q 2
Ensino Baseado em Projetos	Q3

A análise de conteúdo seguiu o mesmo procedimento adotado em relação às entrevistas em grupos focais. Assim, analisando as respostas dos docentes e diretora da escola, a cada categoria fizeram-se corresponder subcategorias. Por sua vez, a cada uma destas subcategorias foram atribuidos indicadores específicos de resposta (por exemplo, a subcategoria A inclui os indicadores de resposta A1 e A2), tal como descrito na Tabela 21.

Tabela 21 - Correspondência entre categorias, subcategorias e indicadores de resposta nas entrevistas individuais.

Categoria	Subcategoria	Indicadores
Audiovisual	**A:** Temática	**A1:** Identifica claramente a temática exposta. **A2:** Não consegue identificar a temática exposta.
	B: Utilização de audiovisuais na prática letiva	**B1:** Refere que utiliza recursos audiovisuais na sua prática letiva e que este audiovisual poderia ser utilizado como estratégia educativa, referindo pelo menos dois conteúdos programáticos / anos curriculares para a sua utilização. **B2:** Refere que utiliza recursos audiovisuais na sua prática letiva e que este audiovisual poderia ser utilizado como estratégia educativa, referindo um conteúdo programático / ano curricular para a sua utilização.

EBPj	**C:** Importância da participação dos alunos em projetos	**C1:** Atribui importância; apenas enumera vantagens. **C2:** Atribui importância; enumera vantagens para alunos e pelo menos uma desvantagem / contrangimento para professores. **C3:** Atribui importância; enumera vantagens para alunos e pelo menos uma desvantagem / contrangimento para professores e para alunos.

A partir da análise de contéudo das entrevistas foram contabilizadas as frequências de cada resposta. As frequências de respostas obtidas para o tema "Audiovisual" (Tabela 22) revelaram que todos os inquiridos consideram que o tema do audiovisual construído é claro e percetível: "...são os aquíferos e águas subterrâneas" (entrevista II); "está muito claro, quer através das imagens, quer através das legendas" (entrevista I); "a temática relaciona-se com a sustentabilidade das águas subterrâneas e no fundo também com a geoética subjacente. A preocupação que deve haver com este recurso nas melhores condições para a manutenção da vida sustentável neste planeta" (entrevista III). Alguns docentes qualificam o recurso apresentado como "... apelativo e transmite de forma sucinta o que se pretende" (entrevista VIII), foi ainda referido que "tem uma vertente educacional." (entrevista VI).

Tabela 22 - Frequência de respostas obtidas nas entrevistas individuais relativamente à categoria "Audiovisual"

Questões	1		2	
Indicadores	A1	A2	B1	B2
Frequência de respostas	8	0	4	3

No que concerne à questão 2 (que não foi respondida pela diretora da escola, por no presente não se encontrar a lecionar), todos os docentes afirmaram que é muito frequente utilizarem recursos audiovisuais na sua prática letiva, apoiando a importância deste tipo de recursos educativos para a promoção das aprendizagens.

Relativamente ao uso do audiovisual apresentado, quatro dos docentes identificaram pelo menos dois anos curriculares onde poderia ser utilizado (três docentes referiram o 8º ano e 11º ano e um outro referiu 8º ano, 10º ano e 11º ano). Os restantes três docentes apenas indicaram um ano curricular (8º ano) ou um conteúdo programático (energias renováveis e não renováveis). Este facto pode ter sido condicionado pela circunstância destes três docentes apenas lecionarem um ciclo de ensino, ou 3º ciclo do ensino básico ou ensino secundário, podendo por isso apresentar um menor conhecimento dos programas dos ciclos que não lecionam.

Desta forma, podemos constatar que os docentes atribuem valor e potencial educativo ao recurso que lhes foi apresentado afirmando que "está bem construído" (entrevista 5); "seria muito interessante a sua utilização" (entrevista III); "no 8º ano e no 11º ano, onde se abordam estes temas" (entrevista IV); "como introdução ou finalização do tema"(entrevista II).

A última questão formulada prendia-se com a visão dos docentes e diretora da escola acerca da metodologia de Ensino Baseado em Projetos. As respostas à questão encontram-se expostas na tabela 23.

Tabela 23 - Frequência de respostas obtidas nas entrevistas individuais relativamente à categoria "Ensino Baseado em Projetos "

Questões	3		
Indicadores	C1	C2	C3
Frequência de respostas	3	3	2

A análise da tabela permite verificar que há uma distribuição das respostas dos entrevistados pelos três indicadores. Todavia, todos são unânimes em reconhecer a importância desta metodologia educativa e as vantagens da participação dos alunos em projetos que extravasem os domínios da escola tradicional, afirmando "tem muita vantagem porque os aproxima do mundo real" (entrevista I), "acho que eles aprendem muito mais do que apenas com o currículo, permite o desenvolvimento de competências essenciais que com a aula em si só, apenas com a transmissão de conteúdos, não é suficiente" (entrevista VII) ou ainda "permite aos alunos desenvolverem as suas potencialidades (...), permite-lhes descobrir competências e interesses que eles nem sabiam que tinham" (entrevista IV).

Os docentes mencionaram ainda algumas competências e atitudes que consideram serem desenvolvidas pelos projetos, tais como:

- cidadania interventiva: "A escola é só para fornecer mais ferramentas para os alunos no futuro interagirem e atuarem nesses projetos, como cidadãos responsáveis" (entrevista II);
- responsabilidade: "tornam-se mais responsáveis relativamente à temática que estamos a tratar" (entrevista VI);
- autonomia na construção do conhecimento: "Através de projetos, acabam por procurar de forma diferenciada, ao seu próprio ritmo, conhecimento" (entrevista V);
- espírito crítico: "são críticos na pesquisa e escolha criteriosa de informação que vão utilizar" (entrevista V);

- participação, interesse e motivação: “eles sentem-se mais participativos” (entrevista VI)), “...estou a ver no audiovisual um aluno meu de tempos idos, um aluno difícil e estava super interessado e a participar...algo deste género é extremamente útil.” (entrevista IV), “... é uma forma diferente de motivação” (entrevista III);
- comunicação: “não basta demonstrar que se sabe nos testes mas é preciso saber projetar esses conhecimentos para os outros” (entrevista IV).

No que concerne ao desenvolvimento das referidas competências, estas considerações dos entrevistados apoiam os pressupostos do EBPj, descritos na literatura especializada e apresentados no capítulo 2.

Apesar de todas as vantagens enumeradas, três dos docentes apresentaram uma desvantagem/constrangimento da metodologia de ensino, do ponto de vista do professor (categoria C2). Num dos casos o motivo enunciado foi o facto de ser difícil realizar projetos com turmas muito grandes, se tivermos “um grupo mais vasto (...) pode haver falta de competências para concluir o projeto”, por “haver sempre alguns alunos mais desinteressados”. Outro constrangimento relatado foi a dificuldade de realizar projetos com alunos de idades mais jovens, devido ao seu menor “desenvolvimento” e maturação. Por último, um dos docentes mencionou o tempo como fator condicionante da realização de projetos nas escolas (entrevista V). Contudo, é de realçar que o mesmo docente considerou “não se pode dizer que seja só uma questão de tempo, mas também passa por os professores organizarem as suas aulas de forma diferente.”

Houve ainda dois docentes que mencionaram desvantagens/constrangimentos do uso do EBPj, quer para professores, quer para alunos. Num dos casos, foi considerado o fator tempo como desvantagem para docentes porque “nós estamos a ver um vídeo de 3 minutos mas isto demora muito mais tempo a ser feito” e para discentes, principalmente em ano de exame ,“os alunos às vezes estão tão focados, que qualquer coisa que os tire daí pode ser criticado” (entrevista IV). No outro, foi referido o tempo e o currículo, a forma como está estruturado, como constrangimento para que os docentes possam aderir a projetos visto que “o currículo do secundário não está estruturado de forma a que se possa aderir”, apresentando também desvantagem para os discentes dado que “depois exigem que os alunos em exame nacional cumpram com determinadas funções e isso não é assim muito compatível” (entrevista II).

Em resumo, os resultados relativos à análise das entrevistas individuais, que pretendiam aferir a qualidade atribuida por docentes do grupo disciplinar da Biologia e Geologia, bem como da direção da escola, ao audiovisual construído no âmbito desta investigação, são muito satisfatórios.

Relativamente à utilização da metodologia de ensino EBPj nas escolas, não obstante terem sido mencionados constrangimentos por mais de metade dos docentes inquiridos (a falta de tempo, estruturação atual dos currículos escolares, o elevado número de alunos por turma ou a idade dos alunos), as vantagens enumeradas são bastante superiores. Como afirmou um dos docentes "isto são conhecimentos significativos, os alunos nunca mais se esquecem disto para a vida...enquanto que podem estudar para um teste e no ano seguinte já se esqueceram...isto fica" (entrevista IV).

5.5. Resultados e discussão relativos ao audiovisual

A discussão dos resultados que dizem respeito ao audiovisual foi sendo efetuada durante a análise dos resultados obtidos a partir das entrevistas focais e individuais. No entanto, dado que um dos objetivos educacionais formulados prendia-se com a construção de um audiovisual, de forma a participar num concurso aberto às escolas, no âmbito de um Congresso Internacional sobre Geoética e Gestão de Águas Subterrâneas, apresenta-se este tópico num subcapítulo separado. O objetivo do concurso era a promoção da consciencialização da geoética e da gestão sustentável e responsável das águas subterrâneas, entre alunos e professores nas escolas básicas e secundárias portuguesas.

Para tal, o audiovisual foi submetido à competição e analisado pelos responsáveis científicos e pedagógicos do evento, tendo sido selecionado como um dos oito finalistas (os vencedores apenas serão conhecidos em maio de 2020, aquando da realização do congresso). Este facto atesta a qualidade quer científica, quer educacional, do recurso pedagógico construído, no intuito de promover a sensibilização para a importância da geoética e da sustentabilidade das águas subterrâneas, apoiando também os dados obtidos a partir das entrevistas focais, aos alunos, e individuais, aos professores de Ciências Naturais e Biologia e Geologia e diretora da escola onde decorreu a IPP.

Capítulo 6. Conclusões

O desenvolvimento desta investigação e a respetiva análise e discussão dos resultados obtidos, permite apresentar um conjunto de conclusões importantes.

Para tal, este capítulo está dividido em três subcapítulos. No primeiro, são apresentadas as conclusões gerais, referindo-se o cumprimento dos objetivos concetuais e educacionais definidos inicialmente, bem como a obtenção da resposta

para o problema de investigação formulado. No segundo subcapítulo são apresentadas algumas limitações da presente investigação, bem como a sugestão de outras linhas de investigação. Por fim, no terceiro subcapítulo, reflete-se sobre o cumprimento dos objetivos profissionais propostos no capítulo inicial.

6.1. Conclusões gerais

O problema de investigação que esteve na base deste estudo pretendeu avaliar o impacte do uso da metodologia Ensino Baseado em Projetos no desenvolvimento de competências ao nível dos domínios cognitivos e atitudinais dos alunos, na temática dos Recursos Geológicos: Exploração Sustentada de Águas Subterrâneas, inserida no programa de Biologia e Geologia do 11º ano de escolaridade.

Os objetivos concetuais definidos tinham como foco o aumento dos conhecimentos científicos sobre a temática dos aquíferos, designadamente, a relação entre a sua formação e o tipo de caraterísticas geológicas do local. Os resultados obtidos a partir das entrevistas focais comprovam que no final deste PI os alunos possuiam um corpo de conhecimentos bastante satisfatório sobre o tema, comparando com um desconhecimento geral que haviam evidenciado sobre o tema, aquando da realização do teste diagnóstico.

Os resultados das entrevistas focais, individuais e a análise ao audiovisual efetuada pelo júri do concurso, comprovam o cumprimento dos restantes objetivos concetuais delineados, reforçando este PI como mobilizador quer da consciencialização para a importância e urgência da sustentabilidade das águas subterrâneas, como também da análise e reflexão das consequências geoéticas e sociais das ações antrópicas, relativamente à disponibilidade global de água e à exploração sustentada de recursos aquáticos subterrâneos. Os alunos evidenciaram uma maior capacidade de relacionar conceitos e perceberam a responsabilidade coletiva de todos na ação que possa alterar a atual trajetória do planeta, relativamente ao recurso água subterrânea.

Os objetivos educacionais foram também cumpridos. Durante a implementação desta investigação os alunos utilizaram diversas capacidades investigativas, nomeadamente, os discentes questionaram, pesquisaram, observaram, analisaram, interpretaram e comunicaram. Desta forma, este PI promoveu o desenvolvimento do seu raciocínio científico e da sua literacia científica.

Para além disso, a análise dos dados obtidos a partir das grelhas de observação, permite demonstrar que, através do Ensino Baseado em Projetos, desenvolveram diversas atitudes, como a motivação, a cooperação e a interação entre pares.

A construção de um audiovisual com caráter educativo e a sua submissão a um concurso aberto a escolas, são por si só suficientes para comprovar o cumprimento do terceiro objetivo educacional, cujo foco era incutir a cidadania ativa e interventiva através da construção de um recurso educativo. O facto dos docentes da escola considerarem a utilização deste recurso nas suas aulas, no início ou no final do tema, e a condição de finalista no concurso em que ainda participa, reforçam o seu valor e atestam a sua qualidade científica e pedagógica, legitimando-o como recurso educativo a utilizar na temática da Geoética e Sustentabilidade de Águas Subterrâneas.

O funcionamento de uma sociedade democrática assenta na tomada de decisão pela maioria, percebendo-se, naturalmente, que questões mais importantes e complexas exigem uma maior quantidade de conhecimentos base para poderem ser avaliadas de forma correta.

O debate sobre questões ambientais e éticas, de complexidade reconhecida, não poderá ocorrer de forma informada, a não ser que os cidadãos estejam munidos de conhecimentos científicos e capacidades investigativas, sob pena das suas decisões serem tomadas apenas com base em critérios subjetivos e emocionais. Dada a urgência da situação ambiental global em que nos encontramos, existe ainda o imperativo de tomarmos, no nosso quotidiano, decisões conscientes enquanto consumidores.

Desta forma, é premente que nas escolas se adotem metodologias de ensino que potenciem a formação integral dos alunos, aumentando o seu corpo de saberes e dotando-os de competências essenciais para o exercício de uma cidadania interventiva no século XXI.

Os resultados obtidos com esta investigação constituem bons indicadores que apoiam a metodologia de Ensino Baseado em Projetos como tendo um impacte bastante positivo na aquisição de competências cognitivas e atitudinais dos alunos, fundamentando a importância da sua utilização nas escolas de forma a promover o alcance desses objetivos.

Relembrando que a presente investigação se classificou como um estudo de avaliação, cujo propósito é uma decisão sobre o valor/mérito de um programa ou produto, no sentido de uma tomada de decisão, podemos concluir que estes resultados apoiam a aplicação deste PI e o recurso ao audiovisual construído, na abordagem ao tema da Recursos Geológicos - Exploração Sustentada de Águas Subterrâneas.

6.2. Limitações da investigação e sugestões para futuras investigações

O presente estudo está condicionado pelo seu enquadramento numa unidade curricular de Iniciação à Prática Pedagógica, incluindo a Prática de Ensino Supervisionada.

Desta forma, um dos constrangimentos encontrado relaciona-se com a natureza da amostra, de conveniência e não aleatória, para além de reduzida dimensão, o que impede a generalização dos resultados obtidos. Não obstante, os resultados encontrados funcionam como indicadores dos diversos parâmetros aferidos.

Outra das limitações sentidas prende-se com o tempo necessário para desenvolver um projeto desta natureza com alunos. A Escola teima em responder a uma lógica de excessiva extensão curricular, o que impossibilita a adoção mais frequente de metodologias e estratégias de ensino de cariz mais investigativo e propulsor do desenvolvimento de competências nos alunos, por serem consideradas mais morosas, quer em termos de conceção, quer em termos de implementação. Apesar disso, mesmo com a agravante do estudo ter decorrido numa turma que seria submetida a exame no final do ano e, portanto, ainda mais condicionada relativamente a este fator limitante, com empenho e dedicação dos alunos e o apoio da orientadora cooperante, foi possível conduzir esta investigação a bom porto.

O último contrangimento a referir diz respeito à calendarização do concurso em que o audiovisual participa. Não obstante esta iniciativa ser muito positiva, permitindo às escolas básicas e secundárias, e principalmente aos seus alunos, a participação num evento onde à partida o acesso lhes é vedado, resultado final do concurso apenas será divulgado em maio de 2020, portanto no ano letivo seguinte, o que poderá dificultar o objetivo da organização do congresso de juntar as turmas finalistas numa sessão especial.

Esta sessão, dedicada exclusivamente a este evento paralelo, pode apresentar um potencial efetivo na promoção do gosto dos estudantes pela Ciência. Desta forma, caso a turma participante neste estudo seja convidada a estar presente na referida sessão, sugere-se uma investigação que permita verificar a eficácia desta participação no desenvolvimento de maior motivação e gosto pela Ciência. Para além disso, seria também interessante investigar se o envolvimento de alunos, do ensino secundário, num ambiente de congresso científico introduz alterações na sua perceção sobre a *natureza da ciência*, *como se faz ciência* e *como se comunica ciência*.

Partindo do estudo apresentado sugerem-se ainda outras linhas de investigação, nomeadamente, a aplicação deste PI a uma amostra de maiores dimensões, de forma

a que o corpo de dados obtido possa apoiar resultados e conclusões mais robustas. Seria igualmente interessante aplicar este PI a outros níveis de ensino, por exemplo ao 8º ano de escolaridade, onde esta temática também é abordada, de forma a poderem ser obtidos indicadores da eficácia do Ensino Baseado em Projetos em faixas etárias mais jovens.

Adicionalmente, seria relevante aproveitar o recurso pedagógico produzido nesta investigação para efetuar outros estudos e em diferentes contextos. O audiovisual desenvolvido neste PI poderia ser utilizado para novas investigações em escolas, por exemplo, com alunos de cursos que não frequentem a disciplina de Biologia e Geologia, ou mesmo com cidadãos adultos, aferindo a sua pontencialidade quer na promoção da consciência da população para a importância da geoética e do desenvolvimento sustentável, quer na mudança coletiva de comportamentos, relativamente à temática da água no geral, e da águas subterrâneas e aquíferos em particular.

6.3. Implicações da investigação para o desenvolvimento profissional

O presente relatório foi elaborado no contexto da etapa final de uma formação inicial de professores, sendo por isso importante efetuar uma reflexão acerca do cumprimento dos objetivos profissionais que haviam sido estabelecidos no capítulo I.

Apesar de ser uma metodologia centrada no aluno, o Ensino Baseado em projetos exige do professor um rigoroso planeamento, pelo que foi necessário dedicar um período considerável de tempo a esta tarefa. A construção dos recursos educativos de apoio, a dinamização das aulas dedicadas a este PI, orientando todo o trabalho de grupo dos alunos, direcionando as suas pesquisas, instigando o seu espírito crítico e a sua criatividade, bem como a capacidade de resposta a questões imprevistas que foram surgindo, revelaram-se tarefas bastante árduas, apesar de globalmente muito gratificantes. O facto de ter sido o primeiro contacto real da professora-investigadora com esta metodologia de ensino, poderá ter contribuído para o grau de exigência com que esta foi percebida. Assim, a implementação deste PI permitiu à professora-investigadora o desenvolvimento de várias competências necessárias para a implementação desta metodologia de ensino, tanto pedagógicas quanto científicas, essenciais para a melhoria da sua atividade profissional futura.

O segundo objetivo profissional está relacionado com o desenvolvimento de competências no âmbito da investigação educacional. Estas competências foram sendo trabalhadas ao longo de toda a IPP, iniciadas com a elaboração de um programa de intervenção, passando pela sua implementação e culminando na redação do presente documento. Em todo este processo, são desenvolvidas competências de pesquisa,

análise e seleção de informação, a partir de fontes bibliográficas relevantes na temática em estudo. Adicionalmente, são promovidas outras capacidades, como a construção e aplicação de instrumentos de recolha de dados, bem como o tratamento dos dados obtidos e sua análise. Desta forma, permite-se que o docente em formação aprenda a identificar problemas e possa conduzir pequenas investigações com o intuito de encontrar respostas para os mesmos, contribuindo assim para a melhoria dos processos de ensino e de aprendizagem.

A realização deste estudo fomentou na professora-investigadora a aquisição de competências na área da investigação em educação, nomeadamente as relacionadas com o método qualitativo, possibilitando o seu contacto com técnicas de recolha de dados, como a observação, o inquérito ou a análise de registos, e ainda o seu tratamento, como a análise de conteúdo e a estatística.

A verdadeira formação de um professor desenvolve-se no espaço concreto de uma escola, envolta em problemas e questões reais. Assim, a IPP possibilita-lhe o vivenciar do quotidiano escolar de uma forma plena, participativa e reflexiva. Esta etapa de intensa aprendizagem permite ainda que experimente diversas metodologias e estratégias educativas, refletindo sobre aquelas com as quais mais se identifica, enquanto docente, e as que melhor poderão contribuir para o sucesso dos seus alunos, enquanto cidadãos de uma sociedade que se quer democrática, participativa e justa.

Tendo consciência que a formação de um professor nunca está terminada, esta investigação contribuiu de forma inequívoca para o crescimento da professora em formação, materializando-se no seu desenvolvimento e emancipação profissional.

Referências bibliográficas

Alarcão, I. (2001). Professor-investigador: Que sentido? Que formação. *Formação profissional de professores no ensino superior*, *1*, 21-31.

Almeida, A. (2014). In Vasconcelos, C., dos Anjos Ribeiro, M., & Flores, D. (Eds.). *Curso Foco Geologia e Sustentabilidade*. Porto, julho 2014. *GEOlogos*, 35-40.

Almeida, A., & Vasconcelos, C. (2015). Geoethics: master's students knowledge and perception of its importance. *Research in Science Education*, *45*(6), 889-906.

Arends, R. I. (2008). *Aprender a ensinar*. 7ª edição. McGraw-Hill.

Bell, S. (2010). Project-based learning for the 21st century: Skills for the future. *The Clearing House*, *83*(2), 39-43.

Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational psychologist*, *26*(3-4), 369-398.

Bobrowsky P., V.S. Cronin, G. Di Capua, S.W. Kieffer, S. Peppoloni (2017). The emerging field of geoethics. In*: Scientific Integrity and Ethics with Applications to the Geosciences*, edited by L.C. Gundersen. Special Publication American Geophysical Union, John Wiley and Sons, Inc.

Bryman, A. (2016). *Social research methods*. Oxford university press.

Cachapuz, A. F., Praia, J. F., & Jorge, M. (2004). Da educação em ciência às orientações para o ensino das ciências: um repensar epistemológico. *Ciência & educação*, *10*(3), 363-381.

Cachapuz, A., Gil-Pérez, D., Carvalho, A. D., Praia, J., & Vilches, A. (2005). A necessária renovação do ensino das ciências.

Carmo, H., & Ferreira, M. (2008). Metodologia da investigação – Guia para auto-aprendizagem (2ª edição). *Lisboa: Universidade Aberta*, 001-89.

Chambel, A., & Abrunhosa, M. (2017). Governança de águas subterrâneas: uma pioridade a nível internacional. In Livro de atas do *11º Seminário sobre Águas Subterrâneas*. Porto.

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2013). *Research methods in education* (6ª ed.). Oxfordshire: Routledge.

Coutinho, C. (2018). *Metodologia de investigação em ciências sociais e humanas: Teoria e prática.* Coimbra: Almedina.

Coutinho, C. P., & Lisbôa, E. S. (2011). Sociedade da informação, do conhecimento e da aprendizagem: desafios para educação no século XXI. *Revista de Educação*, *18*(1), 5-22.

Cruz, S., Lencastre, J. A., & Coutinho, C. P. (2015). Edição criativa de vídeos e sua partilha em ecrãs públicos na escola: um estudo exploratório. In *Proceedings of the X International Symposium EUTIC2014* (pp.279-288).Universidade Nova de Lisboa.

Damon, W., & Phelps, E. (1989). Critical distinctions among three approaches to peer education. International Journal of Educational Research, 13 (1), 9- -19.

DeBoer, G. (2006). Historical perspectives on inquiry teaching in schools. Em L. Flick & N. Lederman, *Scientific Inquiry and Nature of Science* (pp. 17-35). Netherlands: Springer.

Dobber, M., Zwart, R., Tanis, M., & van Oers, B. (2017). Literature review: the role of the teacher in inquiry-based education. *Educational Research Review*, *22*, 194-214.

Dörnyei, Z., & Ushioda, E. (2013). *Teaching and researching: Motivation.* New York: Routledge.

Fernandes, D. (2006). Para uma teoria da avaliação formativa. *Revista portuguesa de educação*,*19*(2), 21-50.

Fetter, C. W. (2018). *Applied hydrogeology*. Waveland Press.

Fonseca, P., Barreiras, S., & Vasconcelos, C. (2005). Trabalho experimental no ensino da Geologia: Aplicações da investigação na sala de aula. *Enseñanza de las ciencias*, (Extra), 1-5.

Freeman and Company.

Gay, L., Mills, G., & Airasian, P. (2012*). Educational research: Competencies for analysis and applications* (10ª ed.). New Jersey: Pearson.

Gomes, C., Brocardo, J., Pedroso, J., Acosta, J., Luísa, C., Ucha, M., . . . Rodrigues, S. (2017). Perfil dos alunos a saída da escolaridade obrigatória. Lisboa: Ministério da EducaçãoDireção Geral da Educação.

Goto, T., Nakanishi, K., & Kano, K. (2018). A large-scale longitudinal survey of participation in scientific events with a focus on students' learning motivation for

science: Antecedents and consequences. *Learning and Individual Differences*, *61*, 181-187. Disponível em https://doi.org/10.1016/j.lindif.2017.12.005.

Grotzinger, J., & Jordan, T. (2014). *Understanding Earth* (7ª ed.). New York: W. H.

Hurst, B., Wallace, R., & Nixon, S. B. (2013). The impact of social interaction on student learning. *Reading Horizons*, *52*(4), 5.

Johnson, D., & Johnson, R. (2018). Cooperative learning as the foundation for active learning. In *Active Learning*. IntechOpen.

Kates, R. W., Parris, T. M., & Leiserowitz, A. A. (2005). What is sustainable development? Goals, indicators, values, and practice. *Environment (Washington DC)*, *47*(3), 8-21.

Krueger, R. A., & Casey, M. A. (2014). *Focus groups: A practical guide for applied research*. California: Sage Publications.

Lederman, N. G., Lederman, J. S., & Antink, A. (2013). Nature of science and scientific inquiry as contexts for the learning of science and achievement of scientific literacy. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, *1*(3).

Logan, M., & Skamp, K. (2008). Engaging students in science across the primary secondary interface: Listening to the students' voice. *Research in science education*, *38*(4), 501-527.

Margat, J., & Van der Gun, J. (2013). *Groundwater around the world: a geographic synopsis*. Crc Press.

McClatchy, S., McGann, D., Gotwals, R., Baskett, A., & Churchill, G. (2013). Students as collaborators in systems biology research. *Science*, *340*(6136), 1061-1062.

Midões, C., Fernandes, J., & Costa, C. G. D. (2001). Água subterrânea: conhecer para proteger e preservar. *Publicação sob o projecto Nº P-IV-1052, do Programa Ciência Viva*. Disponível em http://www.cienciaviva.pt/img/upload/agua_subterranea_LNEG.pdf

Ministério da Educação e Ciência. (2018). *Aprendizagens Essenciais para o 11º ano de escolaridade e sua articulação com o perfil do aluno para o século XXI* (pp. 1-11). Direção Geral da Educação. Disponível em http://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/11_biologia_e_geologia.pdf

Nações Unidas. (2015). *Objetivos de desenvolvimento sustentável*. Disponível em https://www.unric.org/pt/component/content/article/32350-17-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel

Newhart, D. W. (2015). To learn more about learning: the value-added role of qualitative approaches to assessment. *Research & Practice in Assessment*, *10*, 5-11.

Nóvoa, A. (2017). Firmar a posição como professor, afirmar a profissão docente. *Cadernos de Pesquisa*, *47*(166), 1106-1133.

O'Neill, D. W., Fanning, A. L., Lamb, W. F., & Steinberger, J. K. (2018). A good life for all within planetary boundaries. *Nature Sustainability*, *1*(2), 88.

Orion, N. (2016). Earth systems education and the development of environmental insight. In *Geoscience Education* (pp. 59-72). Springer, Cham.

Orion, N. (2019). Workshop Sistemas Terrestres - O ciclo das rochas e os sistemas terrestres. Earth science group of the Science Teaching Department do Weizmann Institute of Science*.* Editora: Universidade do Porto.

Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International journal of science education*, *25*(9), 1049-1079.

Peppoloni, S., & Di Capua, G. (2017). Geoethics: ethical, social and cultural implications in geosciences. *Annals of Geophysics*, 60, Fast Track 7, doi: 10.4401/ag-7473.

Peppoloni, S., Bilham, N., & Di Capua, G. (2019). Contemporary geoethics within the geosciences. In *Exploring Geoethics* (pp. 25-70). Palgrave Pivot, Cham.

Poff, N., Tharme, R. & Arthington, A. (2017). Evolution of environmental flows assessment science, principles, and methodologies. In *Water for the Environment from Policy and Science to Implementation and Management*. Elsevier. Doi: 10.1016/B978-0-12-803907-6.00011-5.

Ribeiro, F. (2011). Motivação e aprendizagem em contexto escolar. *Profforma, 3*(1), 1-5.

Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin III, F. S., Lambin, E. F., ... & Nykvist, B. (2009). A safe operating space for humanity. *Nature*, *461*(7263), 472.

Sachs, J. D. (2015). *The age of sustainable development*. Columbia University Press.

Silvestre, H. C., & Araújo, J. F. (2012). Metodologia para a investigação social. *Lisboa: Escolar Editora*.

SNIRH (2018). Sistemas aquíferos. Disponível em https://snirh.apambiente.pt

Spradley, J. (1980). Doing participant observation. Em J. Spradley, *Participant Observation* (pp. 53-62). Florida: Harcourt Brace Jovanovich Publishers .

Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S. E., Fetzer, I., Bennett, E. M., ... & Folke, C. (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*, *347*(6223), 1259855.

Stewart, I. S., & Gill, J. C. (2017). Social geology—integrating sustainability concepts into earth sciences. *Proceedings of the Geologists' Association*, *128*(2), 165-172.

Thomas, J. W. (2000). A review of research on project-based learning. Disponível em https://documents.sd61.bc.ca/ANED/educationalResources/StudentSuccess/A_Review_of_Research_on_Project_Based_Learning.pdf

United Nations (2019a). World population prospects 2019: Data booklet. Department of Economic and Social Affairs, Population Division. Disponível em https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_DataBooklet.pdf

United Nations. (2019b). UN world water development report 2019: Leaving No One Behind. Disponível em https://www.unwater.org/publications/world-water-development-report-2019/

Vadiati, M., Adamowski, J., & Beynaghi, A. (2018). A brief overview of trends in groundwater research: Progress towards sustainability? *Journal of environmental management*, *223*, 849.

Vasconcelos, C. & Imbernon, R.A.L. (2015). Geoética no Caminho da Educação para o Desenvolvimento Sustentável. In *Geosudeste 2015*, São Paulo, Brasil, 26-29 outubro.

Vasconcelos, C., & Almeida, A. (2014). Sustentabilidade e questões de (Geo)ética. *Revista de Ciência Elementar*, *2*(3), 86-89.

Vasconcelos, C., Torres, J., Vasconcelos, L., & Moutinho, S. (2016). Sustainable development and its connection to teaching Geoethics. *Episodes*, *39*(3), 509-517.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes.* Cambridge, MA: Harvard University Press.

Wiek, A., Withycombe, L., & Redman, C. L. (2011). Key competencies in sustainability: a reference framework for academic program development. *Sustainability science*, *6*(2), 203-218.

World Commission on Environment and Development (1987). Our common future: Report of the World Commission on Environment and Development. Oxford: Oxford University.

Anexos

Anexo 1. Grelha de Observação individual

Agrupamento de Escolas FONTES PEREIRA DE MELO

U.PORTO FACULDADE DE CIÊNCIAS UNIVERSIDADE DO PORTO

Grelha de observação individual – Turma 11º B

Alunos	Motivação demonstrada	Cooperação no trabalho	Interação com os colegas
1 -			
2 -			
3 -			
4 -			
5 -			
6 -			
7 -			
8 -			
9 -			
10 -			
11 -			
12 -			
13 -			
14 -			
15 -			
16 -			
17 -			
18 -			

Descritores das dimensões a observar:

Motivação: Entendida como o impulso interno que origina uma ação no sentido da realização do trabalho; pode ser inferida através de atitudes como tomar iniciativa, iniciar uma tarefa e empenhar-se nela com esforço e persistência (Dörnyei & Ushioda, 2013; Ribeiro, 2011).

Níveis de desempenho:

- Não satisfatório – o aluno não revela iniciativa para participar nas tarefas proposta

- Satisfatório – o aluno revela iniciativa mas não demonstra persistência nem esforço para completar o seu desempenh
- Muito satisfatório – o aluno revela iniciativa e demonstra quer persistência, quer o esforço necessários para completar o seu desempenho.Cooperação no trabalho - capacidade de trabalhar em equipa com o objetivo comum da construção do audiovisual.

Cooperação no trabalho: Pode ser inferida pela observação dos membros de um grupo quando estes trabalham em conjunto e se apoiam, visando atingir objetivos comuns negociados pelo coletivo (Johnson & Johnson, 2018).

Níveis de desempenho:

- Não satisfatório – o aluno não coopera nem apoia os colegas na realização das tarefas.
- Satisfatório – o aluno coopera mas distrai-se com alguma facilidade durante o trabalho
- Muito satisfatório – o aluno coopera e apoia os colegas na realização das tarefas durante todo o trabalho.

Interação com colegas: Pode ser definida pelas ações recíprocas entre pares, onde ocorra partilha de informações relevantes para a realização do trabalho (Hurst et al., 2013). Se for iniciada pelo aluno designar-se-á ativa, se o aluno apenas responde a uma solicitação de outro colega designar-se-á passiva.

Níveis de desempenho:

- Não satisfatório – o aluno não interage com os colegas
- Satisfatório – o aluno interage apenas de forma passiva.
- Muito satisfatório – o aluno interage com os colegas ativamente.

Observações:_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____.

Observador:

Anexo 2. Teste diagnóstico

Agrupamento de Escolas FONTES PEREIRA DE MELO

U.PORTO FACULDADE DE CIÊNCIAS UNIVERSIDADE DO PORTO

Teste Diagnóstico: Geoética e Sustentabilidade de Águas Subterrâneas

A água subterrânea é um recurso natural essencial. A sua ocorrência, o seu movimento, a sua qualidade, a sua gestão e o seu aproveitamento são o objeto de estudo da Hidrogeologia. Estes conhecimentos constituem a base para a compreensão, fornecendo o suporte científico para a gestão dos seus diversos usos, quer ambientais, quer antropogénicos.

Relativamente à questões que se seguem rodeia a(s) opção(ões) correta(s).

Q.1. Qual dos seguintes reservatórios é a fonte mais abundante de água doce líquida no planeta?

a) atmosfera
b) calotes polares e glaciares
c) água subterrânea
d) rios e lagos

Q.2. Um aquífero é...

a) uma formação geológica que permite a circulação e o armazenamento de água nos seus espaços vazios, possibilitando o seu aproveitamento económico;
b) uma formação geológica que permite a circulação e o armazenamento de água nos seus espaços vazios, não sendo possível o seu aproveitamento económico;
c) o mesmo que um lençol freático;
d) o nome dado à superfície que delimita a zona de saturação da zona de aeração do solo.

Q.3. Segundo a definição das Nações Unidas, o Desenvolvimento Sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações acederem às suas próprias necessidades. Esta afirmação é...

a) verdadeira
b) falsa
c) não sei

Q.4. Relativamente às águas subterrâneas/aquíferos, indica quatro fatores que consideres estarem relacionados com impactos negativos para a sua sustentabilidade:

_____;_____

_____;_____

Q.5. Já ouviste falar em Geoética?
a)Não b)Sim

No caso de teres respondido afirmativamente, o que entendes por Geoética?

_____

_____

_____.

Q.6.Mesmo que a tua resposta anterior tenha sido negativa, preenche os espaços vazios com palavras que associes a Geoética e Sustentabilidade de Águas Subterrâneas.

_____;_____;_____

_____;_____;_____

Anexo 3. Guião de entrevista em grupos focais

Agrupamento de Escolas FONTES PEREIRA DE MELO

U.PORTO FACULDADE DE CIÊNCIAS UNIVERSIDADE DO PORTO

Guião de Entrevistas Focais

1. O que é um aquífero? (Objetivo: Verificar se os alunos compreendem o que é um aquífero).

2. Quais as condições geológicas necessárias para a sua formação? (Objetivo: Perceber se os alunos conseguem elencar as condições necessárias para a formação de um aquífero).

3. Dos três tipos de rochas que conheces, sedimentares, magmáticas e metamórficas, quais podem armazenar aquíferos? (Averiguar se os discentes conseguem relacionar os diferentes tipos de rochas com a formação de aquíferos).

4. O que entendem por Desenvolvimento Sustentável? (Objetivo: Aferir se os discentes percebem o conceito de desenvolvimento sustentável).

5. Indiquem alguns fatores que consideres estarem relacionados com impactes negativos para a sustentabilidade dos aquíferos. (Objetivo: Constatar se os alunos são capazes de associar o conceito de sustentabilidade com os aquíferos).

6. O que entendem por Geoética? (Objetivo: Certificar que os discentes compreendem o conceito de Geoética.

7.Na vossa opinião, consideram que faz sentido associar os conceitos de Sustentabilidade e Geoética? Porquê? (Objetivo: Apurar se os alunos relacionam os conceitos de sustentabilidade e de geoética, justificando adequadamente).

8. Indica algumas palavras/conceitos que associes a Geoética e Sustentabilidade de águas subterrâneas/aquíferos. (Objetivo: Averiguar se os alunos são capazes de corretamente associar os conceitos de Geoética e Sustentabilidade de águas subterrâneas/aquíferos).

9. Qual a vossa opinião sobre o audiovisual que construímos recorrendo ao EBPj? Consideram que está útil para aprender sobre esta temática? (Objetivo:Aferir se os discentes atribuem valor educacional e científico ao audiovisual construído cooperativamente por toda a turma).

10. O que pensam de terem sido distribuidos em grupos, tendo cada grupo ficado responsável por tarefa no vídeo, após a realização do questionário de inteligências

múltiplas? (Objetivo: Verificar se os alunos consideram a sua distribuição em grupos de trabalho, segundo o método das inteligências múltiplas, como benéfico para a sua aprendizagem).

11. Relativamente ao ensino tradicional, consideram que a metodologia de ensino baseado em projetos vos permitiu aprender esta temática com maior facilidade? (Objetivo: Analisar se os alunos consideram que o EBPj foi benéfico, permitindo uma aprendizagem mais facilitada sobre o tema).

12. Relativamente ao ensino tradicional, consideram que a metodologia de ensino baseado em projetos promoveu a vossa sensibilização para a importância da geoética relativamente à exploração sustentada de recursos aquáticos subterrâneos? (Objetivo: Apurar se os discentes se mostram mais sensibilizados para a importância da temática da geoética e sustentabilidade de águas subterrâneas).

13. Gostavam de aprender outros conteúdos programáticos recorrendo a esta metodologia de ensino? (Objetivo: Perceber se os alunos gostariam de aprender outros conteúdos programáticos através do EBPj).

Anexo 4. Guião de entrevistas individuais

Agrupamento de Escolas
FONTES PEREIRA DE MELO

U.PORTO
FACULDADE DE CIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DO PORTO

Guião de Entrevistas Individuais aos Docentes e Diretora da Escola

1. Após a visualização do audiovisual, consegue identificar a temática apresentada? (Qual é? Considera que está exposta de forma clara?)
Objetivo: perceber se os docentes consideram que o audiovisual está construído de forma clara e percetível.

2. Costuma utilizar recursos audiovisiuais nas suas aulas? Se sim, utilizaria este como estratégia educativa nas suas aulas? Em que ano(s) letivo (s) e conteúdo (s) escolar(es)? Objetivo: verificar se os docentes atribuem qualidade e rigor científico a este recurso audiovisual. Esta questão será apenas formulada aos docentes do grupo 520.

3. A escola é um local por excelência para a formação dos futuros cidadãos. Que importância atribui à participação dos alunos em projetos que extravasam os currículos definidos? (Que vantagens/desvantagens poderão ter nos diferentes elementos da comunidade educativa, nomeadamente, professores e alunos?)
Objetivo: averiguar as vantagens/desvantagens que os docentes atribuem à metodologia ensino baseado em projetos no desenvolvimento de competências nos alunos e professores.

Anexo 5. Planificação de aulas

Agrupamento de Escolas FONTES PEREIRA DE MELO

U.PORTO FACULDADE DE CIÊNCIAS UNIVERSIDADE DO PORTO

Ano letivo 2018/2019 – Planificação de Aula

Biologia e Geologia 11º ano de escolaridade

<table>
<tr><td colspan="2">DOMÍNIO: Tema IV - Geologia, problemas e materiais do quotidiano</td></tr>
<tr><td colspan="2">SUB-DOMÍNIO: Recursos Geológicos – exploração sustentada – Águas subterrâneas</td></tr>
<tr><td colspan="2">OBJETIVO GERAL: Compreender e valorizar a importância da Geoética de uma forma geral e da exploração sustentada das águas subterrâneas, em particular.</td></tr>
<tr><td>AULA Nº 159
28/03/2019</td><td>SUMÁRIO: Apresentação do projeto de participação no evento paralelo ao Congresso “Geoethics and Groundwater management”. Realização de questionário sobre Inteligências Múltiplas.</td></tr>
<tr><td colspan="2">CAMPO CONCETUAL: aquíferos; contaminação de origem antrópica; desenvolvimento sustentável; geoética.</td></tr>
<tr><td>APRENDIZAGENS ESSENCIAIS

- Pesquisar e sistematizar informações, integrando saberes prévios, para construir novos conhecimentos;
- Analisar dados e formular juízos críticos, cientificamente fundamentados, sobre a exploração sustentável de recursos geológicos em Portugal.
- Formular e comunicar opiniões críticas, cientificamente fundamentadas e relacionadas com Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA).</td><td>OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Compreender os conceitos de Sustentabilidade e Geoética;
- Relacionar os conceitos de Sustentabilidade e Geoética com a exploração de aquíferos;
- Promover o trabalho cooperativo na prossecução de um objetivo comum – a construção de um vídeo sobre Geoética e Sustentabilidade de Águas Subterrâneas.</td></tr>
</table>

TAREFAS / ATIVIDADES DOS ALUNOS	RECURSOS / MATERIAL	MEDIAÇÃO DO PROFESSOR
- realização de questionário individual sobre inteligências múltiplas; - compreender o projeto de construção de um vídeo para participação num concurso.	- questionário sobre inteligências múltiplas.	- esclarecimento de dúvidas surgidas na realização do questionário sobre inteligências múltiplas; - apresentação do projeto de construção de um pequeno vídeo sobre Geoética e Sustentabilidade de Águas Subterrâneas;

DESENVOLVIMENTO DA AULA

- Registar o sumário no quadro e no programa "Inovar Alunos";
- Realização do questionário sobre "Inteligências múltiplas";
- Apresentação do projeto de construção de um pequeno vídeo sobre Geoética e Sustentabilidade de Águas Subterrâneas, com o intuito de participar no concurso paralelo ao congresso científico Geoethics and Groundwater Management.

INDICADORES DE APRENDIZAGEM

CONHECIMENTOS	CAPACIDADES	ATITUDES
- Compreender a noção de Desenvolvimento Sustentável; - Compreender a noção de Geoética.	-Registar observações efetuadas aquando da atividade experimental; -Analisar os dados obtidos na atividade experimental; -Relacionar os conhecimentos adquiridos com os resultados experimentais; -Expor as ideias e os conhecimentos com clareza e devidamente fundamentados.	-Demonstrar interesse e motivação na aprendizagem dos conteúdos programáticos; -Cooperar no trabalho de grupo; -Participar com empenho em todas as tarefas propostas.

AVALIAÇÃO

- Grelha de Observação de Aula para o registo sistemático do professor.

Agrupamento de Escolas FONTES PEREIRA DE MELO

U.PORTO FACULDADE DE CIÊNCIAS UNIVERSIDADE DO PORTO

Ano letivo 2018/2019 – Planificação de Aula

Biologia e Geologia 11º ano de escolaridade

DOMÍNIO: Tema IV - Geologia, problemas e materiais do quotidiano	
SUB-DOMÍNIO: Recursos Geológicos – exploração sustentada – Águas subterrâneas	
OBJETIVO GERAL: Compreender e valorizar a importância da Geoética de uma forma geral e da exploração sustentada das águas subterrâneas, em particular, promovendo o trabalho cooperativo entre os alunos.	
AULA Nº 162 e 163 **02/04/2019**	**SUMÁRIO:** Continuação do trabalho de projeto "Geoética e sustentabilidade de Águas Subterrâneas".
CAMPO CONCETUAL: aquíferos; permeabilidade; porosidade; contaminação de origem antrópica; desenvolvimento sustentável; geoética.	

APRENDIZAGENS ESSENCIAIS	**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**
- Pesquisar e sistematizar informações, integrando saberes prévios, para construir novos conhecimentos; - Analisar dados e formular juízos críticos, cientificamente fundamentados, sobre a exploração sustentável de recursos geológicos em Portugal. - Formular e comunicar opiniões críticas, cientificamente fundamentadas e relacionadas com Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA).	- Compreender os conceitos de Sustentabilidade e Geoética; - Relacionar os conceitos de Sustentabilidade e Geoética com a exploração de aquíferos; - construção de um vídeo sobre Geoética e Sustentabilidade de Águas Subterrâneas; - Promover o trabalho cooperativo na prossecução de um objetivo comum.

TAREFAS / ATIVIDADES DOS ALUNOS	**RECURSOS / MATERIAL**	**MEDIAÇÃO DO PROFESSOR**
	- computador com acesso à internet;	

- pesquisa de informação sobre a temática; - sistematização da informação pesquisada; - decisão sobre quais as informações que vão ser utilizadas pelo grupo na construção do vídeo; - escolha da úsica a utilizar no vídeo.	- documentos escritos fornecidos pela docente com informação sobre o tema.	- constituição dos grupos de trabalho; - mediação do trabalho de grupo; - auxílio dos alunos na escolha dos temas a abordar e da informação a utilizar na construção do vídeo.

DESENVOLVIMENTO DA AULA

- Registar o sumário no quadro e no programa "Inovar Alunos";
- Constituição dos três grupos de trabalho e início do trabalho de pesquisa de informação sobre os conceitos a utilizar na construção do vídeo.

INDICADORES DE APRENDIZAGEM		
CONHECIMENTOS	**CAPACIDADES**	**ATITUDES**
- Compreender a noção de Desenvolvimento Sustentável; - Compreender a noção de Geoética.	-Registar observações efetuadas aquando da atividade experimental; -Analisar os dados obtidos na atividade experimental; -Relacionar os conhecimentos adquiridos com os resultados experimentais; -Expor as ideias e os conhecimentos com clareza e devidamente fundamentados.	-Demonstrar interesse e motivação na aprendizagem dos conteúdos programáticos; -Cooperar no trabalho de grupo; -Participar com empenho em todas as tarefas propostas.

AVALIAÇÃO

- Grelha de observação preenchida pelas orientadora cooperante da IPP e pela colega de estágio (participantes passivas);
- Grelha de observação preenchida pela docente/investigadora (participante moderada).

Agrupamento de Escolas FONTES PEREIRA DE MELO

U.PORTO FACULDADE DE CIÊNCIAS UNIVERSIDADE DO PORTO

Ano letivo 2018/2019 – Planificação de Aula

Biologia e Geologia 11º ano de escolaridade

DOMÍNIO: Tema IV - Geologia, problemas e materiais do quotidiano	
SUB-DOMÍNIO: Recursos Geológicos – exploração sustentada – Águas subterrâneas	
OBJETIVO GERAL: Compreender e valorizar a importância da Geoética de uma forma geral e da exploração sustentada das águas subterrâneas, em particular, promovendo o trabalho cooperativo entre os alunos.	
AULA Nº 164 **04/04/2019**	**SUMÁRIO:** Conclusão do trabalho de projeto "Geoética e sustentabilidade de Águas Subterrâneas".
CAMPO CONCETUAL: aquíferos; permeabilidade; porosidade; contaminação de origem antrópica; desenvolvimento sustentável; geoética.	

TAREFAS / ATIVIDADES DOS ALUNOS	RECURSOS / MATERIAL	MEDIAÇÃO DO PROFESSOR
- sistematização da informação pesquisada; - decisão sobre quais as informações que vão ser utilizadas pelo grupo na construção do vídeo.	- computador com acesso à internet; - documentos escritos fornecidos pela docente com informação sobre o tema.	- mediação do trabalho de grupo; - auxílio dos alunos na decisão sobre dos temas a abordar e da informação a utilizar na construção do vídeo.

DESENVOLVIMENTO DA AULA

- Registar o sumário no quadro e no programa "Inovar Alunos";
- Continuação do trabalho de pesquisa e sistematização de informação sobre as informações a utilizar na construção do vídeo;
- Construção da letra da música a utilizar no vídeo.

INDICADORES DE APRENDIZAGEM		
CONHECIMENTOS	**CAPACIDADES**	**ATITUDES**
- Compreender a noção de Desenvolvimento Sustentável; - Compreender a noção de Geoética.	-Expor as ideias e os conhecimentos com clareza e devidamente fundamentados. - Ser capaz de aceitar opiniões diferentes das suas.	-Demonstrar interesse e motivação na aprendizagem dos conteúdos programáticos; -Cooperar no trabalho de grupo; -Participar com empenho em todas as tarefas propostas.
AVALIAÇÃO		
- Grelha de observação preenchida pelas orientadora cooperante da IPP e pela colega de estágio (participantes passivas); - Grelha de observação preenchida pela docente/investigadora (participante moderada).		

Anexo 6. Questionário de Inteligências múltiplas – atividade diagnóstica

Agrupamento de Escolas FONTES PEREIRA DE MELO

U.PORTO FACULDADE DE CIÊNCIAS UNIVERSIDADE DO PORTO

Questionário de Inteligências múltiplas – atividade diagnóstica

Diferentes alunos constroem o conhecimento de maneiras distintas. Há aqueles que entendem melhor quando leem material escrito. Alguns alunos acham que compreendem melhor quando recorrem a factos, números, gráficos ou figuras que fornecem diferentes argumentos. Existem ainda outros que entendem melhor através de atividades que envolvem audição, ritmo, música, dança, etc. Escolha a sua forma preferida de aprender, seguindo estas instruções: coloque um X ao lado das afirmações com as quais concorda. O método de aprendizagem que obtiver mais X é, provavelmente, o método mais adequado para ti.

Método de Aprendizagem 1

Faço muitas perguntas sobre como as coisas funcionam.

Resolvo problemas aritméticos rapidamente.

Gosto de matemática.

Entendo mapas e gráficos com maior facilidade do que texto.

Gosto de jogar xadrez, damas ou outros jogos de estratégia.

Gosto de resolver quebra-cabeças lógicos e outros enigmas.

Gosto de colocar as coisas em categorias ou hierarquias.

Pontuação total: ____

Método de Aprendizagem 2

Escrevo melhor do que a média das pessoas.

Adoro criar histórias e contar piadas e histórias.

Gosto de jogos verbais.

Gosto de ler.

Gosto de rimas, trocadilhos, expressões formadas por palavras homónimas, etc.

Presto muita atenção ao que oiço (histórias, programas, programas de rádio, livros de áudio, etc.)

Pontuação total: ____

Método de Aprendizagem 3

Tenho a capacidade de identificar músicas, dissonâncias musicais ou um instrumento desafinado.

Lembro-me das melodias das músicas.

Toco um instrumento musical ou canto num grupo coral.

Expresso-me bastante.

Sou sensível a sons ambientais (por exemplo: gotas de chuva a cair sobre telhado).

Tenho uma reação positiva quando ouço música.

Pontuação total: _____

Método de Aprendizagem 4

Gosto de atividades que tenham uma vertente artística.Gosto de desenhar de forma complexa.

Gosto de quebra-cabeças, labirintos e outras atividades similares.

Gosto de construir estruturas 3D relativamente interessantes (por exemplo, utilizando peças de Legos).

Gosto mais de imagens do que texto.

Pontuação total: ____

Análise dos Resultados da Atividade Diagnóstica Inteligências múltiplas

Método de Aprendizagem 1:

Demonstra a necessidade da Geoética e Sustentabilidade das Águas Subterrâneas através de caraterísticas quantitativas. Por exemplo, dados sobre população mundial, quantidade de água disponível, quantidade de água gasta por dia, pegada hídrica, etc.

Método de Aprendizagem 2

Escreve um texto sobre a importância da Geoética e Sustentabilidade de Águas Subterrâneas.

Método de Aprendizagem 3

Partindo de uma melodia à escolha, escreve uma letra sobre o tema “Geoética e Sustentabilidade de Águas Subterrâneas”.

Método de Aprendizagem 4

Demonstra artisticamente a necessidade da Geoética e Sustentabilidade de Águas Subterrâneas, através de imagens, de um modelo, uma pintura, etc.

Adaptado de Orion, N. (2019). *Workshop Sistemas Terrestres - O ciclo das Rochas e os sistemas terrestres. Earth Science Group of the Science Teaching Department do Weizmann Institute of Science.* Universidade do Porto.

Anexo 7. Apresentação multimédia

Agrupamento de Escolas
FONTES PEREIRA DE MELO

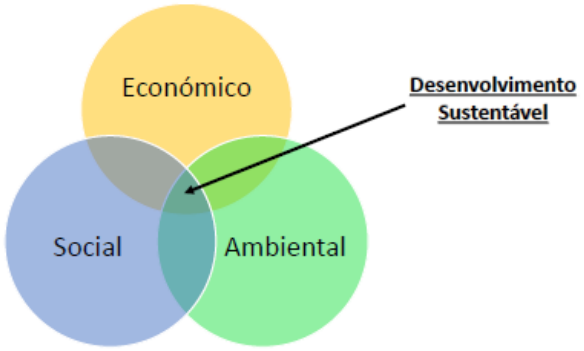
U.PORTO
FACULDADE DE CIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DO PORTO

Lição nº 162 e 163 **02/04/2019**

Continuação do trabalho de projeto: Geoética e Sustentabilidade de Águas Subterrâneas.

Desenvolvimento Sustentável

- procura satisfazer as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades.



Geoética e Sustentabilidade de Águas Subterrâneas

Falamos em extração sustentável de um aquífero quando o volume de água extraído tem em consideração:

- o volume de água disponível no aquífero;
- a recarga do aquífero (parte da precipitação que se infiltra);
- o melhor caudal de extração em função do rebaixamento que provoca).

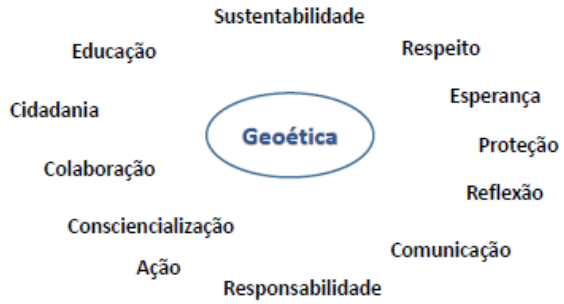
Há equilíbrio entre a recarga e a extracção de água (não se põe em causa a quantidade de água do aquífero, nem se promove a degradação da sua qualidade).

Agenda 2030 - Objetivos do desenvolvimento Sustentável

Retirado de Nações Unidas, 2015

Geoética

- consiste na **investigação** e **reflexão** dos valores que devem fundamentar **comportamentos** e **práticas** apropriados em atividades humanas que interferem com a geosfera.

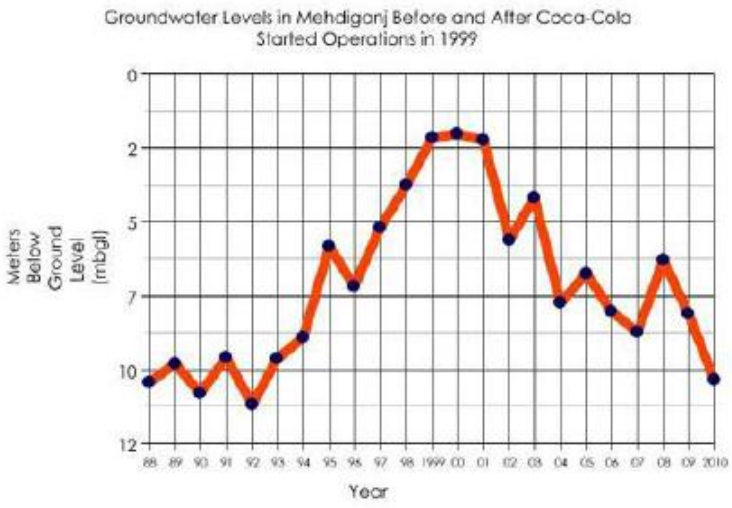


https://www.calacademy.org/educators/recharging-aquifers

https://www.calacademy.org/educators/how-do-we-meet-the-growing-need-for-water

https://waterfootprint.org/en/water-footprint/what-is-water-footprint/

Retirado de http://www.indiaresource.org/



Retirado de http://www.indiaresource.org

Retirado de http://www.indiaresource.org/

Anexo 8. Materiais fornecidos aos alunos pela docente

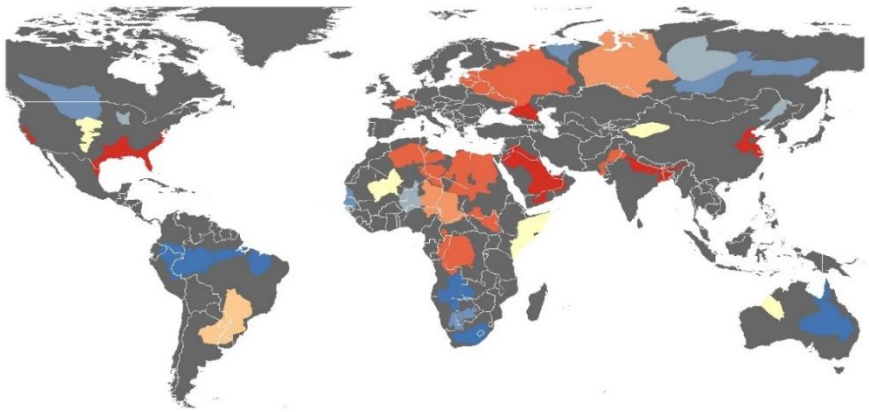
Agrupamento de Escolas
FONTES PEREIRA DE MELO

U.PORTO
FACULDADE DE CIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DO PORTO

STATE OF G.R.A.C.E.

NASA's Gravity Recovery and Climate Experiment (GRACE) satellite mission, launched in 2002, measures changes in the amount of water held underground in aquifers.

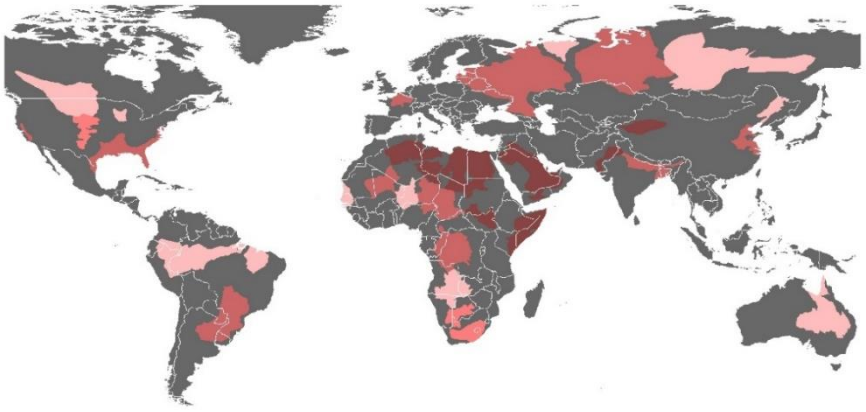
Trends in Groundwater Storage, 2003 - 2013



Rate of change (mm/yr)
- less than -5.0
- -5.0 to -2.5
- -2.5 to -1.0
- -1.0 to -0.5
- -0.5 to 0.5
- 0.5 to 1.0
- 1.0 to 2.5
- 2.5 to 5.0
- greater than 5.0

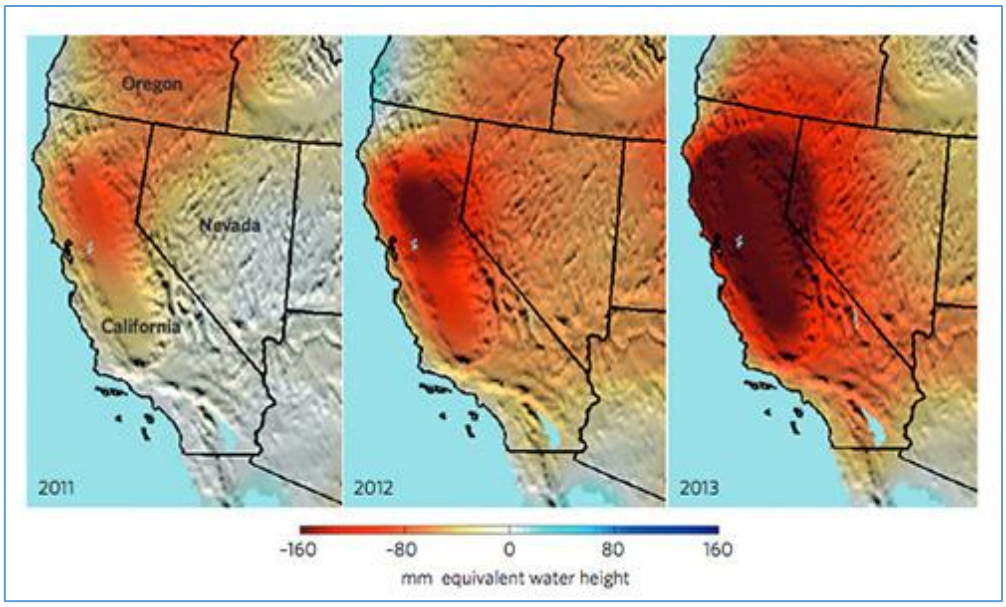
GRACE data reveal the rise and fall of groundwater reserves, though scientists do not know how much water is stored underground. Think of it as a bank account. Thanks to the satellites, scientists know deposits and withdrawals. But they do not know how much is in the account.

Changes in Storage vs. Aquifer Stress



Type of Stress
- Unstressed
- Human-Dominated Stress
- Variable Stress
- Overstressed

Not all groundwater stress is the same, and changes in storage have a complex relationship with 'stress'. The water supplies of overstressed aquifers are not experiencing any replenishment. Variable stress refers to an aquifer that is in decline but is still experiencing some replenishment. Some aquifers, while actually seeing an increase in storage, are classified as experiencing human-dominated stress. This means that without artificial recharge from human activities, such as water applied to land for irrigation, the aquifer would not record storage increases.



Retirado de: California groundwater depletion. | NASA's Gravity Recovery and Climate Experiment (GRACE) satellite mission.

Some facts about water footprint (Retirado de waterfootprint.org):

- The production of one kilogramme of beef requires approximately 15 thousand litres of water (93% green, 4% blue, 3% grey water footprint). There is a huge variation around this global average. The precise footprint of a piece of beef depends on factors such as the type of production system and the composition and origin of the feed of the cow.

- The water footprint of a 150-gramme soy burger produced in the Netherlands is about 160 litres. A beef burger from the same country costs on average about 1000 litres.

- The water footprint of Chinese consumption is about 1070 cubic metres per year per capita. About 10% of the Chinese water footprint falls outside China.

- Japan with a footprint of 1380 cubic metres per year per capita, has about 77% of its total water footprint outside the borders of the country.
- The water footprint of US citizens is 2840 cubic meter per year per capita. About 20% of this water footprint is external. The largest external water footprint of US consumption lies in the Yangtze River Basin, China.
- The global water footprint of humanity in the period 1996-2005 was 9087 billions of cubic meters per year (74% green, 11% blue, 15% grey). Agricultural production contributes 92% to this total footprint.

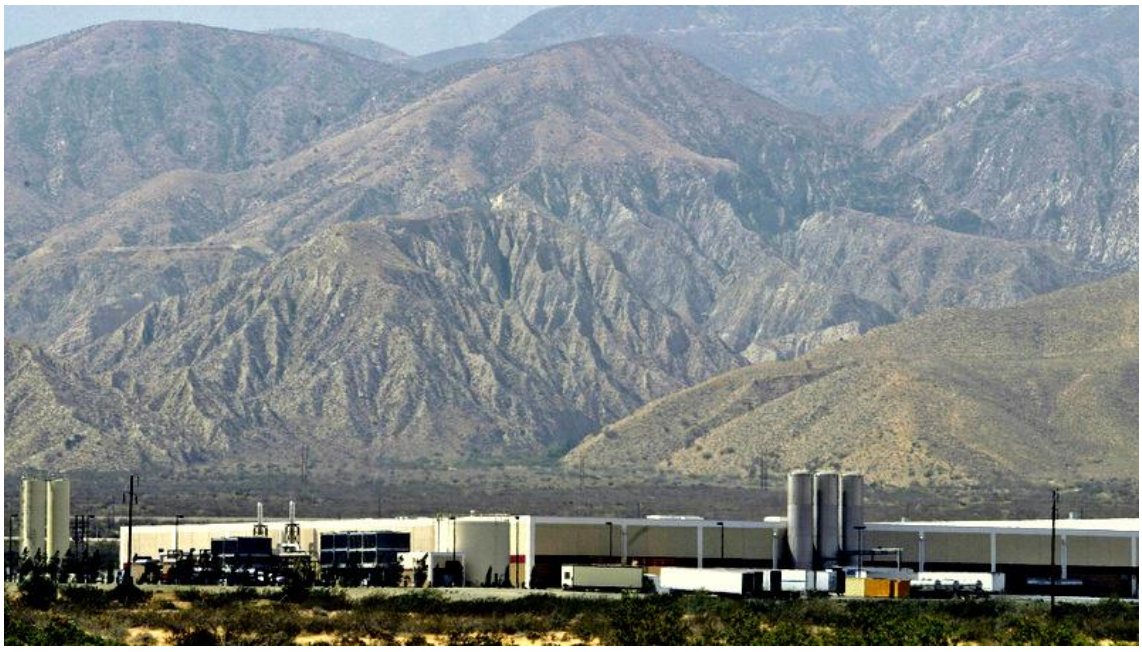
- Water scarcity affects over 2.7 billion people for at least one month each year.

Nestle Continues Stealing World's Water During Drought

By Dan Bacher Global Research, March 26, 2015

IndyMedia 20 March 2015 Region: USA

Theme: Environment, Law and Justice



The Arrowhead Mountain Water Company bottling plant, owned by Swiss conglomerate Nestle, on the Morongo Indian Reservation near Cabazon, Calif. Photo credit: Damian Dovarganes/AP.

The city of Sacramento is in the fourth year of a record drought – yet the Nestlé Corporation continues to bottle city water to sell back to the public at a big profit, local activists charge. The Nestlé Water Bottling Plant in Sacramento is the target of a major press conference on Tuesday, March 17, by a water coalition that claims the company is draining up to 80 million gallons of water a year from Sacramento aquifers during the drought.

A coalition of environmentalists, Native Americans and other concerned people announced the press conference will take place at March 17 at 5 p.m. at new Sacramento City Hall, 915 I Street, Sacramento.

The coalition will release details of a protest on Friday, March 20, at the South Sacramento Nestlé plant designed to “shut down” the facility. The coalition is calling on Nestlé to pay rates commensurate with their enormous profit, or voluntarily close down.
“The coalition is protesting Nestlé’s virtually unlimited use of water – up to 80 million gallons a year drawn from local aquifers – while Sacramentans (like other Californians) who use a mere 7 to 10 percent of total water used in the State of California, have had severe restrictions and limitations forced upon them,” according to the coalition.
“Nestlé pays only 65 cents for each 470 gallons it pumps out of the ground – the same rate as an average residential water user. But the company can turn the area’s water around, and sell it back to Sacramento at mammoth profits,” the coalition said.
Activists say that Sacramento officials have refused attempts to obtain details of Nestlé’s water used. Coalition members have addressed the Sacramento City Council and requested that Nestle’ either pay a commercial rate under a two tier level, or pay a tax on their profit.

55 dos 62 sistemas de água subterrânea em Portugal contaminados devido à agricultura e pecuária

"Muitos dos pontos de água poluídos coincidem com pontos de abastecimento público", diz associação Zero

Fonte: Lusa, 01 Setembro 2017

A associação ambientalista Zero alertou hoje que praticamente todos os sistemas de águas subterrâneas em Portugal estão poluídos com químicos provenientes da agricultura e pecuária. Segundo dados divulgados hoje pela Zero, que analisou 55 dos 62 sistemas aquíferos entre 2011 e 2015, todos contêm azoto amoniacal e nitratos.
É uma "situação preocupante", aponta a associação, que defende o controlo e fiscalização do uso destes produtos e a retirada de apoios a agricultores que os utilizem em excesso como fertilizantes, "em particular os de origem industrial".
A culpa da poluição é atribuída à agricultura e pecuária intensivas, que usam azoto amoniacal, que chega aos solos pelas descargas da indústria pecuária ou pelo uso de estrume, e nitratos que provêm dos fertilizantes agrícolas. A Zero encontrou poluição por azoto em 46 sistemas aquíferos e por nitratos em 29. Nos cursos subterrâneos, divididos por quatro zonas (Maciço Antigo, Orla Ocidental, Orla Meridional e Bacia do Tejo-Sado), há 7.900 hectómetros cúbicos de água, "oito vezes mais do que as necessidades anuais de abastecimento público", afirma a Zero.

"Trata-se de um volume de água essencial para prevenir os riscos cada vez mais evidentes e recorrentes de escassez hídrica", mas "a poluição pode colocar em causa a utilização atual e futura destes recursos".

Nos dados analisados, provenientes do Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos, contam-se 6.016 captações de águas subterrâneas de onde se retira 33% do total da água potável consumida no Continente. "Muitos dos pontos de água poluídos coincidem com pontos de abastecimento público", frisa a Zero.

A lei em que se consagra a prevenção da poluição por nitratos, é "letra morta", concluiu a Zero, olhando para a prevalência da poluição com estes químicos, que existem em concentrações acima do máximo de 50 miligramas por litro em 42% dos aquíferos analisados.

A Zero quer saber que papel têm as direções regionais e geral de Agricultura no meio deste "descontrolo total" e defende que se reúna informação sobre os sistemas para os quais não existem dados. Por isso, defende que seja avaliado imediatamente o Programa de Ação para as Zonas Vulneráveis, e que sejam declaradas mais zonas e alargadas as existentes. A associação ambientalista exige ainda que haja fiscalização eficaz nas explorações pecuárias, que têm que conseguir tratar as suas águas residuais.

Anexo 9. Materiais desenvolvidos pelos alunos e pela professora-investigadora durante a implementação do projeto

Agrupamento de Escolas
FONTES PEREIRA DE MELO

U.PORTO
FACULDADE DE CIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DO PORTO

Audiovisual:

Viva la Geoethics: disponível em https://youtu.be/Q0DgQ21zEKc

Música escolhida: *Viva la Vida*, Coldplay

Nome do nosso tema: Before the last drop - Viva La Geoethics

Letra : I used to rule beneath your feet
Million years no one heard me speak
Nowadays I'm never alone
They're always taking water for their own

I used to roll all drops
Through many different permeable rocks
Over that porosity
dissoluted cavities, all cracks that I see

One minute I held the key
To your world's sustainability
Until you found me where I stand
Upon layers of clay, gravel and sand

Refrão
I hear groundwater is disappearing
human race can´t stop consuming
Be respectful, aware and wary
This generation is extraordinary
For some reason I can't explain
I also hear nature calling my name
Time to act beyond the words/ And then we make a better world

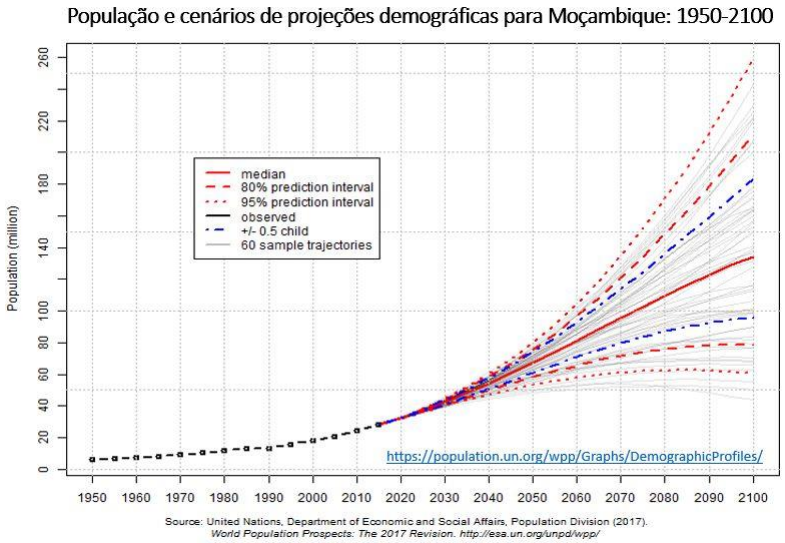
It was a wicked and dangerous thing
Pollution start to fill me in
Infiltrating through a million layers
I couldn't believe, despite all my prayers

Global warming please just wait
Give me time to recharge again
Many conflicts can arise
If nations can't achieve compromise

Refrão

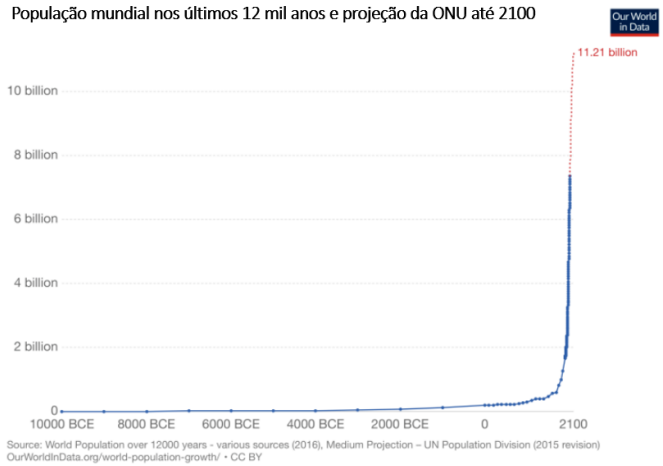
TIME TO CHANGE PERSPECTIVES/ LIVE WITH GEOETHICS

Dados quantitativos recolhidos:



Aumento populacional-

([**https://www.ecodebate.com.br/2019/04/29/crescimento-populacional-e-colapso-social-e-ambiental-de-mocambique-artigo-de-jose-eustaquio-diniz-alves/**](https://www.ecodebate.com.br/2019/04/29/crescimento-populacional-e-colapso-social-e-ambiental-de-mocambique-artigo-de-jose-eustaquio-diniz-alves/) **)**



[**https://www.ecodebate.com.br/2019/05/03/a-dinamica-demografica-importa-no-crescimento-economico-e-na-degradacao-ambiental-artigo-de-jose-eustaquio-diniz-alves/**](https://www.ecodebate.com.br/2019/05/03/a-dinamica-demografica-importa-no-crescimento-economico-e-na-degradacao-ambiental-artigo-de-jose-eustaquio-diniz-alves/)

Aumento do consumo-O desafio para o mundo será atender o aumento da demanda por alimentos nessas economias em crescimento, impulsionada ainda pelo aumento na população mundial, que deve chegar a 10 bilhões de pessoas até 2050. O drama especulado por Malthus parece mais vivo do que nunca. A preocupação das autoridades, empresas e para a população no geral é se o mundo vai conseguir aumentar sua capacidade produtiva para atender essa quantidade de gente. E com um agravante: se essa produção será sustentável. Afinal, é preciso produzir sem poluir e sem esgotar recursos naturais. (https://portalnovarejo.com.br/2019/04/carrefour-mundo-alimentar-10-bilhoes-ate-2050/)

Má gestão dos aquíferos-Milhões de pessoas vivem em regiões em que os níveis dos reservatórios estão abaixo do normal e a quantidade de chuvas é menor que a média histórica.

Ao longo de 2014, a seca levou 1.265 municípios de 13 estados do Nordeste e do Sudeste a decretarem situação de emergência, de acordo com dados do Ministério da Integração Nacional. Hoje, 936 cidades estão nessa situação.

Racionamento, problemas de abastecimento ou reservatórios em níveis de alerta já são realidade em cinco das dez maiores regiões metropolitanas do país. (http://www.mobilizadores.org.br/entrevistas/ma-gestao-da-agua-e-desperdicio-estao-entre-principais-causas-da-crise-hidrica/)

Alteraçoes climáticas-Vale relembrar que a contribuição da agropecuária para o agravamento do aquecimento global é bastante significativa. Se a agronegócio fosse um país, seria o 3º maior emissor de GEE do mundo.

Enquanto se discute sobre quem fica fora e dentro do Acordo de Paris, o mundo aquece, o Árctico derrete e a Antárctida fica um bocadinho mais verde. Não são projecções ou especulações, são constatações que estão em relatórios de cientistas que continuam a medir os efeitos das alterações climáticas no planeta Terra. “A diminuição traduz-se, se fizermos uma média por década a partir de 1960, em 40 milímetros por década no Sul de Portugal. Ou seja, em 56 anos, estamos a falar de mais 200 milímetros, o que é muito significativo”, especifica o físico, referindo-se a dados da Agência Europeia do Ambiente (EEA, na sigla em inglês). O problema, diz o especialista, não é exclusivo de Portugal e abarca toda a Península Ibérica onde, segundo os mesmos dados da EEA, a precipitação anual diminuiu até um máximo de 90 milímetros por década, desde 1960. (https://www.publico.pt/2017/06/02/ciencia/noticia/o-que-e-que-as-alteracoes-climaticas-fizeram-a-portugal-1774291)

Anexo 10. Transcrição das entrevistas em grupos focais

Agrupamento de Escolas FONTES PEREIRA DE MELO

U.PORTO FACULDADE DE CIÊNCIAS UNIVERSIDADE DO PORTO

Transcrição das entrevistas em grupos focais, efetuadas aos alunos

Questão: O que é um aquífero?	Código
I -1: Um aquífero é uma formação geológica que armazena água subterrânea e que basicamente permite o seu aproveitamento económico.	**A1**
II – 3: Um aquífero é uma formação geológica que armazena água subterrânea e que possibilita o aproveitamento económico pelo homem.	**A1**
III – 2: Um aquífero é uma estrutura que forma um reservatório de água subterrânea...	**A1**
III – 4: ...e permite a sua exploração económica.	

Questão: Quais as condições geológicas para a sua formação?	Código
I -3: A porosidade e a permeabilidade ou fraturas ou fissuras.	**B1**
II – 1: Permeabilidade e porosidade e também fissuras.	**B1**
III – 1: Acho que a porosidade e permeabilidade.	**B2**

Questão: Dos três tipos de rochas que conheces, sedimentares, magmáticas e metamórficas, quais podem armazenar aquíferos?	Código
I -2: Todas.	**C1**
II – 1: Todas, as sedimentares são os aquíferos porosos...se for uma magmática ou metamórfica tem de ter fraturas ou fissuras.	**C1**
III – 4: ...as rochas, sedimentares, magmáticas e metamórficas.	**C1**

Questão: O que entendes por Desenvolvimento Sustentável?	Código
I -3: O desenvolvimento Sustentável garante necessidades das gerações atuais, sem comprometer as gerações futuras.	**D1**
II – 1: É aquele que garante as necessidades das gerações futuras...e também atuais...mas sem comprometer as futuras.	**D1**
III – 3: é aquilo de não comprometer as gerações futuras...	
III – 1: é o desenvolvimento atual, que nos permite viver de acordo com as necessidades e sem gastar tudo para o futuro.	**D1**
Questão: Indica alguns fatores que consideres estarem relacionados com impactes negativos para a sustentabilidade de aquíferos.	**Código**
I – 5: a sobre-exploração dos aquíferos; a agricultura intensiva...	**E1**
I - 1: a poluição ou as alterações climáticas...	
II – 4: a sobre-exploração, a agricultura intensiva, a poluição, as alterações climáticas	**E1**
III – 1: por exemplo a poluição...	
III – 5: ou a sobre-exploração dos aquíferos, por causa do aumento da população	**E2**
Questão:O que entendes por Geoética?	**Código**
I - 3: é a ética aplicada ao planeta Terra..	**F3**
II – 1: é a ética do planeta Terra.	
II – 2: é isso.	**F3**
III – 2: diz respeito aos seres humanos serem capazes de tratar com ética o planeta Terra, não apenas a parte viva do planeta	**F2**
III – 4: ...mas a geosfera também.	

Questão: Na tua opinião, consideras que faz sentido associar os conceitos de Sustentabilidade e Geoética?	Código
I -2: sim, faz sentido estarem associados. II – 1: sim, faz sentido associar os dois. III – 2: eu acho que sim, porque os dois conceitos estão ligados. A sustentabilidade está ligada ao respeito pelas gerações futuras, não gastar todos os recursos e a geoética também está relacionada com isso...porque está ligada à forma como tratamos e gastamos os recursos do planeta e aos danos que podemos provocar no presente... III – 4: ...e que vão afetar o futuro também.	**G2** **G2** **G1**
Questão: Indica alguns conceitos/palavras que associes à Geoética e à Sustentabilidade de Águas Subterrâneas.	**Código**
I -3: Cooperação; aquíferos; ação; consciência I – 2: Responsabilidade; compromisso; educação; proteção I – 6: poluição agrícola; poluição industrial; reflexão I – 5: Porosidade I – 1: sustentabilidade II – 5: Ação II – 2: Sustentabilidade, poluição II – 1: Educação, educar as gerações atuais para não comprometer as futuras; respeito; responsabilidade II – 3: Porosidade III – 3: Poluição III – 1: Desenvolvimento Sustentável; Trabalho em equipa, valores III – 2: Educação; Ação; Reflexão III – 4: Permeabilidade e porosidade III – 5: Ter consciência; Futuro	**H1** **H2** **H1**

Questão: Qual a vossa opinião sobre o audiovisual construído? Acham útil para mostrar nas aulas, para outros alunos aprenderem sobre o tema da Geoética e Sustentabilidade de Águas Subterrâneas?	Código
I – 3; I - 4: Claro! I - 6: Primeiro porque tem legendas I - 2: Toda a estrutura, em si, está completa. I - 3: Não nos podemos esquecer que o vídeo está muito bem feito....hoje em dia, tendo em conta os novos modos de aprendizagem, acho que é uma forma diferente e tendo em conta que a música está presente no dia a dia de todas as pessoas, acho que é uma forma diferente de aprender e mais rentável para os alunos. . II – 2: Sim, acho que aprendia com este vídeo. I – 1: Sim. III – 3: Eu acho que está bom. Tentamos colocar lá os conceitos importantes... III – 1: Eu também acho que está muito bom para mostrar nas aulas...e tem legendas por isso é mais fácil acompanhar a letra da canção.	**I1** **I1** **I1**
Questão: O que pensam de terem sido distribuidos em grupos, tendo cada grupo ficado responsável por tarefa no vídeo, após a realização do questionário de inteligências múltiplas?	Código
I - 2: Gostei, acho que é uma forma de dinamizar o trabalho em aula e para envolver mais os alunos nos campos em que se sentem mais confortáveis. I – 6 : E também nos retira a pressão de termos de escolher um dos grupos...foi escolhido de uma maneira indireta, da qual só nos apercebemos no final e muitos de nós nem mudamos de grupo, por isso foi muito bem organizado. I – 2: Gostava só de acrescentar que o facto de termos sido divididos em grupos de forma inconsciente, porque foi respondendo a perguntas que nos fomos inserindo nos grupos, isso ajuda-nos a ter mais motivação para	**J1**

o trabalho, e o resultado final ser naturalmente melhor, pois estamos a fazer algo numa área em que nos sentimos confortáveis. E promovendo, claro que sempre melhorando os nossos pontos mais fracos, mas promovendo os nossos pontos mais fortes, que é o que e Escola deve fazer, ao contrário do modelo tradicional em que a escola a escola molda os alunos em vez de os promover e valorizar... I – 3: ...as individualidades de cada um. II – 2: Sim, muito engraçado. I – 1: Sim, isso é importante. Porque assim toda a gente faz aquilo que gosta e por grupos. III – 2: Foi giro, cada um trabalhou numa área em que se sente mais à vontade.	**J1** **J1**
Questão: Na vossa opinião, acham que esta metodologia vos permitiu aprender mais facilmente sobre este tema, em relação a um ensino mais tradicional?	Código
I -3: Sim, sim...Até porque ja tivemos um exemplo em que matéria que nós falamos no vídeo que fizemos já foi abordada numa avaliação e o facto de, não só a mensagem que é transmitida no vídeo como a pesquisa que tivemos de fazer para o desenvolver permitiu-nos ter mais conhecimentos. I – 5: Sim, foi uma maneira lúdica de aprender, conseguimos uma turma em ano de exame estudar para o exame sem termos a pressão dos exames porque foi uma maneira lúdica de aprender...estava disfarçado. II – 1: Sim, acho que sim. II – 2: Sim, sem dúvida. Assim temos mais interesse. III – 2: Eu aprendi. III – 1: Sim, claro. Foi uma forma mais divertida de aprender...e trabalhamos sempre em grupo, o que é bom.	**K1** **K1** **K1**

Questão: Relativamente a uma metodologia de ensino mais tradicional, consideram que este projeto contribuiu para a vossa sensibilização relativamente à geoética e à importância da exploração sustentada das águas subterrâneas?	Código
I -3: Sim, acho que foi muito importante, porque vivemos num mundo em que nos chega muita informação, mas nós muitas vezes não a conseguimos interpretar... porque não a conhecemos. Nós conseguimos peceber, mais ou menos, o que é Geoética pela composição da palavra, mas no fundo não sabemos em que é que ela se utiliza no nosso dia a dia. E serviu para nós termos mais consciência, mesmo olharmos de forma diferente para o nosso planeta...e não só falar de acordos governamentais e criticar um e criticar outro, e fazer reciclagem só porque dizem que é tudo muito bonito...simplesmente tomar consciência da nossa realidade e do nosso futuro... precavermo-nos e fazermos do nosso mundo um planeta melhor.	**L1**
II – 3: Sim, foi muito importante. II– 1: Fiquei mais sensibilizada.	**L2**
III – 1: Sem dúvida! Eu nunca tinha ouvido falar em geoética e agora tenho consciência da importância para o nosso futuro...quer dizer já no presente.	**L1**
Questão: Gostavam de aprender outros conteúdos programáticos recorrendo à Metologia de Ensino Baseado em Projetos?	**Código**
I -2: Acho que sim, porque como conseguimos ver neste projeto que fizemos, conseguimos aprender de outras formas do que apenas recorrendo ao ensino tradicional, em que tudo é mais metódico e em que todos os alunos aprendem ao mesmo tempo. Aqui somos mais autónomos e depois conseguimos ter um melhor desempenho e um melhor rendimento no nosso trabalho...assim no geral.	**M1**
II – todos: Sim, sim. II- 2: Fugir ao tradicional.	**M1**

III – todos: Sim! III – 2: Sim, é muito melhor assim, mais motivador.	**M1**

Notas: A cada aluno entrevistado foi atribuído um código alfanumérico (exemplo: I-1), garantindo-se assim o seu anonimato. De forma a facilitar a análise das respostas e a contagem de frequências, foi associada uma cor a cada grupo focal de acordo com a legenda seguinte: Grupo focal 1;Grupo focal 2 e Grupo focal 3.

Anexo 11. Transcrição das entrevistas individuais

Agrupamento de Escolas FONTES PEREIRA DE MELO

U.PORTO FACULDADE DE CIÊNCIAS UNIVERSIDADE DO PORTO

Transcrição das entrevistas efetuadas aos docentes do grupo disciplinar de Biologia e Geologia e à diretora da escola

Questão: Após a visualização do audiovisual, consegue identificar a temática apresentada? (Considera que está exposto de forma clara?)	Código
I: Sim, consigo perceber que está relacionada com os temas curriculares que eles já iniciaram no 10º ano e estão a dar este ano no 11º ano, está perfeitamente enquadrado na Biologia e Geologia. Está muito claro, quer através das imagens, quer através das legendas para quem souber inglês, mas através das imagens já é totalmente percetível o tema.	**A1**
II: Sim, são os aquíferos e águas subterrâneas. Sem dúvida, está claro qual é o tema.	**A1**
III: A temática apresentada tem a ver com a sustentabilidade das águas subterrâneas e no fundo também com a geoética subjacente. A preocupação que deve haver com este recurso nas melhores condições para a manutenção da vida sustentável neste planeta. Sem dúvida, está extremamente percetível.	**A1**
IV: Sim, água subterrânea. Sim, está percetível facilmente, quem tiver dificuldade em inglês pode ler as legendas.	**A1**
V: Penso que a temática se relaciona com a proteção dos recursos hídricos e nomeadamente com as águas subterrâneas, ou seja, os aquíferos. Sim, está exposta de forma muito clara.	**A1**
VI: A temática é essencialmente a água. Está exposto de forma clara...tem uma vertente educacional por um lado perceber a escassez e água e a racionalização sobre o que fazer.	**A1**
VII: O desenvolvimento sustentável, o esgotamento de recursos, as alterações climáticas... relativamente ao recurso água.	**A1**
VIII: Sim, vê-se bem os objetivos que se pretende, não é demasiado extensiva a apresentação, é apelativo e transmite de forma sucinta o que se pretende.	**A1**

Questão: Costuma utilizar recursos audiovisiuais nas suas aulas? Se sim, utilizaria este como estratégia educativa nas suas aulas? Em que ano(s) letivo (s) e conteúdo (s) escolar(es)? (esta questão foi apenas formulada aos docentes do grupo 520, incluindo a minha colega estagiária).	Código
II: Sim, utilizo em quase todos os temas. Sim, quando se fala nos recursos renováveis e não renováveis, nomeadamente a água que era classificada como renovável e hoje em dia já é classificada como não renovável, portanto como introdução ao tema ou como finalização de tema.	**B2**
III: Os meios audiovisuais são uma ferramenta essencial, não só para a passagem de informação mas também motivar os alunos para qualquer tipo de temática. Seria giríssimo, acho muito interessante, gostei imenso. No 8º ano em que fala na sustentabilidade de recursos e no 11º ano em um dos temas é os aquíferos e com a sustentabilidade de recursos. São dois anos em que a temática está bastante em voga, seria bastante interessante a sua utilização.	**B1**
IV: Sim. Não recursos feitos pelos alunos mas audiovisuais já feitos. Evidentemente no 11º ano e 8º ano, onde se abordam estes temas.	**B1**
V: Sim, muitas vezes. Sim, como introdução a uma temática. Está muito bem construído. Para além do 11º ano, na disciplina de Biologia e Geologia, última parte da gestão sustentável dos recursos, e no 8º ano, em Ciências Naturais, na parte gestão dos recursos naturais.	**B1**
VI:Pode ser usado no 8º ano. O problema é que tem de ser traduzido.Pelo menos as turmas que tenho necessitariam de ajuda.	**B2**
VII: Sim, utilizo. No 8º ano na parte que é trabalhada sobre o ambiente mas também no secundário, 10º e 11º ano.	**B1**
VIII: Sim...utilizaria no 8º ano.	**B2**
Questão: Que importância atribui à participação dos alunos em projetos que extravasam os currículos definidos? Que vantagens / desvantagens poderão ter nos diferentes elementos da comunidade educativa, nomeadamente, professores e alunos?	Código
I – Tem muita vantagem porque nos aproxima do mundo real. E quer sejam os professores a dinamizar, quer seja por vontade dos alunos, é muito bom. Se for por iniciativa dos alunos ainda melhor porque eles percebem que tem de fazer algumas coisas por algumas causas.	**C1**

II: Sim, sem dúvida. A escola é só para fornecer mais ferramentas para os alunos poderem no futuro interagirem e atuarem nesses projetos e como cidadãos responsáveis. Vejo vantagens para os alunos e alguns constrangimentos no sentido do tempo, extensão de programas e conteúdos. Dificuldade muitas vezes no 10º ano porque há uma transição grande entre o básico e o secundário e acho que a escola não está estruturada de forma a que se possa aderir, o currículo do secundário não está estruturado de forma a que se possa aderir porque depois exigem que os alunos em exame nacional cumpram com determinadas funções e isso não é assim muito compatível na minha maneira de ver.	**C3**
III: Eu acho que estes projetos são espetaculares. Isto pode ser perfeitamente adequado à passagem de informação, ao aprimorar o conhecimento e mais uma vez uma forma diferente de motivação. Este tipo de iniciativas são um colmatar, não está para além mas enriquece. Não vejo desvantagens neste tipo de projetos, tudo o que possa enriquecer o conhecimento escolar é de louvar.	**C1**
IV: A grande vantagem é que permite aos alunos desenvolverem as suas potencialidades, em vez de estarem a ser avaliados por um teste ou estudarem um livro, permite-lhes descobrir competências e interesses que eles nem sabiam que tinham...estou a ver no audiovisual um aluno meu em tempos idos, um aluno difícil e estava super interessado e a participar. Algo deste género é extremamente útil. As desvantagens é que estes projetos podem demorar muito tempo e se forem anos de exame, os alunos às vezes estão tão focados que qualquer coisa que os tire daí pode ser criticado, eu já vivi isso. Essa é a desvantagem mas de resto só vejo vantagens. As vantagens para o professor é claro que é muito mais interessante fazer coisas em que os alunos estejam cativados e motivados a fazer coisas diferentes e não numa aula como todas as outras. As desantagens é que nós estamos a ver um vídeo de 3 minutos mas isto demora muito mais tempo a ser feito. Isto vale pelo envolvimento dos alunos, pelo desenvolvimento destas competências, de audiovisual por exemplo. Hoje em dia é extremamente importante...não basta demonstrar que se sabe nos testes mas é preciso saber projetar esses conhecimentos para os outros. Podemos criticar que o tempo dispendido para fazer um vídeo destes podia ser usado para estudar muitas outras temáticas...mas fazendo o balanço, isto são conhecimentos significativos, os alunos nunca mais se esquecem disto para a vida...enquanto que podem estudar para um teste e no ano seguinte já se esqueceram...isto fica.	**C3**
V: Sim. Em primeiro lugar, será o momento em que eles fora da sala de aula podem desenvolver outras capacidades e competências. Através de	**C2**

projetos, acabam por procurar de forma diferenciada, ao seu próprio ritmo, conhecimento, e depois tentar aplicá-la a uma nova situação, neste caso um vídeo...penso que será uma forma de procurarem ter uma aprendizagem mais significativa...eles procuram informação, são críticos na pesquisa e escolha criteriosa de informação que vão utilizar no produto que estão a construir. Não vejo desvantagem mas por vezes a forma como o currículo está organizado e o facto de muitas vezes não haver tempo nem oportunidade...também não se pode dizer que seja só uma questão de tempo mas também passa por os professores organizarem as suas aulas de forma diferente.	
VI: mportante porque eles sentem-se mais participativos, tornam-se mais responsáveis relativamente à temática que estamos a tratar, e tendo em conta que é o ambiente, é benéfico para eles, a nível do futuro...e podem em casa começar tentar mudar alguns comportamentos. Desvantagens...não...às vezes é difícil porque eles são muitos alunos e termos sempre alguns menos interessados...embora projetos e trabalhos de grupo normalmente eles gostam. De qualquer das maneiras é um grupo mais vasto e com falta de competências para concluir o projeto...às vezes eles não têm assim tantas competências a nível digital como nós poderíamos pensar.	**C2**
VII: Muita, acho que eles aprendem muito mais do que com o currículo só. Permite o desenvolvimento de competências essenciais que com a aula em si só, a transmissão de conteúdos não é suficiente. Não há desvantagens, exige da parte do professor uma maior abertura, aceitar as diferenças, mas o resultado final é mais gratificante.	**C1**
VIII: Alunos de secundário acho que têm toda a vantagem em participar nestes projetos. Porque tem de se formar uma mentalidade que é diferente do fixar e decorar...tem de se relacionar e usar a interdisciplinaridade, etc...Em miúdos mais pequenos acho mais complicado por causa do desenvolvimento etário...será mais difícil.	**C2**

Notas: A cada docente entrevistado foi atribuído um número (numeração romana, exemplo I), garantindo o seu anonimato. De forma a agilizar a análise das respostas e a contagem de frequências, foi associada uma cor a cada entrevistado: I, II, III, IV, V, VI, VII e VIII.