



Lisbon School
of Economics
& Management
Universidade de Lisboa

MESTRADO EM
ECONOMIA E GESTÃO DE CIÊNCIA,
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

TRABALHO FINAL DE MESTRADO
DISSERTAÇÃO

A ESCOLA, O AQUÍFERO E A CIÊNCIA CIDADÃ.
PROCESSO E IMPACTO DA CIÊNCIA CIDADÃ NO
PROJETO *EGROUNDWATER*

JOSUÉ RUBEN NUNES BARÃO

ORIENTAÇÃO:

SOFIA ISABEL COELHO BENTO

OUTUBRO – 2022

**A Escola, o Aquífero e a Ciência Cidadã – Processo e impacto da Ciência
Cidadã no projeto *eGroundwater***

Josué Ruben Nunes Barão

Orientação: Sofia Isabel Coelho Bento

Resumo

A ciência cidadã consiste numa forma de investigação que inclui cidadãos/ãs não investigadores/as no processo científico, procurando facilitar de forma inovadora o diálogo da ciência com a sociedade. A presente dissertação interroga-se acerca deste paradigma que reflete a transformação da relação entre ciência-sociedade, e que coloca desafios tanto no processo como nos resultados obtidos (a capacidade dos vários atores participantes, o nível de colaboração e de intervenção no processo e a qualidade e a natureza dos resultados alcançados).

Para compreender como funciona a ciência cidadã, a tese usa o método de estudo de caso. O caso analisado corresponde a um projeto internacional em curso- o projeto *eGroundwater*- que aplica a ciência cidadã em contexto escolar no âmbito do problema da degradação dos aquíferos, em particular do aquífero de Campina-Faro (Algarve). Apoiando-se, em parte, em Capdevilla *et al.*, (2020) e Kieslinger *et al.* (2018), o trabalho levanta as seguintes questões: (1) quais as entidades e os atores participantes que integram este projeto de ciência cidadã no contexto escolar, e que atributos os/as caracterizam? (2) quais os processos postos em prática na implementação de projetos de Ciência Cidadã nas escolas? e (3) que impactos se podem esperar de projetos de ciência cidadã com escolas?

O trabalho é amplamente exploratório e qualitativo pois usa a observação etnográfica e entrevistas realizadas a professores participantes no projeto. Cruzando os vários registos sobre este estudo de caso, observou-se que a operacionalização de um projeto de Ciência Cidadã depende da conjugação de processos, como o treino e a comunicação entre partes, como também da natureza dos atributos dos atores e entidades integrantes e do seu desenvolvimento. Finalmente, depreende-se que é possível criar conhecimento científico a partir da cooperação entre universidades e escolas, empoderando professores na sua atividade letiva, estimulando a reflexão dos estudantes para a cidadania, e expandindo o acesso dos investigadores a novos dados.

Palavras-chave: Ciência Cidadã; Governança; Educação; Sustentabilidade; Aquífero.

**A Escola, o Aquífero e a Ciência Cidadã – Processo e impacto da Ciência
Cidadã no projeto *eGroundwater***

Josué Ruben Nunes Barão

Orientação: Sofia Isabel Coelho Bento

Abstract

Citizen science is a form of research that includes citizens in the scientific process, seeking to facilitate the dialogue between science and society in an innovative way. This dissertation questions this paradigm that reflect the transformation of the relationship between science and society, and that poses challenges both in the process and in the results obtained (the capacity of the various participating actors, the level of collaboration and intervention in the process and the quality and nature of the results achieved).

To understand how citizen science works, the thesis uses the case study method. The analysed case corresponds to an ongoing international project - the *eGroundwater* project - which applies citizen science in a school context within the scope of the problem of aquifer degradation, in particular the Campina-Faro aquifer (Algarve). Relying, in part, on Capdevilla *et al.*, (2020) and Kieslinger *et al.* (2018), the work raises the following questions: (1) which entities and participating actors are part of this citizen science project in a school context, and what attributes characterize them? (2) what are the processes put into practice in the implementation of Citizen Science projects in schools? and (3) what impacts can be expected from citizen science projects with schools?

The work is largely exploratory and qualitative as it uses ethnographic observation and interviews with teachers participating in the project. Crossing the various records on this case study, it was observed that the implementation of a Citizen Science project depends on the combination of processes, such as training and communication between parties, as well as on the nature of the attributes of the actors and constituent entities and their development. Finally, it appears that it is possible to create scientific knowledge from cooperation between universities and schools, empowering teachers in their teaching activity, stimulating students' reflection on citizenship, and expanding researchers' access to new data.

Keywords: Citizen Science; Governance; Education; Sustainability; Aquifer.

Agradecimentos

Primeiramente, quero agradecer à minha filha, por todo o amor que me inspira, e por me fazer acreditar que, independentemente da turbulência do presente, os cidadãos do futuro podem trazer um outro amanhecer. À minha mãe, por todo o amor e apoio incondicionais, que sem eles, era difícil ser discente neste Mestrado. Um abraço pleno de amor e estima, a toda a minha família que me apoiou e torceu por mim ao longo desta etapa.

Quero agradecer a toda a equipa do projeto *eGroundwater*, pelo apoio, suporte e por me terem acolhido. Um especial agradecimento à Professora Sofia Bento, pela orientação, pelos conselhos, pelo entusiasmo pela investigação que me incitou e pelo gosto renovado pelo conhecimento e pela descoberta que me inspirou.

Quero igualmente agradecer a todos os meus Professores no ISEG, por todo o conhecimento que me transmitiram e pelo crescimento a vários níveis que me proporcionaram. Um abraço fraterno a todos os meus colegas e companheiros de percurso, e um agradecimento pela boa disposição em noites longas de estudo e trabalho, e pelo companheirismo que partilhámos entre nós. As mais calorosas saudações *iseguianas* para todos.

Um abraço forte aos meus amigos, que independentemente das vezes que disse “não” aos vários convites, nunca me deixaram de convidar, nem de estar cá para mim, lembrando-me todos os dias um facto, que sempre soube ser verdade, é impossível ter melhores amigos.

I don't believe it's possible to be neutral. The world is already moving in certain directions, and to be neutral, to be passive in a situation like that, is to collaborate with whatever is going on. And I, as a teacher, do not want to be a collaborator with whatever is happening in the world. I want myself, as a teacher, and I want you, as students, to intercede with whatever is happening in the world.

Howard Zinn (1922-2010)

Glossário de Siglas

COVID-19 - *Coronavirus Disease 2019*

ECSA – *European Citizen Science Association*

FC-UL – Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

FCSH-UNL – Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa

FCT-UNL – Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

GA – *Grant Agreement*

ICS-UL – Instituto de Ciências Sociais da Universidade de Lisboa

ICT - *Information and Communications Technology*

IIAMA - *Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente*

ISCTE – Instituto Superior das Ciências do Trabalho e da Empresa

ISEG – Instituto Superior de Economia e Gestão

STEM – *Science, Technology, Engineering and Mathematics*

UC – Universidade de Coimbra

Índice

1. INTRODUÇÃO	3
1.1. A contextualização do problema de investigação	3
1.2. Os objetivos e questões de investigação.....	4
1.3. A organização do trabalho.....	6
2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO	6
2.1. Contextualizar a Ciência Cidadã.....	6
2.1.1. A conceptualização da Ciência Cidadã	6
2.1.2. A Ciência Cidadã em Portugal	9
2.1.3. A democratização da Ciência e a Governança	10
2.2. A Ciência cidadã e os recursos hídricos	12
2.3. A Ciência Cidadã nas Escolas	16
2.4. O planeamento e medição de impacto de um projeto de Ciência Cidadã	18
2.4.1. O planeamento dos projetos de Ciência Cidadã.....	18
2.4.2. A avaliação de impacto de um projeto de Ciência Cidadã	19
3. METODOLOGIA	20
3.1. A metodologia de estudo de caso	20
3.2. Os instrumentos de recolha de dados.....	22
3.2.1. As observações	22
3.2.2. As entrevistas.....	23
4. RESULTADOS	24
4.1. A apresentação do caso.....	24
4.1.1. As atividades e sessões observadas no contexto do programa “À descoberta do aquífero”	25
4.2. A apresentação dos dados recolhidos	27
4.2.1. Os atributos dos atores e das entidades e sua influência num projeto de Ciência Cidadã num contexto escolar	27
4.2.2. Os processos num projeto de Ciência Cidadã em meio escolar	30
4.2.3. Qual o impacto de um projeto de Ciência Cidadã no meio escolar, no que toca à governança de águas subterrâneas	31
5. CONCLUSÕES.....	34
5.1. Conclusões	34
5.2. Sugestões de investigações futuros	36
BIBLIOGRAFIA.....	38
ANEXOS.....	45

ANEXO I - Brochura do Programa “À Descoberta do Aquífero”	45
ANEXO II - Tabela 1 – Listagem das entrevistas e dos entrevistados	52
ANEXO III - Guião das entrevistas	52
ANEXO IV - Tabela 2 – Listagem de sessões observadas	54
ANEXO V - Tabela 3 – Descrição das atividades que decorreram nas sessões observadas...	55
ANEXO VI - Representação gráfica de algumas das atividades	57

1. INTRODUÇÃO

1.1. A contextualização do problema de investigação

A Ciência e a Tecnologia nem sempre foram integradas nas análises sociológicas, no entanto, com a complexificação da sociedade atual, é impossível as separar da mesma (Bauchspies, *et al.* 2006). Estas duas forças ajudam a estruturar a sociedade moderna e, por conseguinte, esta triangulação, cada vez mais complexa, entre o Homem, a Ciência e a Tecnologia são uma preocupação da sociedade contemporânea (Irwin, 1995).

A questão da Ciência Cidadã surge no contexto da complexificação da relação entre a Sociedade e a Ciência e de como esta se interliga com os desafios do nosso tempo, sejam eles desafios ambientais, ou ecológicos, de saúde pública, ou de quaisquer outras ordens. A Ciência Cidadã, como notam Vohland *et al.* (2018), não é apenas um meio em que os cidadãos participam na criação do conhecimento científico, é também uma forma de aproximar a sociedade à Ciência. Os mesmos autores referem que a Ciência Cidadã representa também, um esforço conjunto, entre a comunidade científica e cidadãos, que pode desenvolver áreas científicas, mas também trazer novas evidências, promover um ativismo social renovado¹, estimular inovações sociais e melhorar a formulação de políticas públicas, sendo que este esforço possa ir ao encontro, não só das expectativas das populações, mas, igualmente, da elaboração de soluções construídas de forma colaborativa, participada e democrática para os desafios atuais e vindouros.

Todo este potencial, como referem Heiss *et al.* (2021), fez com que a Ciência Cidadã se aproximasse das escolas e das comunidades que as integram. Por conseguinte, urge compreender como são aplicados os projetos de Ciência Cidadã nas escolas, como se articulam os atores presentes nestas comunidades escolares com as equipas que desenvolvem os projetos, e que impactos podemos verificar aquando da implementação de projetos do género nos meios escolares.

É concretamente neste tópico que o presente trabalho visa dar o seu contributo. A dissertação, enquadrada no contexto do Mestrado em Economia e Gestão da Ciência,

¹ Na medida em que privilegia o contacto do cidadão com informações ligadas aos fenómenos e problemáticas do seu quotidiano.

Tecnologia e Inovação do Instituto Superior de Economia e Gestão da Universidade de Lisboa, procurará, por um lado, encontrar evidências de como se articulam os diversos atores e processos nos projetos de Ciência Cidadã em meio escolar, como por outro lado procurará abrir uma reflexão e análise dos impactos da abordagem da Ciência Cidadã.

1.2. Os objetivos e questões de investigação

Assim, este documento irá procurar compreender diversos aspetos ligados à implementação de um projeto de Ciência Cidadã em meio escolar, e analisar resultados que podem advir desse mesmo processo. O trabalho centrar-se num projeto de investigação concreto, denominado *eGroundwater*, financiado pelo programa H2020, que tem como principal foco a sustentabilidade do aquífero² da Campina de Faro. Neste projeto europeu, a Ciência Cidadã estará também presente no trabalho com a comunidade escolar, mais precisamente, nos agrupamentos escolares de Montenegro, Almancil e Pinheiro Rosa. Para que possamos compreender este processo, recorreremos à metodologia de estudo de caso, tal como Robert Yin (2009) preconiza. O caso do projeto *eGroundwater* foi analisado na sua vertente da Ciência Cidadã aplicada nas escolas. Observámos várias sessões realizadas no âmbito do projeto de Ciência Cidadã, como também participámos em algumas das sessões. Realizámos entrevistas junto de docentes destes agrupamentos escolares, que participaram com as suas turmas, no processo de monitorização do aquífero.

A nossas primeiras questões de investigação inspiram-se no modelo de Capdevilla *et al.* (2020) que modeliza os fatores explicativos de sucesso num projeto de Ciência Cidadã na área dos recursos hídricos. Falamos em inspiração, porque não aplicámos integralmente o modelo dos autores, mas antes usámos determinadas categorias de análise para abordar o nosso caso. Este modelo identifica três conjuntos de elementos que influenciam os projetos de Ciência Cidadã. O primeiro são os atributos dos cidadãos que se envolvem neste tipo de projeto, O segundo são os atributos das instituições e organizações que participam em atividades de Ciência Cidadã, e por último, os processos

² Um aquífero é um corpo de água subterrânea, importante do ponto de vista da natureza e da população. Na perspetiva da natureza porque ajuda a compor diversos processos geológicos. Na perspetiva humana porque sacia um conjunto de necessidades da população, complementa outras fontes de água (em caso de seca, por exemplo), mas também no âmbito de diversos aspetos da atividade económica (Custódio, 2002).

e mecanismos que interligam estes cidadãos e organizações. Posto isto, colocamos as primeiras duas questões de investigação desta dissertação:

Q1 – Qual é a influência nos projetos de Ciência Cidadã, dos atributos dos atores e das entidades que neles participam?

Q2 – Que processos podemos encontrar em projetos de Ciência Cidadã e como é que interligam os diferentes atores e entidades que integram os mesmos?

Porque é importante analisar o impacto da implementação do projeto *eGroundwater*, recorremos ao trabalho de Kieslinger *et.al.* (2018), que considera o impacto de ordem científica, a nível da participação, mas também no que toca à dimensão socioeconómica e ecológica. Esta conjugação de diferentes níveis de impacto irá ser canalizada para compreender, de forma exploratória, se este mesmo impacto, tanto nos atores do meio escolar, como no respeitante à governança das águas subterrâneas do aquífero da Campina de Faro, é percecionado e visível para os atores.

Para compreender este impacto, recorreremos à perceção de professores participantes. A perspetiva destes professores é extremamente importante. Em primeiro lugar, porque se relacionam diretamente com os promotores do projeto, sendo os principais interlocutores das escolas, logo têm uma visão clara dos processos que ligam as diferentes entidades participantes, mas também de muitas das características dos atores e entidades neste contexto. Em segundo, convivem de perto com os estudantes participantes, com o próprio projeto e suas atividades, e neste sentido são a ponte entre o mesmo, a instituição e os alunos, logo, a sua perspetiva ajuda a compreender o impacto que o projeto pode ter em vários âmbitos.

Porém, tendo em conta que o projeto *eGroundwater* e o programa “À descoberta do aquífero” ainda se encontram a decorrer, a apreciação do impacto será provisória, exploratória e esperada. Assim sendo, coloca-se a terceira questão de investigação:

Q3 – Que impacto podemos notar, aquando da implementação de um projeto de Ciência Cidadã no meio escolar, no que toca à governança de águas subterrâneas?

1.3. A organização do trabalho

Esta dissertação seguirá a seguinte ordem. Numa primeira parte procurará integrar o leitor na problemática que norteia o trabalho, e introduzir o mesmo nos objetivos e nas questões de investigação. A segunda parte do trabalho é composta pelo enquadramento teórico onde procuraremos desenvolver conceitos ligados à Ciência Cidadã, à democratização da ciência, à Ciência Cidadã para os recursos hídricos e em contexto escolar, à medição de impactos de processos de Ciência Cidadã. A terceira parte do trabalho expõe a metodologia usada nesta dissertação. Na quarta parte discutiremos os resultados a que esta dissertação chegou. Na quinta e última parte são apresentadas as conclusões, limitações e algumas sugestões de estudos futuros.

2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

2.1. Contextualizar a Ciência Cidadã

No campo da contextualização da Ciência Cidadã, este subcapítulo pretende integrar o leitor numa conceptualização em relação à temática. Depois mapeará a Ciência Cidadã no contexto europeu e nacional. Por último irá clarificar o tema da democratização da Ciência e qual é o papel da Ciência Cidadã no seu âmbito.

2.1.1. A conceptualização da Ciência Cidadã

O conceito de Ciência Cidadã encontra-se cada vez mais presente na agenda das políticas de ciência e tecnologia (Strasser *et al.* 2019). O seu reconhecimento começou por encontrar espaço no mundo ocidental, mais exatamente, na América do Norte e na Europa, mas tem vindo a globalizar-se (Strasser *et al.* 2019). Este reconhecimento, por sua vez, também encontra maior reflexo, enquanto metodologia de investigação, mas também enquanto objeto de estudo da própria atividade científica (Dosemagen & Parker, 2019).

Vohland *et al.* (2001) definem a Ciência Cidadã enquanto o envolvimento ativo do público em tarefas relacionadas com a investigação científica, uma prática que pressupõe a criação de conhecimento fruto dessa colaboração entre investigadores e cidadãos.

Para a ECSA³ a Ciência Cidadã é uma designação que abrange diversas práticas que traduzem o envolvimento do público na atividade científica, respeitando dois critérios. O primeiro critério prende-se com o facto de os cidadãos estarem efetivamente envolvidos com os investigadores na procura do saber científico. Quanto ao segundo critério, este descreve que a colaboração deve resultar na constituição de novos conhecimentos, ou na ação de conservação (ou de intervenção na temática em foco), e/ou que resulte na modificação das políticas vigentes. Se a Ciência Cidadã abre um espaço de investigação conjunta, quer dizer que existe um campo de coprodução de conhecimento. Este modelo colaborativo engloba todo o tipo de *stakeholders*, como cidadãos anónimos, fornecedores de serviços, ou até agentes políticos e associações. A coprodução é importante no sentido de melhorar a qualidade do trabalho do investigador, a desenvolver, potenciar a sua influência nas políticas que impactam o tema e a agilizar a sua prática (Redman *et al.* 2021).

A ECSA (2015) lista dez princípios que apresenta como norteadores dos projetos de Ciência Cidadã. Os projetos de Ciência Cidadã envolvem ativamente os cidadãos nas atividades científicas, o que gera novo conhecimento e compreensão. Devem produzir genuínos resultados científicos. Tanto os cientistas, como os cidadãos cientistas, devem beneficiar da sua participação nos projetos de Ciência Cidadã. Os cidadãos cientistas devem, caso queiram, participar em várias etapas do processo científico. Os cidadãos cientistas têm de receber *feedback* acerca do desenvolvimento do projeto. A Ciência Cidadã é um modo de abordagem à investigação como qualquer outro, com limitações e enviesamentos que devem ser considerados e controlados. Os dados resultantes de projetos de Ciência Cidadã são tornados públicos e, sempre que possível, publicados em formato de acesso livre. O contributo dos cidadãos cientistas tem de ser reconhecido nos resultados dos projetos e na sua publicação. Os projetos de Ciência Cidadã são avaliados pelos seus resultados científicos, qualidade dos dados, experiência para os participantes e abrangência dos impactos sociais e políticos. Os responsáveis de projetos de Ciência Cidadã devem salvaguardar as questões legais e éticas relativas ao *copyright*, propriedade intelectual, acordos sobre partilha de dados, confidencialidade, e impacto ambiental de qualquer atividade. A ECSA refere que a Ciência Cidadã deve ser encarada como uma

³ Ver *European Citizen Science Association* - <https://ecsa.citizen-science.net/>

prática flexível e adaptável. Neste sentido, sublinha que os princípios devem ser lidos enquanto sugestão de boas práticas, ou de guia para quem leva a cabo este tipo de projeto.

Embora o termo “Ciência Cidadã” seja relativamente recente, tendo sido popularizado por Alan Irwin e Rick Bonney na década de 90 (Vohland, 2001), a sua prática já é bastante antiga. Vejam-se projetos como o *The Smithsonian Weather Project* (1848 - 1870), que baseados na observação por cidadãos e cientistas em larga escala no território norte-americano, contribuiu para a construção de paradigmas meteorológicos. Também, o *The Christmas Bird Count*, iniciado em 1900 e ainda hoje em funcionamento, que foca a observação de aves no território norte americano, com vista à sua preservação, e precisamente disso exemplo (Wynn, 2017). Globalmente, a Ciência Cidadã abrange pessoas de todas as idades, de jovens estudantes a cidadãos seniores, e caracteriza-se por ser aberta a todos os que se interessam pela Ciência e pelos diversos objetos de estudo científico por ela investigados (Louv & Fitzpatrick, 2012). Todavia, Eitzel *et al.* (2017) referem que, o sentido do termo “Ciência Cidadã” não é inequívoco, nem único. Estes autores notam que existem duas vias dominantes acerca da tónica dada à própria designação de “Ciência Cidadã”. Uma primeira enfatiza o carácter democrático da Ciência Cidadã⁴, no sentido da responsabilidade que a Ciência tem para com a sociedade e de tentar absorver os seus contributos. Uma outra é mais apropriada para sublinhar o carácter interventivo no processo científico por parte dos cidadãos⁵, ou seja, o contributo que o público pode dar no sentido do enriquecimento da Ciência.

Embora a sua prática seja cada vez mais comum, é relevante notar que a Ciência Cidadã requer a adoção do método científico, e, por conseguinte, não nega, nem ignora os procedimentos metódicos e organizados da investigação, fomentada através da formação e experiência dos investigadores (Lepczyk *et al.*, 2020). Como notam Quinlivan *et al.* (2019), o papel que os cidadãos podem assumir no campo dos projetos de investigação científica, pela via da Ciência Cidadã, é de uma natureza complementar e auxiliar, não assumindo obrigatoriamente tarefas de coordenação, condução e execução próprio do processo científico. Estas atribuições cabem sempre aos investigadores que

⁴ *Ciência Cidadã democrática*, refere-se ao facto de que a Ciência deve em certa medida responder aos desafios que a Sociedade lhe coloca, e daí o dever de absorver alguns dos contributos que os cidadãos lhe podem dar.

⁵ *Ciência Cidadã participativa*, que enfatiza os contributos que os cidadãos podem dar ao processo de construção de conhecimento científico.

estão integrados em cada projeto. As classificações de Bonney *et al.* (2009) sobre o grau de intervenção dos cidadãos nesta abordagem são eficazes na distinção de vários níveis possíveis. A intervenção pode ser contributiva, em que os cidadãos contribuem primariamente na obtenção de dados, podendo esporadicamente participar na análise dos mesmos e na disseminação dos resultados. Pode ser uma participação colaborativa, na medida em que coletam informação, filtram-na, analisam amostras, e por vezes participam no planeamento do estudo, na interpretação dos dados, no esboço de conclusões e na disseminação dos resultados. Por último essa participação pode ser de cocriação, em que os cidadãos estão envolvidos em todas as fases do projeto, contribuindo ativamente na elaboração das questões que fundamentam o mesmo, na captação de informação, desenvolvendo as hipóteses a testar, discutindo os resultados e na tentativa de resposta a novas questões de investigação⁶.

2.1.2. A Ciência Cidadã em Portugal

No contexto de políticas públicas europeias, a Ciência Cidadã encontra o seu espaço como ferramenta indicada para o fortalecimento das democracias e o desenvolvimento da investigação científica. O *Green Paper on Citizen Science* (Gordienko, 2013) reflete sobre alinhamento da Ciência Cidadã com outras áreas prioritárias da Comissão Europeia, como a agenda digital europeia, a inovação no quadro europeu, a promoção da aprendizagem jovem fora do contexto tradicional da sala de aula, as políticas industriais num contexto de globalização, na agenda para o desenvolvimento de competências e empregabilidade, e numa plataforma europeia no combate à pobreza e exclusão social. Neste sentido, para a materialização de uma “cooperação eficaz entre a ciência e a sociedade” foram disponibilizados cerca de 462 milhões de euros no quadro do Horizonte 2020 (Comissão Europeia, 2014), e mais recentemente no quadro do Horizonte Europa, para o período entre 2021 – 2027, também há um investimento de 440

⁶Como exemplos de projetos elaborados por cocriação, ver projetos como “*Making Sense*” que monitoriza fenómenos de poluição sonora e do ar em Amesterdão, Barcelona e Pristina; “*The Alberta Furbearer Project*”, que trabalha no sentido de conservar o habitat e as populações de glutões (*wolverines*) na região de Alberta no Canadá (Gunnel et al., 2021)

milhões de euros para o reforço do sistema de inovação e investigação onde também se encontra a Ciência Cidadã⁷.

Em Portugal, notamos um movimento de interesse e crescimento sobre a Ciência Cidadã. A “*Rede Portuguesa de Ciência Cidadã*”⁸ serve de plataforma de diversos agentes que promovem projetos neste campo, sendo um organismo informal que facilita a troca de ideias e experiências neste âmbito, juntando diversas faculdades e centros de investigação como, por exemplo, a Ciência Viva (Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica), a FC-UL, a FCT-UNL, o ISCTE, a FCSH-UNL, ICS-UL e a UC. A ECSA constitui de igual modo uma rede de partilha de boas práticas, resultados, dinâmicas e experiências de projetos de Ciência Cidadã, mas neste caso em contexto europeu.

Portanto, observamos uma evolução e robustez progressiva da institucionalização da Ciência Cidadã em contexto nacional e europeu. Mas ao contrário do que se verifica do ponto de vista formal, no caso europeu, da parte das autoridades públicas portuguesas, ainda não encontramos grandes iniciativas e instrumentos de política pública, no sentido de promover a Ciência Cidadã.

2.1.3. A democratização da Ciência e a Governança

Segundo Whithead (2002), a democratização, no sentido mais generalista, é um processo extremamente complexo, tem uma natureza dinâmica de longo prazo e desenvolve-se de forma aberta. A democratização consiste no caminho trilhado para um enquadramento mais baseado em regras, mais consensual e participado do modo como se faz política e de como o poder político é exercido.

A democratização da ciência também partilha alguns dos mesmos princípios de aumento da participação. Como refere Kurtulmus (2021), liga-se ao sentido político do conceito, na medida em que existe uma preocupação em fortalecer o controlo democrático e tornar o debate acerca do rumo da Ciência mais alargado. O mesmo autor acrescenta, que pela via da democratização da Ciência, é promovido um aumento da influência do

⁷ <https://research-and-innovation.ec.europa.eu/system/files/2022-06/rtd-2021-00013-03-00-pt-tra-01.pdf>

⁸ <https://www.cienciacidade.pt/148/Rede-Portuguesa-de-Ciencia-Cidada-%7C-CC-pt>

público no contexto científico, mas também possibilita a que os cidadãos consigam compreender melhor os seus interesses e que a instrumentos podem recorrer para os proteger. Lascoumes (2002) nota que a partilha de peritagem e conhecimento é crucial para integrar o cidadão no processo científico. Neste sentido existe um esforço de coletivizar a peritagem e o conhecimento, tentando encurtar as distâncias entre as comunidades científicas e populares, ou como Domènech (2017) define, “basear a democracia na peritagem”, como uma das fontes de democratização do conhecimento e da Ciência em si. Krick (2021) refere que este aumento da peritagem do cidadão assenta em dois princípios, o democrático e o epistemológico. O democrático, que já foi atrás descrito, é o processo de envolvimento do cidadão na Ciência, pela via da participação. O princípio epistemológico define que através de um processo científico mais alargado, contendo maior número de contributos, e ser elaborado com base em diferentes perspetivas, obtém-se resultados científicos mais robustos, traduzindo-se em melhores suportes à decisão por parte dos gestores públicos, mas também de facilitar a construção de políticas públicas otimizadas.

Conceito distinto é o da governança. Fukuyama (2013) descreve-a como sendo a habilidade de um governo em criar políticas, impô-las, e de providenciar serviços, independentemente desse governo ser democrático ou não. Levi-Faur (2012), expandindo o termo, retrata a governança como a agenda interdisciplinar assente na ordem, desordem, eficiência e legitimação, num contexto de modos de controlo híbridos que permitem a condução de políticas e da vida comunitária dentro do Estado, pelo Estado, sem o Estado e para além do Estado.

A Ciência Cidadã pode ser um instrumento que fortalece o processo de democratização pela via da própria democratização da ciência. Recorrendo ao estudo de caso do projeto *DITO*⁹, Göbel (2019) refere que a Ciência Cidadã impacta a governança por quatro vias diferentes. Por um lado, gera informação que pode otimizar a formulação de políticas públicas, podendo suportar políticas de investigação científica, enquanto um instrumento de comunicação de ciência a outras camadas da população. A Ciência Cidadã pode se constituir como o instrumento da própria política, no sentido em que pode

⁹ Göbel, C., Nold, C., Berditchevskaia, A., & Haklay, M. (2019). How Does Citizen Science" Do" Governance? Reflections from the DITOs Project. *Citizen Science: Theory and Practice*, 4(1), 1-5.

coadjuvar o avanço de determinadas agendas no campo da ciência e tecnologia. Por último, pode também ser uma via de governança técnico-social, ou seja, um espaço de intervenção direta, sem domínio concreto do Estado, por parte de todo o tipo de público, *stakeholders* e outros atores do campo científico e tecnológico.

Wyeth *et al.* (2019) estudaram diversos casos de projetos de Ciência Cidadã nos EUA com impacto na governança na área do ambiente¹⁰. Os mesmos autores observaram dados gerados por esses projetos que coadjuvaram a elaboração de mais regulamentação no contexto hídrico¹¹, ou até tendo em vista a busca de soluções ligadas a outros problemas ambientais¹², levando a uma postura mais pró-ativa das autoridades competentes. Portanto, é possível verificar-se potencial de influência da governança, por parte deste tipo de projeto científico. Couvet e Prevot (2015) distinguiram duas vertentes distintas dos sistemas de informação e bases de dados geradas no contexto deste tipo de projeto: os sistemas consultivos de espectro nacional, que pela via da informação agregada, influenciam órgãos de governação a essa escala também; e os sistemas ou plataformas transformativas, que por norma, são mais focadas em fenómenos como os ambientais, por exemplo, mais localizados e, por conseguinte, conseguem ter mais influência na regulação e na atividade de gestão pública dos órgãos locais.

2.2. A Ciência cidadã e os recursos hídricos

Este subcapítulo aborda a questão da Ciência Cidadã aplicada a recursos hídricos, e nesta área tem-se assistido igualmente à multiplicação dos projetos de Ciência Cidadã¹³. Têm sido desenvolvidos diversos estudos com incidência para monitorização da qualidade da água. São aplicados em rios, e em lagos ou aquíferos. Atentam a parâmetros químicos, físicos e biológicos (Kirschke *et al.* 2022).

¹⁰ Dentro da diversidade de projetos, alguns debruçam-se sobre as alterações de comportamento de certas espécies animais, ou a introdução de espécies invasivas em ecossistemas. Consulta acessível em <https://dnr.wisconsin.gov/topic/WildlifeHabitat/citizenMonitoring>

¹¹ Como foi o caso do *Clear Water Act* (<https://www.boem.gov/environment/environmental-assessment/clean-water-act-cwa>)

¹² O *Clear Air Act* (<https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants/naaqs-table>)

¹³ Ver exemplos em Assumpção *et al.* (2019) e o projeto SCENT (*Smart Toolbox for Engaging Citizens into a People-Centric Observation Web*); em Yat-Fan Ho *et al.* (2020) e o *Freshwater Watch/ HSBC Water Programme*; Jollymore *et al.* (2017) e o projeto “*Waterlogged*”; em Albus *et al.* (2020) e o projeto *Texas Stream Team (TST)*; ou em Quinvilan *et al.* (2020) e o projeto *FreshWater Watch*.

Yat-Fan Ho *et al.* (2020) explicam que a Ciência Cidadã neste âmbito, pode aprofundar o elo entre a população, o meio ambiente local e mais especificamente, os recursos hídricos próximos dessas mesmas populações. Estes autores dão o exemplo de alguns países, como os Estados Unidos da América, pioneiros neste capítulo. No Estado de Nova Iorque, a monitorização cidadã do Lago *George*¹⁴ já decorre desde 1986. As intervenções por parte do público em investigações no terreno surgiram, primariamente, devido a restrições orçamentais, mas também devido à necessidade de levar a cabo um acompanhamento em larga escala. Neste sentido Jollymore *et al.* (2017) notam que a Ciência Cidadã expande a capacidade de amostragem de água, com um custo menor ao das campanhas tradicionais de monitorização. Albus *et al.* (2020) reconhecem que a monitorização e coleção de amostras sejam dos meios mais populares de participação cívica neste contexto, mas o potencial da Ciência Cidadã também passa por um maior envolvimento popular na gestão da água, pelo aumento da literacia relacionada com a temática e com o aumento da intervenção destes cidadãos na governança da água.

Existe um conjunto de atributos dos atores e entidades que participam em projetos de Ciência Cidadã em contexto de recursos hídricos, se bem como processos e mecanismos dos mesmos, que podem potenciar este tipo de projeto. Capdevilla *et al.* (2020) apresentam um enquadramento de como estes atributos, processos e mecanismos podem impactar a qualidade destes projetos:

¹⁴ *The Lay Monitoring Program on Lake George* (Boylen, C. W., Howe, E. A., Bartkowski, J. S., & Eichler, L. W. (2004). Augmentation of a long-term monitoring program for Lake George, NY by citizen volunteers. *Lake and Reservoir Management*, 20(2), 121-129).

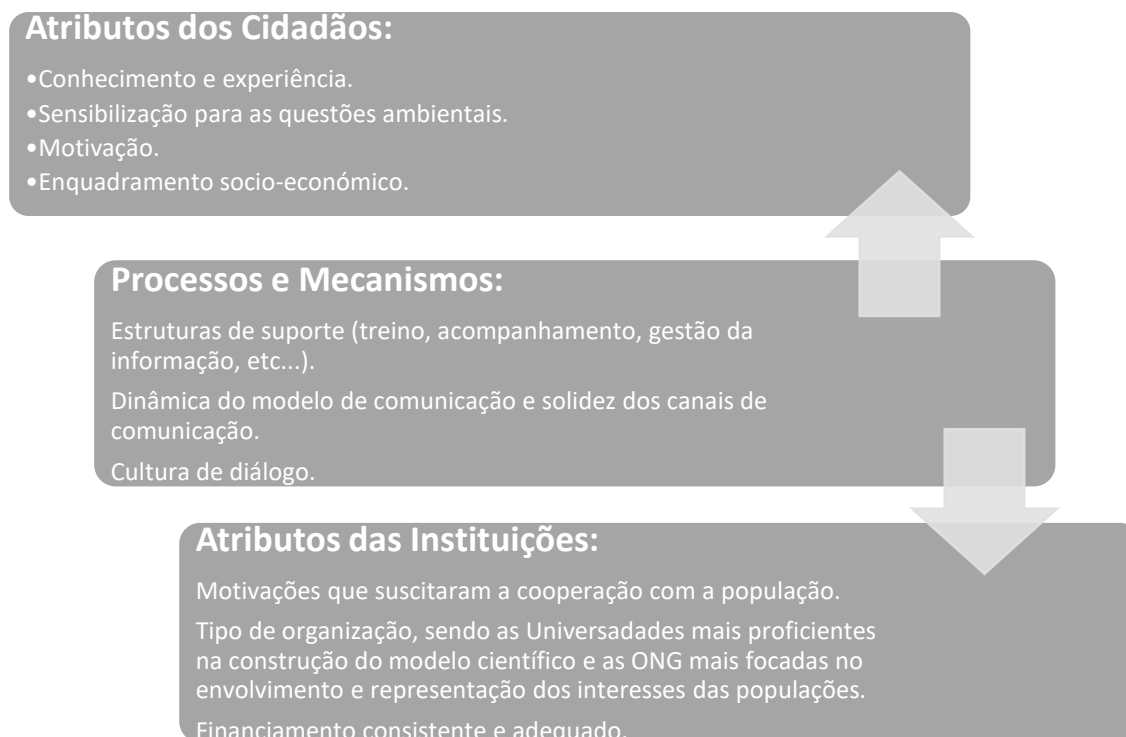


FIGURA 1 – Atributos de cidadãos, de processos, mecanismos e instituições em projetos de Ciência Cidadã no campo hidrológico

Fonte: Adaptado pelo autor, com base em Capdevilla *et al.* (2020)

Ao observarmos esta figura, depreende-se que a natureza do projeto pode ser influenciada pela existência e conjugação destes fatores, mas também pelo esforço de clarificação desses mesmos processos e mecanismos. Deve ser tido em conta, igualmente, a este respeito, que o grau de ceticismo em relação à qualidade da intervenção dos cidadãos, por parte da coordenação científica, é um fator decisivo para o nível de impacto desta abordagem (Quinvilan *et al.* 2019).

A coprodução e cooperação entre investigadores e vários tipos de *stakeholders*, características da Ciência Cidadã, acarretam externalidades positivas e negativas que merecem ser tidas em conta para melhorar a abordagem (Oliver *et al.* 2019; Walker *et al.* 2021). No quadro dos benefícios, os mesmos autores enumeram: o maior envolvimento dos cidadãos, promovendo boas práticas e sensibilizando-os para a conservação dos recursos hídricos e do meio ambiente em geral; a promoção da democratização da Ciência, reforçando a confiança entre público, Estado e cientistas; um acréscimo de literacia científica em relação ao método e procedimentos científicos, enquanto a

população aumenta o seu conhecimento em relação à temática em foco, incentivando a educação e a aprendizagem; e por último, a integração de saberes tradicionais das populações nas investigações, desenvolvendo o capital social e o empoderamento popular.

Enquanto externalidades negativas, Oliver *et al.* (2019) e Walker *et al.* (2021) referem: a má organização das tarefas do projeto, resultando numa descentralização caótica das tarefas do projeto, havendo cargas excessivas e responsabilidades desajustadas por um lado, e exclusão dos cidadãos dos processos por outro; a quebra de confiança nas instituições científicas derivada de uma quebra súbita de fundos e de altos custos administrativos do projeto; os conflitos, de diversas naturezas, entre todos os tipos de participantes no projeto, desfocando os mesmos do seu propósito, e tendo também como consequência, uma maior exigência da gestão de relações com os *stakeholders*, por parte da equipa gestora; os problemas operacionais como os relacionados com o tratamento de dados e privacidade, mas também relacionados com a segurança dos cidadãos participantes e com a gestão do seu tempo; o *burnout* e stress entre cientistas, resultante dos esforços de coordenação, sendo que a credibilidade do trabalho científico popular possa ser posta em causa, resultando igualmente em danos à reputação da equipa de investigação no seu todo.

Little *et al.* (2016) mostraram um projeto de Ciência Cidadã aplicado aos aquíferos de *Rocky View County*¹⁵, demonstraram a exequibilidade de aplicação de um projeto de Ciência Cidadã, no contexto de monitorização dos aquíferos locais. Vários cidadãos colaboraram na medição de níveis dos seus próprios poços particulares, em colaboração com a equipa de investigadores. Um dos aspetos mais marcantes foi a colaboração efetiva entre equipas de investigação, autoridades locais e voluntários do projeto. Os dados que resultaram do projeto, envolviam a recolha de níveis da água, de forma sazonal ou anual, ou até da variabilidade espacial da água. A informação gerada pelo projeto foi usada para se conhecer melhor os recursos hídricos subterrâneos locais e assim coadjuvar os órgãos públicos na sua gestão e planeamento, mas também para enriquecer alguns programas de sensibilização relacionados com a temática.

¹⁵ *Calgary*, Estado de Alberta, Canadá

2.3. A Ciência Cidadã nas Escolas

O objetivo deste subcapítulo é de refletir teoricamente acerca da Ciência Cidadã no contexto escolar. Nas escolas, a questão da democratização da Ciência e da governança também encontra eco. Ainda não sendo cidadãos na plenitude dos seus direitos e deveres, os jovens são o futuro da cidadania. Por conseguinte, na ótica de Gray *et al.* (2012), ao serem integrados em projetos de Ciência Cidadã, em torno de fenômenos ambientais, serão estimulados (sujeitos a dinâmicas de coleção de informação, análise da mesma, esboço de conclusões, condução de investigações, de comunicação de ideias, e de tomada de decisões), e a refletir sobre as questões focadas pelo projeto. Mueller *et al.* (2012) sublinham que a Ciência Cidadã pode ser um instrumento de preparação dos jovens, mas também dos professores, na medida que os preparam para as exigências de uma cidadania do futuro, integrada numa democracia mais complexa. Roche *et al.* (2020) sublinham também o potencial que a Ciência Cidadã tem, de cruzar as STEM com outras ciências sociais, de forma a dar um tratamento holístico das temáticas em foco, junto dos alunos.

Nistor *et al.* (2019) notam que os alunos são confrontados com o processo interativo de produção do conhecimento, e visualizam a utilidade da ciência em termos de soluções a problemas, desenvolvendo o que Saunders *et al.* (2018) apelidam de “literacia científica”, podendo também abrir caminho ao interesse numa carreira científica. Os professores ganham renovada confiança em lecionar, graças à possibilidade de trocarem impressões com outros investigadores na área. Os investigadores acedem a dados previamente vedados, aprimoram aptidões de possíveis futuros investigadores, podem impactar diretamente comunidades, envolvem-se diretamente com o público, clarificam a sua própria pesquisa em contexto real, melhoram a sua capacidade de comunicação e aumentam a visibilidade do seu trabalho perante o público (Nistor *et al.* 2019). Saunders *et al.* (2018) também justificam a crescente popularidade da Ciência Cidadã nas escolas, com a disponibilidade de meios técnicos e tecnológicos de recolha e partilha de dados, reconhecimento académico da capacidade de coletar informação possuída por todos estes envolvidos, e até pela importância, já referida, do potencial do envolvimento de toda a comunidade no processo científico.

A eficiência de um projeto de Ciência Cidadã neste contexto depende de alguns fatores. Harlin *et al.* (2018) referem que em vários aspetos, a Ciência Cidadã em escolas

partilha diversos aspetos com os projetos com a mesma identidade, mas aplicados fora da sala de aula, como por exemplo, o aumento do conhecimento sobre a temática em foco, aumento da literacia científica, e desenvolvimento pessoal (*networking* ou expansão dos seus interesses). No entanto, é muito importante promover um alinhamento com os objetivos dos programas de ensino, de forma que o projeto não entre em conflito com o planeado pela docência, sendo também recomendado, o alinhamento com outras iniciativas levadas a cabo pela escola (Hayes *et. al.*, 2020). Roche *et al.* (2020), para além do seguimento escrupuloso dos dez princípios da ECSA para a Ciência Cidadã, recomenda a elaboração de workshops dedicados aos temas tratados, de forma a promover a literacia científica dos envolvidos, mas também para partilharem reflexões e perspetivas. Recomendam também, de forma a cativar a atenção e a envolver os jovens no projeto, a introdução de jogos e processos de facilitação, que possam permitir explorar de forma interativa com os grupos de alunos, conhecimentos e tópicos associados aos projetos.

Kelemen-Finan *et al.* (2018) mostram como o interesse, o conhecimento, a motivação e a atitude proativa dos estudantes em relação a questões relacionadas com a ciência, foram potenciados com recurso a projetos de Ciência Cidadã, mas que estes, também serviram para a sensibilização e conscientização dos fenómenos ambientais e de vida coletiva tratados pelos projetos. Heiss *et al.* (2021) notaram que os resultados não são idênticos entre todos os alunos participantes. Alunos com fortes motivações políticas prévias aos projetos e com uma atitude positiva em relação à Ciência, reforçaram essas atitudes, ao passo que os alunos menos sensibilizados e que não participaram com o mesmo vigor nas atividades, tiveram um resultado inverso, decrescendo até o seu foco para estas matérias.

São várias as nuances, descritas ao longo desta dissertação, que podem influenciar um projeto de Ciência Cidadã, daí que a resposta de Marisa Ponti¹⁶ em entrevista ao projeto *EU-Citizen Science*, ao ser questionada se a Ciência Cidadã contribui para a democratização da Ciência e do que daí pode advir, é que depende (precisamente dessa conjugação de várias nuances).

¹⁶Ponti, M., & Seredko, A. (2022). Human-machine-learning integration and task allocation in citizen science. *Humanities and Social Sciences Communications*, 9(1), 1-15.

2.4. O planeamento e medição de impacto de um projeto de Ciência Cidadã

Nesta parte iremos abordar duas questões que nos parecem serem relevantes para o enquadramento da Ciência Cidadã, o planeamento de um projeto de Ciência Cidadã e a medição do impacto dos projetos.

2.4.1. O planeamento dos projetos de Ciência Cidadã

O sucesso de um projeto de Ciência depende desde logo da sua conceção e do tipo de planeamento. Para Tweedle *et al.* (2012), o projeto começa com uma reflexão acerca da questão que dá o mote ao projeto, seja ela de índole científica, ou de agenda política, mas também do tipo de abordagem cidadã a adotar. Os primeiros passos consistirão em estabelecer uma equipa para o projeto, definir os objetivos, e identificar o financiamento, os recursos e o público-alvo. Na fase de desenvolvimento há que delinear o esquema de ação, considerar requisitos relacionados com os dados (coleção, armazenamento e análise) e com os meios tecnológicos, desenvolver materiais de suporte, e testar os protocolos. Na fase de ação, o foco deve ser a publicitação e promoção do projeto, mas também a aceitação dos dados preliminares. Na fase de análise, deve-se analisar e interpretar os dados, reportar resultados, partilhar os dados e agir consoante o que eles ditam. Todo o processo deve ser acompanhado por processos que maximizem a aprendizagem.

Bonney *et al.* (2009) aconselham a ponderar a questão de investigação, por um lado porque os participantes são leigos, como também a finalidade é sempre angariar o máximo de voluntários possível. De seguida forma-se a equipa de investigadores. A preocupação numa terceira fase é a elaboração de materiais de suporte essenciais para que o projeto cumpra o que é proposto do ponto de vista operacional. No momento do recrutamento dos participantes, é crucial ter em conta o perfil destes, atendendo aos objetivos do projeto. Após a fase de recrutamento, é necessário treinar e dar formação aos voluntários. Antes dos dados serem analisados, existe uma fase de receção e triagem dos dados recolhidos pelos participantes. Deve ser levado a cabo um trabalho exaustivo de interpretação e análise desses dados. A tarefa de disseminação desses mesmos resultados é executada após extensiva análise. Por último, avalia-se o impacto do projeto.

2.4.2. A avaliação de impacto de um projeto de Ciência Cidadã

A última fase de um projeto de Ciência Cidadã deve ser a medição e análise do seu impacto, embora possa e deva haver uma avaliação intermédia. Wehn *et al.* (2021) referem que a avaliação de impacto de um projeto de Ciência Cidadã pode ter vários objetivos, tais como, a justificação para a candidatura ao financiamento do projeto, a verificação dos níveis de aprendizagem, a promoção e divulgação de resultados, a prestação de contas, e o aperfeiçoamento do projeto. Schaefer *et al.* (2021) referem que todos os projetos necessitam de serem avaliados quanto ao seu impacto, no entanto, no que toca aos de Ciência Cidadã, podem ser avaliados em termos do seu impacto, junto dos vários tipos de participante, como também em termos de influência dos cidadãos na sociedade.

Os mesmos autores avançam que existe um modelo lógico de avaliação, que de um lado coloca os *inputs* prévios ao projeto e ainda os objetivos a que se propõe, e noutro sentido, as externalidades, os resultados e, ao fim ao cabo, o real impacto global do projeto (Schaefer, *et al.* 2021). Kieslinger *et al.* (2018) formulam uma proposta de enquadramento de avaliação de projetos de Ciência Cidadã, baseada em três domínios de impacto. Por um lado, há que ter em conta o impacto no que toca à dimensão científica, onde se avalia as publicações científicas que resultam do projeto, a abertura de novos campos de pesquisa e/ou de novos conhecimentos na área. No domínio da participação atingida pela Ciência Cidadã, avalia-se o impacto em termos do conhecimento e da literacia científica dos participantes, dos comportamentos e do compromisso (no que toca às questões tratadas pelo projeto), como também em relação à motivação dos integrantes no projeto. Por último, no que toca à dimensão socioeconómica e ecológica, procura-se medir o impacto que estes projetos podem ter na sociedade.

Wehn *et al.* (2020) sugerem outros parâmetros sobre os quais podemos avaliar os impactos de um projeto de Ciência Cidadã. A área societal que avalia, individualmente e coletivamente, se o projeto influencia os valores e impactua o tipo de ação dos participantes. Na área económica, pode-se medir a produção e a troca de bens e serviços entre agentes económicos e atividade empreendedora. No domínio ambiental, os autores aconselham o uso de indicadores ambientais, como a quantidade e qualidade de recursos naturais específicos e/ou ecossistemas. A nível científico e tecnológico, avalia-se o

processo científico em termos da adequabilidade do método escolhido, da abrangência da investigação, e do nível de envolvimento do sistema científico (instituições, política científica, incentivos e estruturas). Sobre a governança dos problemas em causa, devem apreciar-se os processos e as instituições envolvidas direta e indiretamente.

Portanto, como notam Wehn *et al.* (2020), Kieslinger *et al.* (2018) e Schaefer *et al.* (2021), existem diversas dimensões relacionadas com impacto de um projeto de Ciência Cidadã.

3. METODOLOGIA

A metodologia desta dissertação baseia-se num estudo de caso, que consiste no projeto científico de Ciência Cidadã, o *eGroundwater*, que, como iremos descrever, adota uma abordagem de Ciência Cidadã, mais concretamente no programa “À descoberta do Aquífero”, desenvolvido em meio escolar. O programa traduz-se na implementação do projeto, no contexto de três agrupamentos escolares da região do aquífero da Campina de Faro, nomeadamente, os agrupamentos de escolas de Montenegro, de Almancil e o Pinheiro e Rosa.

De forma a sustentar este estudo de caso, optámos por recorrer a duas técnicas distintas de recolha de informação. Através do acompanhamento de sessões de atividades do projeto com aquelas escolas, enveredamos pela observação etnográfica. De forma a complementar os instrumentos de recolha de informação, recorreremos a entrevistas com professores das três escolas que participaram no programa “À descoberta do Aquífero”.

3.1. A metodologia de estudo de caso

A escolha da metodologia de estudo de caso prende-se com o facto, dos estudos de caso serem uma metodologia que responde a questões focadas no “como” e no “porquê” (Yin, 2009). As questões de investigação deste trabalho – como se operacionalizam os processos num projeto de Ciência Cidadã e como se articulam para ter impacto – correspondem a este tipo de questões que Yin (2009) diz serem adequadas à escolha de estudos de caso e que requerem uma abordagem qualitativa.

Outro motivo para se recorrer a este método prende-se com a contemporaneidade do tema. No caso em concreto, os projetos de Ciência Cidadã são recentes em Portugal, mas tal como noutros contextos estão a multiplicar-se. Para além disso, existe alguma escassez de estudos sobre a abordagem da Ciência Cidadã. Portanto, consideramos ser uma metodologia adequada para se compreender como é que os atributos e processos de um projeto de Ciência Cidadã são operacionalizados em meio escolar, e analisar e compreender os impactos dessa mesma operacionalização.

Yin (2009) aconselha um plano metodológico para a condução dos estudos de caso. Rashid *et al.* (2019) sugerem que o caso de estudo seja construído mediante quatro fases distintas, subdivididas em alguns tópicos de ação e de planeamento. Referiremos de seguida, algumas das etapas pertinentes para este trabalho.

No que concerne às técnicas de recolha de dados, achámos pertinente a observação etnográfica e as entrevistas aos professores das escolas integrantes. Em primeiro lugar, porque a observação etnográfica, embora no nosso caso com condicionantes, permitiu que se observasse a implementação do projeto e assim apreciar os processos do mesmo, mas também os atributos dos atores e entidades que o integram. Em segundo porque as entrevistas a professores que participam no projeto, embora com as devidas limitações, permitiriam explorar alguns dos possíveis impactos de um projeto de Ciência Cidadã em contexto escolar. Fechando esta fase, olhámos para a lógica de investigação, que no nosso âmbito é virada para análise da implementação de um projeto de Ciência Cidadã e seus efeitos.

Já que o estudo de caso vai ao encontro das questões levantadas, mas também se encaixa no projeto e respetivo programa que estarão no cerne do mesmo, o momento que se seguiu, foi o da definição dos protocolos do estudo de caso. Este foi um exercício de alinhamento das questões, instrumentos de recolha de dados, permissões, considerações éticas, processo de interpretação e critérios desta interpretação, que alinhavámos consoante as perguntas de partida do trabalho.

No trabalho empírico propriamente dito, foi necessário um trabalho preparatório, de planeamento das observações com a equipa do projeto *eGroundwater*¹⁷, e de preparação das visitas aos locais das atividades do projeto.

A fase derradeira dos resultados será materializada no capítulo da discussão dos resultados e conclusões desta dissertação

3.2. Os instrumentos de recolha de dados

A recolha de dados deste estudo é de carácter qualitativo, tendo sido usados a entrevista e as observações etnográficas, que Travers (2001) identifica como usuais nos estudos de caso.

3.2.1. As observações

A observação corresponde à recolha sistemática de informação de fenómenos e/ou comportamentos observáveis no seu enquadramento natural (Baker, 2006). A observação pressupõe que o investigador tenha de ter acesso ao meio envolvente que vai observar, que esse mesmo acesso ocorra ao longo de período adequado para o efeito e que essa observação será sempre uma amostra de todos os fenómenos que têm lugar nessa envolvente (Baker, 2006). Schensul e LeCompte (2012) referem que os registos das observações produzem as notas de campo, e estas notas elaboradas no terreno irão permitir validar futuras observações, partilhar com outros, interpretar, cruzar com outras fontes de informação, interrogar, enfim, transformar as nossas observações em suportes de construção de conhecimento.

No nosso caso em concreto, as notas recolhidas, no âmbito etnográfico, abarcaram diversos aspetos das sessões presenciadas; registamos o modo como se processaram as atividades, as ações e os comportamentos dos atores ao longo das sessões, as atitudes e as reações dos diversos atores, e a fluidez da comunicação. Estas notas foram codificadas conforme as questões de investigação deste trabalho, ou seja, com a conjugação dos processos e atributos dos atores e das instituições que integram, ou a nível dos impactos esperados. Esta codificação possibilitou um processo de redução da informação,

¹⁷ A equipa portuguesa do *eGroundwater* é coordenada pela Professora Marta Varanda (ISEG) e composta pela Professora Sofia Bento (ISEG) e a Investigadora Marta Romero (ISEG)

separando a informação mais relevante e classificação quanto ao seu conteúdo (Musante e De Walt, 2010).

Os fenómenos observados consistiram nas atividades do programa “À descoberta do aquífero”, implementadas em turmas dos agrupamentos escolares de Montenegro, Almancil e Pinheiro Rosa, situadas na região do aquífero da Campina de Faro. A interação da equipa científica do projeto *eGroundwater* com os atores das escolas participantes, e entre esses mesmos atores, no campus de Gambelas da Universidade do Algarve, como também na escola de Montenegro, foram tidas em conta.

Pretendeu-se que o conhecimento obtido por esta via, respondesse aos desafios lançados pelas questões de investigação, nomeadamente as primeiras duas questões (Q1 e Q2), ligadas à compreensão de como se configuram, na prática, os atributos dos atores e das entidades. e os processos dos projetos de Ciência Cidadã.

3.2.2. As entrevistas

A entrevista é, segundo Jamshed (2014), a ferramenta de recolha qualitativa mais usada. Neste trabalho aplicámos entrevistas semiestruturadas¹⁸ a professores dos agrupamentos em causa: duas entrevistas a professores do agrupamento de escolas de Montenegro; duas entrevistas a professores do agrupamento de escolas de Almancil; e uma entrevista a um professor do agrupamento de escolas Pinheiro e Rosa¹⁹. As entrevistas, no âmbito geral, tiveram uma duração de aproximadamente 25 a 30 minutos. Ocorreram durante a semana de 26 a 30 de setembro de 2022, à exceção de uma, que teve lugar a 6 de outubro. As mesmas foram realizadas online e integralmente transcritas.

As entrevistas a professores justificam-se metodologicamente, primeiro, por estes serem o ponto de contacto principal da equipa do projeto com os jovens participantes. Considerámos, também, haver uma forte possibilidade de os professores trazerem informações relevantes para as duas primeiras perguntas de investigação, por serem atores envolvidos na conjugação dos vários componentes do projeto, e possuírem uma

¹⁸ Ver em ANEXO III – Guião das Entrevistas

¹⁹ Ver em ANEXO II - Tabela 1 – Listagem das entrevistas e dos entrevistados

perspetiva privilegiada acerca dos hipotéticos impactos do projeto nos moldes propostos na Q3.

O tipo de entrevista usada é qualitativo, o que implica a construção de um guião que norteia o investigador na condução da conversa, no contexto da sua investigação. Além do guião, o investigador deve ser capaz de criar um ambiente propiciador de conversa (Babbie, 2007). No trabalho de preparação, o investigador estuda de forma assertiva as questões que vão ser escrutinadas na entrevista, o que Dilley (2000) considera ser um dos primeiros passos aquando da decisão de levar a cabo a mesma.

4. RESULTADOS

4.1. A apresentação do caso

De seguida, apresentamos o caso em análise. O projeto científico *eGroundwater - Citizen science and ICT based enhanced information systems for groundwater assessment, modelling and sustainable participatory management* (número de referência - GA n. 1921), com o acrónimo *eGroundwater*, é um projeto europeu financiado pela linha PRIMA (*Partnership for Research and Innovation in the Mediterranean Area*), integrado no programa Horizon 2020²⁰, tendo a duração prevista de quatro anos (2020-2024). Os parceiros situam-se em Espanha, Marrocos, Grécia, Argélia e Portugal. O projeto é coordenado pelo IIAMA – *Universitat Politècnica de València*. A equipa em Portugal, subdivide-se entre o ISEG²¹, mais dedicado à dimensão sociológica e económica do projeto e a Universidade do Algarve²², focada na hidrologia e na tecnologia necessária para colocar o projeto em marcha.

O objetivo global do projeto é promover uma governança sustentada das águas subterrâneas, uma problemática inserida no contexto mediterrânico de defesa da sustentabilidade deste tipo de recursos, perante o risco das alterações climáticas. No caso do estudo do aquífero de Campina de Faro, a finalidade é melhorar a monitorização através da participação ativa de cidadãos, e aumentar a participação da população no

²⁰ Ver <https://egroundwater.com/>

²¹ Agrupa os investigadores Marta Varanda, Sofia Bento e Marta Romero.

²² Integra os investigadores Luís Nunes, Luís Costa, Vânia Sousa e José Paulo Monteiro.

debate e na governança em redor do aquífero. Note-se que o aquífero de Campina de Faro atravessa problemas provocados pela sua sobre-exploração e pela sua contaminação. As atividades agrícolas, são responsáveis pela contaminação por nitratos, nomeadamente da parte de Campina do aquífero. Outro problema deste aquífero relaciona-se com a sua salinização muito acentuada na zona de Vale de Lobo, provocado pelo uso intensivo de usuários, como os campos de golf, mas também pela agricultura. Também existem neste quadro, outras fontes de poluição, como o Aeroporto Internacional de Faro, as várias estações de tratamento de águas residuais, um aterro, as várias estradas e autoestrada, as linhas ferroviárias, as fossas sépticas e a intrusão de água do mar²³. O projeto tendo uma abordagem de Ciência Cidadã, pressupõe uma participação ativa por parte dos cidadãos, que poderão recolher e proceder à análise de amostras de água do aquífero. Estes dados recolhidos pelos cidadãos serão integrados numa plataforma de acesso aberto, onde será possível a qualquer interessado apreciar os mesmos, mas sobretudo usuários como os agricultores e os operadores e infraestruturas de golf. Neste trabalho focaremos mais a vertente do projeto que integra um conjunto de agrupamentos escolares da região, mais concretamente no Agrupamento de Escolas de Montenegro, no Agrupamento de Escolas de Almancil e no Agrupamento de Escolas Pinheiro Rosa. A intervenção do projeto nestas escolas, traduziu-se num conjunto de atividades previstas, cujo conteúdo passaremos a descrever.

4.1.1. As atividades e sessões observadas no contexto do programa “À descoberta do aquífero”

A equipa do projeto definiu um conjunto de atividades para o programa “À descoberta do aquífero - Programa de Ciência Cidadã para a monitorização do aquífero Campina de Faro”, a ser desenvolvido com as comunidades escolares das escolas que participam no projeto²⁴. Numa primeira etapa, foram elaborados um folheto informativo e um filme, difundido junto das escolas participantes, com o intuito de as informar acerca do projeto, do programa e dos objetivos dos mesmos. De seguida, procedeu-se a um mapeamento dos furos e noras acessíveis aos professores e aos alunos das escolas, que se voluntariassem para colaborar com o projeto. Numa terceira fase, entre equipa do projeto

²³ <https://egroundwater.com/pt-pt/casos-estudo/aquifero-campina-de-faro/>

²⁴ Ver ANEXO I – Brochura do Programa “À Descoberta do Aquífero”.

e docentes das escolas envolvidas, foram desenhados os protocolos de recolha de dados e de treino, adaptados às diferentes disciplinas e turmas dos professores interessados. Tiveram lugar um conjunto de sessões de formação para a recolha de dados e a distribuição de *kits* de recolha de dados. A monitorização de furos e noras, a que os professores e alunos que aderiram ao projeto têm acesso, já estava a decorrer (desde o ano letivo de 2021/2022), e continuará até ao final do ano letivo 2022/2023. Por último, foram previstas sessões para a análise de dados e sobre as implicações para a sustentabilidade do território face às alterações climáticas.

Relativamente à nossa participação neste processo, esta inicia-se durante as sessões de formação acerca das atividades de monitorização previstas no programa “À descoberta do aquífero”.

A observação etnográfica abarcou cinco sessões²⁵ e atividades, levadas a cabo pela equipa do projeto *eGroundwater* junto das escolas participantes, no contexto do programa “À descoberta do Aquífero”. Três delas no campus de Gambelas da Universidade do Algarve, em que estiveram presentes a equipa do projeto, e professores e alunos de cada um dos três agrupamentos de escolas que participam no projeto. Quanto às outras duas sessões, estas decorreram no Agrupamento de Escolas de Montenegro, com a equipa do projeto, alunos e professores dessa mesma escola.

Nas três sessões de treino que ocorreram no campus de Gambelas, desenvolveram-se um conjunto de dinâmicas de forma a integrar os alunos na temática. Foram explorados os seguintes conhecimentos: a dinâmica dos recursos hídricos (qual é o curso que a água segue desde a montanha, ou após chover até ao aquífero); a composição dos solos e dinâmicas dos aquíferos; os tipos de solos que existem e como é que estes absorvem as águas. Os alunos aprenderam como se mede a profundidade de um furo. Os discentes aprenderam a monitorizar um conjunto de parâmetros físico-químicos (pH, temperatura, condutividade e nitratos) da água subterrânea. Houve também a oportunidade de os alunos poderem dramatizar estes conhecimentos pela sua própria capacidade de expressão gestual²⁶.

²⁵ Ver em ANEXO IV - Tabela 2 – Listagem das sessões observadas.

²⁶ Ver em ANEXOS V - Tabela 3– Listagem das atividades que decorreram nas sessões observadas e Representação gráfica de algumas atividades.

Na escola de Montenegro, numa aula da disciplina de físico-química de 8º ano, os alunos assistiram a uma sessão de leitura de parâmetros físico-químicos a partir de amostras de água, recolhidas pelos mesmos. Para isso recorreu-se a instrumentos trazidos pelos investigadores da Universidade do Algarve²⁷. Numa outra sessão no Agrupamento de Escolas de Montenegro, com estes mesmos alunos e professores, foi possível assistir à dinâmica do “animal mágico”, onde os alunos recorreram à sua imaginação, desenhando animais imaginários que estivessem munidos das capacidades e instrumentos, de forma a agirem pela sustentabilidade do aquífero, fazendo com que os alunos refletissem acerca das temáticas tratadas pelo projeto.

Nalgumas destas atividades, tivemos a oportunidade de integrar as próprias sessões e interagir com a equipa do projeto, mas também com alunos e professores das escolas que participam no programa.

4.2. A apresentação dos dados recolhidos

Observadas as três questões de investigação que norteiam a dissertação, apresentaremos os resultados em três subcapítulos distintos. Cada um destes subcapítulos é dedicado a uma destas questões.

4.2.1. Os atributos dos atores e das entidades e sua influência num projeto de Ciência Cidadã num contexto escolar

Os primeiros atributos dos cidadãos a abordar, são o conhecimento e experiência que possuem aquando da sua participação no projeto. Nas entrevistas realizadas, os professores consideram que tanto alunos, como professores, possuem os conhecimentos necessários para participar no projeto. Nas sessões observadas, observou-se que os alunos de anos mais avançados (8º ano e 10º ano) possuíam mais conhecimentos comparativamente aos alunos mais jovens (5º ano). Tanto nos treinos que se debruçavam sobre a contextualização da problemática do aquífero, como nas atividades que abordavam o manuseamento da instrumentação necessária, era notória a maior facilidade dos grupos de alunos mais velhos. Os mais novos tinham mais dificuldades na compreensão, evidenciando-se um esforço acrescido dos professores que os

²⁷ Nomeadamente pela Investigadora Vânia Sousa.

acompanhavam, no sentido de adaptar os conhecimentos e as ideias transmitidas. A questão da disciplina também foi observada em relação aos alunos de 5º ano, estes alunos revelaram um comportamento de maior distração. Uma das professoras que os acompanhava frisou que este foi um problema que impedia muitas vezes os alunos de compreenderem os conteúdos em foco. Sobre este último aspeto, um dos professores dos alunos de 5º ano, testemunhou que o treino dado pela equipa do projeto era crucial para que os alunos pudessem participar no mesmo.

Também foi notado nas entrevistas, a importância da distinção dos docentes nas diferentes áreas científicas; os professores de Físico-química e Ciências Naturais estão mais confortáveis nas temáticas tratadas pelo projeto, do que os professores de disciplinas como História e Geografia de Portugal, ou de Português e Francês. A questão dos conhecimentos em torno das técnicas e das temáticas presentes no projeto é importante, na medida em que Capdevilla *et al.* (2020) referem que quanto mais conhecimento prévio ao projeto por parte dos cidadãos, melhor serão os resultados alcançados.

No âmbito da atitude em relação ao ambiente, que Capdevilla *et al.* (2020) notam que a consciência ambiental é um atributo determinante para o envolvimento do público com o projeto. No caso, a opinião dos professores é bastante unânime neste reconhecimento. Os professores sentem que, teoricamente, os alunos possuem os conhecimentos em relação à defesa da sustentabilidade ambiental, mas que isso não se reflete nas suas atitudes. No terreno, foi possível observar, através das questões que a equipa do projeto ia colocando aos alunos, a familiarização dos alunos acerca da temática dos recursos hídricos subterrâneos e o risco de escassez e contaminação.

Nas questões ligadas à motivação, surgiram testemunhos distintos. Para os professores, a motivação para participarem num projeto de Ciência Cidadã pode estar ligada ao facto do projeto se relacionar a matéria dada em sala de aula. Foi referido o caso das aulas de História e Geografia de Portugal (5º ano), que abordam a presença muçulmana no Algarve e as inovações que estes trouxeram no âmbito da captação e armazenamento de água; ou das aulas de físico-química (8º ano) que abordam os parâmetros de água que o projeto monitoriza; e das aulas de biologia e geologia (10º ano) onde a temática dos aquíferos é tratada. Aliás, este aspeto vai ao encontro do que referem Hayes *et. al* (2020), de que se deve alinhar o projeto de Ciência Cidadã com o que é

lecionado pelos professores. Outros docentes referem que se sentem motivados pelo projeto abordar a temática da água, em foco na atualidade algarvia, mas também por ser um problema global, e por poderem aceder a mais informação sobre os assuntos tratados (Saunders *et al.*, 2018). Outros professores frisam que a sua motivação advém da ligação dos conteúdos lecionados em sala de aula ao mundo natural, do agrado pela metodologia de projeto. Um dos fatores que desmotiva os professores é a questão de falta de tempo, o conflito ao nível da gestão de tempo que os projetos de Ciência Cidadã podem levantar, como notaram Walker *et al.* (2021). Quanto aos alunos, os professores consideram que a principal motivação é o aspeto prático do projeto: podem executar tarefas práticas e saem da sala de aula (principalmente após as medidas adotadas no contexto da pandemia de COVID-19). No terreno, as nossas notas vão ao encontro desta última ideia. O interesse e a postura dos alunos, em relação às formações teóricas, era bastante diferente das que revelavam aquando do manuseamento dos instrumentos nas deslocações de campo. Quando a dinâmica pressupunha apenas teoria, os alunos distraíam-se do que era tratado, e quando tinham oportunidade de passar à prática, envolviam-se bastante nas tarefas solicitadas.

No âmbito do enquadramento socioeconómico dos alunos participantes, os professores inquiridos, consideram que este não apresenta influência no interesse pelo programa, o que vai ao encontro também do que notam Capdevilla *et al.* (2020). Ter ou não acesso a um furo, foi referido como podendo fazer a diferença na atitude dos estudantes. No entanto, este aspeto pode ser visto numa vertente positiva e noutra negativa. Um dos professores entrevistados considerou que ter um furo, influencia o sentimento de pertença do/a aluno/a sobre a temática, pois pretendem naturalmente saber mais sobre a qualidade da água do seu furo. Outros professores referiram que como existem vários furos ilegais, os jovens ficam inibidos e com medo em participar, temendo algum tipo de repercussão negativa. Este conflito de interesses constitui um obstáculo a mais adesões ao projeto (Walker *et al.*, 2021).

Em relação às instituições, começamos por abordar a motivação das mesmas. Um dos professores inquiridos revelou que existe uma motivação em participar no projeto, derivado do facto da escola se pretender envolver com a comunidade. Terá referido que a avaliação destes professores considera o envolvimento da escola com a comunidade. Do ponto de vista do projeto, para além dos objetivos que se prendem com o próprio

projeto²⁸, também é uma forma de alargarem a monitorização do aquífero da Campina de Faro, sendo economicamente mais sustentável (Jollymore *et al.*, 2017, tendo acesso a dados que não teriam de outro modo (Saunders *et al.*, 2018).

No que toca ao financiamento, considerámos mais pertinente, colocar a questão acerca dos meios disponibilizados pela escola, desde os materiais (por exemplo, *kits* usados para as análises), aos apoios para deslocações para as sessões. Neste ponto, os professores consideram que possuem os meios adequados para poderem participar no projeto. Relataram que a equipa do projeto forneceu todos os materiais necessários para as análises previstas. De qualquer modo, referiram que haveria sempre meios internos para obterem os materiais necessários para as recolhas de amostras de água. A questão do transporte foi considerada problemática, por haver vários pedidos internos que podem tornar incompatível as saídas num mesmo dia. No caso do *eGroundwater*, não tendo os custos elevados, o fator financeiro não constitui um obstáculo no desenvolvimento do projeto como acontece noutras experiências (Walker *et al.*, 2021).

4.2.2. Os processos num projeto de Ciência Cidadã em meio escolar

Aborda-se agora a questão dos processos inerentes a um projeto de Ciência Cidadã, em particular no projeto *eGroundwater*. Os professores consideram que foram bem integrados no projeto, na medida em que foram introduzidos aos conteúdos e objetivos do projeto. O treino prático e teórico foi positivamente avaliado, tendo sido suficiente para que possam executar as tarefas de análises preconizadas pelo projeto *eGroundwater*. Consideraram que a equipa foi acessível, e motivada a integrar as escolas no projeto, ao convidarem logo à partida, aquando da primeira reunião, a conhecerem o campus de Gambelas, para que melhor pudessem participar nas sessões promovidas pelo projeto. Alguns docentes também apreciaram as dinâmicas propostas no final da sessão, nas quais os alunos expressaram os conhecimentos via dramatização (*pictionary* mímico), um tipo de dinâmica que é descrita na literatura, enquanto potenciadora da atenção dos jovens (Roche *et al.*, 2020). Tivemos a oportunidade de verificar que a equipa do projeto integrou os alunos e professores, tanto nas sessões introdutórias que decorreram no Campus da Universidade do Algarve, como na própria escola, nas sessões de medição dos parâmetros

²⁸ Ver <https://egroundwater.com/the-project/>

físico-químicos, ao criar espaços de facilitação de conhecimentos e de reflexões, relevantes para a Ciência Cidadã em meio escolar (Roche *et al.*, 2020).

Os professores consideraram que a comunicação entre as escolas e a equipa do projeto é adequada. Um dos professores expressou mesmo sentir a utilidade do seu contributo no projeto, na medida em que a equipa do projeto procurou recolher sugestões e que as integrou nos procedimentos do mesmo. Além disso, foi referida a disponibilidade da equipa em apresentar mais informação para desenvolver atividades, quando solicitada pelos docentes. Mas foi também notado que o fluxo de comunicação entre professores e a equipa terá diminuído no final do semestre. Este é um fator crucial referido na literatura, o esforço de comunicação deve ser constante, tal como é notado por Capdevilla *et al.* (2020).

4.2.3. *Qual o impacto de um projeto de Ciência Cidadã no meio escolar, no que toca à governança de águas subterrâneas*

Neste ponto, procuramos escrutinar os impactos esperados do programa “À descoberta do aquífero”, integrado no projeto *eGroundwater*. Como já foi esclarecido, inspiramo-nos no modelo de Kieslinger *et al.* (2018) e nas suas três dimensões. Esta análise deve ser tida como exploratória, porque apenas encontra fundamento na perspetiva de uma parte envolvida neste projeto, os professores, e engloba apenas um número limitado destes professores, que por indisponibilidade dos restantes, não foram entrevistados.

O campo do impacto científico pode ser apreciado pela possibilidade do projeto inspirar novas questões de investigação e de criar conhecimento. Neste momento, artigos científicos e resultados ainda se encontram em desenvolvimento, e como tal, são impossíveis de serem medidos e recolhidos. Acerca da cooperação entre equipas da Universidade e escolas na construção conjunta de conhecimento científico, os professores inquiridos foram positivamente unânimes, referindo que o projeto poderia contribuir para uma monitorização mais alargada, na senda do que Jollymore *et al.* (2017) notam. Um professor comentou a necessidade de acompanhamento por parte da equipa do projeto, para se assegurar que os dados recolhidos pelos alunos são válidos. Um dos professores considera que a construção de conhecimento, entre escolas e universidade, é possível, apesar dos professores estarem menos familiarizados com a prática de investigação.

No domínio da participação dos alunos e professores, existem diversos aspetos a abordar. O primeiro é se projeto leva os participantes a terem um melhor entendimento da ciência. Os professores abordados concordam que os projetos de Ciência Cidadã estimulam uma melhor compreensão da Ciência, contribuindo até para um entendimento mais realista da prática de investigação. Foi referido que os projetos deste tipo permitem aos alunos, o contacto direto com o método científico e com a produção de conhecimento científico, tratando-se de uma abordagem mais ativa do conhecimento, que contrasta com formas de mera transmissão dos conhecimentos. Esta aproximação dos cidadãos à Ciência reforça a ideia de a Ciência Cidadã poder ser um instrumento de comunicação de Ciência (Göbel, 2019).

No que toca à aquisição de novos conhecimentos sobre os tópicos tratados pelo projeto, os professores consideram que esta é uma forma dos alunos aprenderem sobre a questão da água e do aquífero, num contexto territorial específico (Yat-Fan Ho *et al.*, 2020). Para alguns professores, os alunos desenvolvem os conhecimentos científicos com o projeto, tanto numa vertente prática, como teórica, na medida que experimentam e analisam dados de forma ativa. Gray *et al.* (2012) referem a experimentação como estímulo para a reflexão sobre os tópicos científicos abordados pelos projetos de Ciência Cidadã. É um fomento à construção da literacia científica dos alunos, que Nistor *et al.* (2019) referem ser um dos resultados da exposição dos mesmos à investigação científica, enquanto é promovida uma cultura mais proativa em relação à Ciência, como notam Kelemen-Finan *et al.* (2018).

Em termos de motivação dos professores, vários docentes sublinham a importância em participar no projeto, na medida em que suscita novas ideias e horizontes nas suas aulas. Esta oportunidade de alargamento do conhecimento associa-se a um aumento dos níveis de autoconfiança na sua atividade de lecionação (Nistor *et al.*, 2019). Um dos professores inquiridos contou que em 30 anos de carreira, nunca tinha tido a oportunidade de fazer ou assistir a medições de profundidade de um furo, e, portanto, desconhecia completamente acerca das relações entre os recursos hídricos e os solos. Para ele, a experiência foi impactante e disse acreditar que para os alunos também teria sido. Outros afirmam que o método prático e de projeto os motiva, porque já é algo que faz parte do seu método de ensino. Um dos professores comentou acerca da existência de um fosso entre os interesses dos alunos e os conteúdos lecionados na escola, e que projetos como

este, embora não seja garantido que fechem esse fosso, ajudam o docente a esbater a distância entre o que o aluno se interessa e as experiências que a escola lhe proporciona. Um dos professores refere que, para os docentes que lecionam matérias desligadas do foco do projeto, não existe uma grande motivação em alterarem os seus métodos por via da participação do projeto. No contexto do empoderamento dos alunos, um dos docentes entrevistados afirma que esta cooperação entre escolas e universidades, pode estimular o interesse dos alunos em estudar ao nível do ensino superior.

No âmbito da motivação dos professores em participar em futuras iniciativas semelhantes, um dos professores entrevistados revelou já ter participado em projetos similares. Os restantes quatro salientaram ter sido a primeira participação num projeto de Ciência Cidadã, avaliando a experiência neste projeto como um catalisador para novas participações nesta abordagem.

Em termos de impacto socioeconómico e ambiental de uma iniciativa cidadã, foram apreciadas qualitativamente as seguintes dimensões: o potencial transformativo da sociedade, a sua capacidade de influenciar o compromisso com o ambiente e se o projeto inova, e se sim, em que medida. Os professores acreditam que o projeto *eGroundwater* pode contribuir para uma transformação da sociedade. Três professores são da opinião que a participação no projeto pode ajudar os alunos a adotar decisões acertadas a nível ambiental, sublinhando a propensão destes projetos em contribuírem para uma cidadania mais completa (Mueller *et al.*, 2012). Um dos docentes refere que projetos como o *eGroundwater*, apesar da imaturidade dos alunos, influenciam a tomada de consciência para certos problemas ambientais e para a adoção de comportamentos responsáveis. Desta forma foi apontado o caráter multiplicador do projeto, ou seja, na possibilidade de os alunos levarem os conhecimentos aprendidos nestas atividades para junto das suas famílias e amigos, promovendo a circulação dos conteúdos trabalhados pelo projeto.

No campo do compromisso com o ambiente, todos os professores percecionam o papel diferenciador do projeto no compromisso dos alunos em termos de uso de recursos hídricos, nomeadamente, subterrâneos. Este compromisso pode passar pela alteração de comportamentos, pela compreensão de problemas locais e consequente intervenção. Outro professor considera que as sessões que os alunos participaram são importantes neste sentido, dando o exemplo do entendimento do que é um aquífero, do contacto com

tarefas práticas com a água, e da compreensão dos problemas que a poluição e contaminação das águas subterrâneas podem representar no seu meio envolvente.

No que toca ao carácter inovador do projeto, um dos professores, o único que já possuía experiência em projetos de Ciência Cidadã, refere que o projeto inova, na medida em que, para além da vertente científica, dá um enquadramento socioeconómico e histórico à questão da água. Desta forma não se limita a constituir uma base de dados científicos, havendo uma contextualização holística da questão da água, concretizando o potencial de cruzar as *STEM* com as ciências sociais como notaram Roche *et al.* (2020).

5. CONCLUSÕES

Neste capítulo apresentaremos as conclusões e as limitações que a dissertação tem. Por último, e no seguimento deste trabalho, iremos enumerar um conjunto de sugestões de estudos futuros.

5.1. Conclusões

Passemos às diferentes conclusões a que esta dissertação chegou. Observámos, tal como sugere o modelo de Capdevilla *et al.* (2020), que os diferentes atributos, tanto dos atores, como das entidades, são decisivos num projeto de Ciência Cidadã. Assim, a equipa gestora de um projeto de Ciência Cidadã tem de delinear processos e mecanismos robustos para adaptar os atributos existentes à consecução dos objetivos do projeto. A aprendizagem, a comunicação e a cultura de diálogo são elementos que cimentam esta panóplia de atores, e que os pode manter focados em torno da execução do projeto, e seus objetivos.

A natureza destes atributos e sua conjugação ditam o impacto, a vários níveis, de um projeto de Ciência Cidadã. Que no caso do *eGroundwater*, pela via do programa “À descoberta do Aquífero – Programa de Ciência Cidadã para a monitorização do aquífero Campina de Faro”, concluímos, de forma intermédia e pela ótica de alguns professores envolvidos, que pode gerar impactos na dimensão científica, ao nível dos intervenientes, mas também no que toca ao aspeto socioeconómico e ambiental, segundo o modelo de Kieslinger *et al.* (2018).

Deste modo, a operacionalização de um projeto de Ciência Cidadã em meio escolar, começa logo pela apresentação do projeto e a integração dos professores no mesmo. Este esforço de adaptação deve ter em conta os diferentes atributos dos intervenientes do projeto, ou seja, das escolas (direcionadas para o ensino), dos professores (focados em lecionar os programas estabelecidos pelo Ministério da Educação), dos alunos (jovens que ainda estão aprender uma série de bases ao nível do conhecimento teórico e prático) e da equipa promotora do projeto (naturalmente dedicada à investigação, que dominam os conceitos basilares do projeto e que naturalmente estão interessados em que o projeto atinja os objetivos que se propõe). Note-se também que os docentes das escolas participantes assumem um papel de enorme destaque, porque contactam diretamente com a equipa do projeto, ajudam a executar as atividades do projeto no meio escolar, e são quem melhor conhecem os alunos que participam, o que se conclui que são um elemento congregador num projeto de Ciência Cidadã que envolva a comunidade escolar.

Observámos também que após a aplicação de mecanismos como o treino e comunicação estarem solidamente ancorados no contexto de intervenção, a execução é promissora, sendo possível a aprendizagem dos alunos e professores com o projeto, e também a sua participação no processo científico. Esta utilidade dependerá de executarem as atividades que o projeto pressupõe para os mesmos, e para que esta execução ocorra como planeado, deve ser mantida uma cultura de diálogo e abertura, que Capdevilla *et al.* (2020) referem ser um mecanismo de destaque num projeto de Ciência Cidadã como o *eGroundwater*. Esta cultura deve ser reforçada por um constante acompanhamento da parte da equipa gestora do projeto, de forma a garantir que nenhuma das partes envolvidas se desmotive, desfoque ou que se sinta desprovida dos meios necessários para participar.

Como resultados, identificamos, ainda que de forma exploratória, um conjunto de impactos a vários níveis. Observamos, por exemplo; o enriquecimento do processo científico e dos seus resultados, porque há um aumento dos dados recolhidos pelo projeto; o empoderamento dos professores, porque sentem que estas experiências lhes proporcionam instrumentos para melhorarem a sua capacidade em lecionar; a aproximação dos alunos à Ciência e ao seu processo; e a um conhecimento mais sólido acerca do meio ambiente e dos recursos naturais em seu redor, o que pressupõe reconhecer a sua importância e o porquê de deverem intervir em defesa da sua conservação, mas

também os ajuda a prepararem-se para uma cidadania complexa e com desafios de naturezas diversas.

Não existe muita investigação no que toca a projetos de Ciência Cidadã aplicados nas escolas, no contexto português. Portanto, na nossa ótica, esta dissertação tenta dar o seu contributo, no sentido de que haja mais conhecimentos e convites à reflexão acerca do potencial que estes projetos representam, de como é que são elaborados, de quais os atributos e fatores dominantes que os podem moldar, e do impacto que podem ter a uma série de níveis.

Encontramos ao longo da elaboração desta dissertação um conjunto de limitações, que passamos a referir. A primeira limitação decorre de a avaliação dos impactos do projeto ter sido baseada apenas na perceção dos professores envolvidos no projeto. A dissertação seria mais completa e representativa, se pudesse contar com a perceção dos alunos, que seria recolhida via entrevista ou inquérito, e até dos investigadores da equipa, já que é composta por backgrounds distintos.

A segunda limitação que referimos está ligada a termos apenas o testemunho de cinco professores, quando o nosso objetivo inicial era poder contar com nove professores. A redução ao acesso aos professores explica-se pelo facto de os restantes não terem mostrado disponibilidade, ou de não terem acedido aos nossos pedidos de entrevista.

A última limitação que assinalamos tem a ver com o facto de, tanto o programa “À descoberta do aquífero”, como do projeto *eGroundwater*, ainda estarem a decorrer, limitando, deste modo, o nosso acesso ao impacto dos mesmos.

5.2. Sugestões de investigações futuros

Enquanto sugestões de investigações futuras, seria pertinente aplicar um estudo com estes moldes, no final do projeto e com recurso aos testemunhos dos estudantes envolvidos.

Também sugerimos aplicar um estudo com este formato, no contexto nacional, a projetos de Ciência Cidadã fora das escolas, e comparar com este estudo.

Seria igualmente pertinente inquirir jovens adultos, que participaram em crianças em projetos de Ciência Cidadã, e tentar compreender se existe algum impacto, em

algumas das dimensões tratadas por este trabalho, ou seja, verificar se serviu para os preparar para a tal cidadania mais complexa. Neste aspeto pode-se inspirar em trabalhos como os de Saunders *et al.* (2018) que abordaram mais a relação da literacia científica, aproximação ao método científico e a responsabilidade de conservação de certos habitats naturais. Mas também se pode basear no trabalho de Kelemen-Finan *et al.* (2018), que procuraram compreender até que ponto projetos de Ciência Cidadã em contextos de preservação, ajudam a potenciar um conjunto de atitudes nos estudantes participantes.

BIBLIOGRAFIA

- Albus, K. H., Thompson, R., Mitchell, F., Kennedy, J., & Ponette-Gonzalez, A. G. (2020). Accuracy of long-term volunteer water monitoring data: A multiscale analysis from a statewide citizen science program. *Plos One*, 15(1), 1-16.
- Assumpcao, T. H., Jonoski, A., Theona, I., Tsiakos, C., Krommyda, M., Tamascelli, S., ... & Popescu, I. (2019). Citizens' campaigns for environmental water monitoring: Lessons from field experiments. *IEEE Access*, 7(1), 134601-134620.
- Babbie, E. (2007). *The practice of social research* (11ª edição). Belmont: Thomson Wadsworth.
- Baker, L. (2006). Observation: A complex research method. *Library trends*, 55(1), 171-189.
- Bauchspies, W. K., Croissant, J. & Restivo, S. (2006). *Science, technology, and society: A sociological approach* (1ª edição). Malden: Blackwell Publishing.
- Bonney, R., Ballard, H., Jordan, R., McCallie, E., Phillips, T., Shirk, J., & Wilderman, C. C. (2009). *Public Participation in Scientific Research: Defining the Field and Assessing Its Potential for Informal Science Education. A CAISE Inquiry Group Report. Research report*. Retrieved from Education Resources Information Center website: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED519688.pdf>.
- Bonney, R., Cooper, C. B., Dickinson, J., Kelling, S., Phillips, T., Rosenberg, K. V., & Shirk, J. (2009). Citizen science: a developing tool for expanding science knowledge and scientific literacy. *BioScience*, 59(11), 977-984.
- Boylen, C. W., Howe, E. A., Bartkowski, J. S., & Eichler, L. W. (2004). Augmentation of a long-term monitoring program for Lake George, NY by citizen volunteers. *Lake and Reservoir Management*, 20(2), 121-129
- Capdevilla, A. S., Kokimova, A., Ray, S. S., Avellán, T., Kim, J., & Kirschke, S. (2020). Success factors for citizen science projects in water quality monitoring. *Science of the Total Environment*, 728(1), 1-17.

CI. www.cienciacidada.pt. (n.d.). Consultado a 13/04/2022, from <https://www.cienciacidada.pt/>

Comissão Europeia. (2014). *Horizonte 2020 em poucas palavras – O programa-quadro de investigação e inovação da EU*. Retrieved from <https://www.fapema.br/wp-content/uploads/2018/06/Brochure-H2020-Brasil.pdf>

Comissão Europeia. <https://research-and-innovation.ec.europa.eu/> (2021). Consultado a 25/04/2022, from <https://research-and-innovation.ec.europa.eu/system/files/2022-06/rtd-2021-00013-03-00-pt-tra-01.pdf>

Couvet, D., & Prevot, A. C. (2015). Citizen-science programs: Towards transformative biodiversity governance. *Environmental Development*, 13 (1), 39-45.

Custodio, E. (2002) Aquifer overexploitation: what does it mean? *Hydrogeology Journal* 10(1), 254–277

Dilley, P. (2000). Conducting successful interviews: Tips for intrepid research. *Theory into practice*, 39(3), 131-137.

Domènech, M. (2017). Democratising science. A continuing challenge today. *Revue d'anthropologie des connaissances*, 11(2), 1-7.

Dosemagen, S., & Parker, A. J. (2019). Citizen Science Across a Spectrum: Broadening the Impact of Citizen Science and Community Science. *Science & Technology Studies*, 32(2), 24-33.

European Citizen Science Association. (2015). *Ten Principles of Citizen Science. Research report*. Retrieved from OSF website: <http://doi.org/10.17605/OSF.IO/XPR2N>

eGROUNDWATER. (n.d.). Consultado a 20/03/2022, <https://egroundwater.com/>

Eitzel, M., Cappadonna, J., Santos-Lang, C., Duerr, R., West, S.E., Virapongse, A., Kyba, C., Bowser, A., Cooper, C., Sforzi, A. and Metcalfe, A. (2017). Citizen science terminology matters: Exploring key terms. *Citizen Science: Theory and Practice*, 1(2), 1-20

Fukuyama, F. (2013). What is governance? *Governance*, 26(3), 347-368.

Gordienko, Yuri. (2013). *Green Paper on Citizen Science - Citizen Science for Europe. Towards a better society of empowered citizens and enhanced research, Research Report*. Retrieved from European Commission website: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/green-paper-citizen-science-europe-towards-society-empowered-citizens-and-enhanced-research>.

Göbel, C., Nold, C., Berditchevskaia, A., & Haklay, M. (2019). How Does Citizen Science "Do" Governance? Reflections from the DITOs Project. *Citizen Science: Theory and Practice*, 4(1), 1-5.

Gray, S. A., Nicosia, K., & Jordan, R. C. (2012). Lessons learned from citizen science in the classroom. a response to " the future of citizen science.". *Democracy and Education*, 20(2), 1-5.

Gunnell, J. L., Golumbic, Y. N., Hayes, T., & Cooper, M. (2021). Co-created citizen science: challenging cultures and practice in scientific research. *Journal of Science Communication*, 20(5), 1-17.

Harlin, J., Kloetzer, L., Patton, D., Leonhard, C., & Leysin American School high school students. (2018). Turning students into citizen scientists. In S. Hecker, M. Haklay, A. Bowser, Z. Makuch, J. Vogel, & A. Bonn (Eds.), *Citizen Science: Innovation in Open Science, Society and Policy* (1ª edição). Londres: UCL Press.

Hayes, M., Smith, P. S., & Midden, W. R. (2020). Students as citizen scientists: It's elementary - Principles for effective school-based citizen science. *Science & Children*, 57(9), 60-64.

Heiss, R., Schmuck, D., Matthes, J., & Eicher, C. (2021). Citizen Science in Schools: Predictors and Outcomes of Participating in Voluntary Political Research. *Sage Open*, 11(4), 1-14.

Irwin, A. (1995). *Citizen science: A study of people, expertise and sustainable development* (1ª edição). Londres: Routledge.

Jamshed, S. (2014). Qualitative research method-interviewing and observation. *Journal of basic and clinical pharmacy*, 5(4), 87–88.

Jollymore, A., Haines, M. J., Satterfield, T., & Johnson, M. S. (2017). Citizen science for water quality monitoring: Data implications of citizen perspectives. *Journal of Environmental Management*, 15(200), 456-467.

Kelemen-Finan, J., Scheuch, M., & Winter, S. (2018). Contributions from citizen science to science education: an examination of a biodiversity citizen science project with schools in Central Europe. *International Journal of Science Education*, 40(17), 2078-2098.

Kieslinger, B., Schäfer, T., Heigl, F., Dörler, D., Richter, A., & Bonn, A. (2018). *Evaluating citizen science-towards an open framework*. In: Hekler, S. and Haklay, M. and Bowser, A. and Vogel, J. and Bonn, A., (eds.) *Citizen Science - Innovation in Open Science, Society and Policy* (pp. 81-95). Londres: UCL Press

Kirschke, S., Bennett, C., Ghazani, A. B., Franke, C., Kirschke, D., Lee, Y., Khouzani, S. & Nath, S. (2022). Citizen science projects in freshwater monitoring. From individual design to clusters? *Journal of Environmental Management*, 309(40), 1-9.

Krick, E. (2021). Citizen experts in participatory governance: Democratic and epistemic assets of service user involvement, local knowledge and citizen science. *Current Sociology*, 70(7), 994–1012.

Kurtuluş, F. (2021). *The democratization of science*. In Ludwig, D., Koskinen, I., Mncube, Z., Poliseli, L. & Reyes-Galindo, L. *Global Epistemologies and Philosophies of Science* (pp. 145-154). Londres: Routledge.

Lascoumes, P. (2002). L'expertise, de la recherche d'une action rationnelle à la démocratisation des connaissances et des choix. *Revue française d'administration publique*. 3(103), 369-377.

Lepczyk, C. A., Boyle, O. D., & Vargo, T. L. (2020). *Handbook of Citizen Science in Conservation and Ecology* (1ª edição). Oakland: University of California Press.

Levi-Faur, D. (Ed.). (2012). *The Oxford handbook of governance* (1ª edição). Oxford: Oxford University Press.

Little, K. E., Hayashi, M., & Liang, S. (2016). Community-based groundwater monitoring network using a citizen-science approach. *Groundwater*, 54(3), 317-324.

Louv, Richard, and John W. Fitzpatrick. (2012). *Foreword*. In Dickinson, J. & Bonney, R. (eds.), *Citizen science: Public participation in environmental research*. Ithaca: Cornell University Press.

Mueller, M. P., Tippins, D., & Bryan, L. A. (2012). The future of citizen science. *Democracy & Education*, 20(1), 1-5.

Musante, K., & DeWalt, B. R. (2010). *Participant observation: A guide for fieldworkers*. Lanham: Altamira Press.

Nistor, A., Clemente-Gallardo, J., Angelopoulos, T., Chodzinska, K., Clemente Gallardo, M., Gozdzik, A., Graz-Velazquez, A., Grizelj, A., Kolenberg, K., Mitropoulou, D., Micallef Gatt, A. D, Tasiopoulou, E., Brunello, A., Echard, P., Arvaniti, V., Carroll, S., Cindea, N., Diamantopoulos, N., Duquenne, N., Edrisy, S., Ferguson, E., Galani, L., Glezou, K., Kameas, A., Kirmaci, H., Koliakou, I., Konomi, E., Kontopidi, E., Kulic, S., Lefkos, I., Nikolettakis, G., Siotou, E., Šimac, A., Sormani, F., Tramonti, M. Tsapara, M., Tsourlidaki, E., & Vojinovic, M. (2019). *Bringing Research into the Classroom—The Citizen Science approach in schools. Research Report*. Retrieved from Scientix Observatory website: <http://www.scientix.eu/documents/10137/752677/Scientix-Bringing-Research-into-the-Classroom-April2019-online-v1.pdf/ccce91ff-def6-4bee-89c5-71ab83405ebb>

Oliver, K., Kothari, A., & Mays, N. (2019). The dark side of coproduction: do the costs outweigh the benefits for health research? *Health research policy and systems*, 17(1), 1-10.

Quinlivan, L., Chapman, D. V., & Sullivan, T. (2019). Validating citizen science monitoring of ambient water quality for the United Nations sustainable development goals. *Science of the Total Environment*, 699(1), 1-9.

Rashid, Y., Rashid, A., Warraich, M. A., Sabir, S. S., & Waseem, A. (2019). Case study method: A step-by-step guide for business researchers. *International journal of qualitative methods*, 18(1), 1-13.

Redman, S., Greenhalgh, T., Adedokun, L., Staniszewska, S., Denegri, S., & Co-production of Knowledge Collection Steering Committee. (2021). Co-production of knowledge: the future. *BMJ*, 372(434), 1-2.

Roche, J., Bell, L., Galvão, C., Golumbic, Y. N., Kloetzer, L., Knobens, N., ... & Winter, S. (2020). Citizen science, education, and learning: challenges and opportunities. *Frontiers in Sociology*, 5(1), 1-10.

Saunders, M. E., Roger, E., Geary, W. L., Meredith, F., Welbourne, D. J., Bako, A., ... & Moles, A. T. (2018). Citizen science in schools: Engaging students in research on urban habitat for pollinators. *Austral ecology*, 43(6), 635-642.

Schaefer, T., Kieslinger, B., Brandt, M., & van den Bogaert, V. (2021). *Evaluation in citizen science: the art of tracing a moving target*. In Vohland, K., Land-Zandstra, A., Ceccaroni, L., Lemmens, R., Perelló, J., Ponti, M., Samson, R., & Wagenknecht, K. (Eds.) *The Science of Citizen Science*, (pp. 495-517). <https://doi.org/10.1007/978-3-030-58278-4>

Schensul, J. J., & LeCompte, M. D. (2012). *Essential ethnographic methods: A mixed methods approach* (Volume 3). Lanham: Rowman Altamira.

Strasser, B. J., Baudry, J., Mahr, D., Sanchez, G., & Tancoigne, E. (2019). "Citizen Science"? Rethinking Science and Public Participation. *Science & Technology Studies*, 32(2), 52-76.

Travers, M. (2001). *Qualitative research through case studies* (1ª edição). Londres: Sage Publications.

Vohland, K., Land-Zandstra, A., Ceccaroni, L., Lemmens, R., Perelló, J., Ponti, M., Samson, R., & Wagenknecht, K. (2021). *The science of citizen science*. (1ª edição). Berlin: Springer Nature.

Walker, D. W., Smigaj, M., & Tani, M. (2021). The benefits and negative impacts of citizen science applications to water as experienced by participants and communities. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 8(1), 1-32.

Wehn, U., Gharesifard, M. and Ceccaroni, L. (2020). D2.3: Impact-assessment methods adapted to citizen science: Research Report. Retrieved from Community Research and Development Information Service of the European Commission website: <https://cordis.europa.eu/project/id/824711/results>.

Wehn, U., Gharesifard, M., Ceccaroni, L., Joyce, H., Ajates, R., Woods, S., ... & Wheatland, J. (2021). Impact assessment of citizen science: state of the art and guiding principles for a consolidated approach. *Sustainability Science*, 16(5), 1683-1699.

Whitehead, L. (2002). *Democratization: Theory and Experience* (1ª edição). Oxford: Oxford University Press.

Wyeth, G., Paddock, L. C., Parker, A., Glicksman, R. L., & Williams, J. (2019). The impact of citizen environmental science in the United States. *Environmental Law Reporter*, 49(3), 10237-10263.

Wynn, J. (2017). *Citizen Science in the digital age - Rhetoric, science and public engagement* (1ª edição). Tuscaloosa: The University of Alabama Press

Yat-Fan Ho, S., Xu, S. J., & Wang-Fat Lee, F. (2020). Citizen science: An alternative way for water monitoring in Hong Kong. *PLOS ONE*, 15(9), 1-17.

Yin, R. K. (2009). *Case study research: Design and methods* (4ª edição). Thousand Oaks: Sage.

ANEXOS

ANEXO I - Brochura do Programa “À Descoberta do Aquífero”

Atividades do Programa À Descoberta do Aquífero
 (UPDATED ON THE 14TH FEBRUARY 2022)

Visão geral das escolas e alunos envolvidos

Entidade	Principal professora de contato	Outros professores envolvidos, e turmas e escolas	Nº alunos	Nº bolsa de furos	Fases concluídas e atividade futura
Agr. Montenegro	██████████ (Língua Portuguesa, coordenadora de programa Erasmus)	██████████ (professora de ciências) ██████████: físico-química ██████████ (Português) 3 turmas de 8º ano - que estão a dar aulas ao mesmo tempo nas quintas 10h30.	Mais o menos 40	██████████	██████████ ██████████
Agr. Pinheiro e Rosa	██████████ (Biologia,, Ecoescolas)	Turmas: Da sede: 10º e 11º Estoi: 7, 8, 9. Conceição a monitorização teria que se fazer com pais- porque são pequenos. ██████████ também da aula num curso de proteção civil (curso profissional)- podem também participar.	X	██████████	██████████ ██████████ ██████████ ██████████ ██████████ ██████████

International Algarve School	[REDACTED] (diretor)	Turmas geografia- 7, 8, 9. Aulas sao de 12 alunos.	90	[REDACTED] [REDACTED]	[REDACTED] [REDACTED]
Agr. Almancil	[REDACTED] (físico-química)	Prof [REDACTED] (historia): 5°B (20 alunos) [REDACTED] Club da ciência ([REDACTED]): 7-12 alunos (se reúnem a tarde 2 h nas quartas). Prof de ciências (5° ano):	mais o menos 40	[REDACTED] [REDACTED]	[REDACTED] [REDACTED]

FASES E DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES

O programa tem uma fase de preparação (fase 0) e três fases de implementação (fase 1, 2, 3). As fases de implementação serão avaliadas por meio de questionários/entrevistas e observação participante.

O programa tem uma fase de preparação (fase 0) e três fases de implementação (fase 1, 2, 3). As fases de implementação serão avaliadas por meio de questionários/entrevistas e observação participante.

n ^a	Tipo de atividade	Objetivos	Data começo
1	Reunião online ou presencial	<ul style="list-style-type: none"> ● Compreender os meios e interesses dos professores para a conceção do programa ● Recrutamento de professores interessados ● Organização do levantamento de furos da comunidade escolar 	Julho 2021
<p>Descrição da atividade:</p> <p>Apresentação inicial do programa “À Descoberta do Aquífero”: objetivos, principais atividades e cronograma</p> <p>Outputs:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Pode se observar o desenho de uma versão preliminar do programa “À Descoberta do Aquífero” aqui: https://docs.google.com/document/d/19Slaenfy-4SJiFN19w6wIUrhkH6Ait4WHvdLD82Eyg/edit?usp=sharing ● Sugerem fazer: <ul style="list-style-type: none"> ○ Um vídeo de divulgação para comunidade escolar ○ Protocolo de colaboração com escolas ○ Autorização do uso do furo/nora para o programa dos encarregados de educação e donos de furos. ● Estratégia de recrutar furos: <ul style="list-style-type: none"> ○ Divulgação por mail ○ Envio de formulário perguntando quem tem furos, e quem quer participar. 			

n ^a	Tipo de atividade	Objetivos	Data começo
2	Reunião presencial com professores	<ul style="list-style-type: none"> ● Formalização do compromisso (protocolo de colaboração) ● Discussão de atividades com professores interessados ● Identificação da bolsa de furos 	

	<p>Descrição da atividade:</p> <p>Outputs:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Furos recrutados para o programa. ● Caracterização de alunos e disciplinas dos professores interessados ● Definir passos seguintes em relação a 1) apresentação do aquífero com alunos/professores, 2) apresentação programa encarregados de educação para recrutar furos.
--	---

FASE 1. TREINAMENTO E CAPACITAÇÃO

APRESENTAÇÃO DO CICLO DA ÁGUA E TREINAMENTO DE MONITORAMENTO

- Fizemos uma apresentação sobre o ciclo da água e aquíferos no Algarve e demos uma visão geral dos problemas e dinâmica do aquífero que alimenta as ribeiras, ecossistemas e atividades económicas na área do aquífero da Campina de Faro.
- Lemos para eles a ‘história do aquífero’, que conta os usos históricos, das dinâmicas sociais relacionadas à água nesta área:
 - Em português:
<https://docs.google.com/document/d/1JjQgf4uZvZPemvfMf5gjZtIsTAQ1tsEE/edit?usp=sharing&ouid=113212953109311777726&rtpof=true&sd=true>
 - Em inglês:
<https://docs.google.com/document/d/1PcSitenxJsDXUYdYh227BG17yyTiyTvc/edit?usp=sharing&ouid=113212953109311777726&rtpof=true&sd=true>
- Mostramos o material de monitoramento e como usá-lo (nitratos e pH) usando água da torneira.

Localização: na escola ou na universidade. Na universidade, foi incluído um jogo onde os alunos tinham que testar seus conhecimentos sobre os temas por meio de diferentes atividades. Aqui estão os detalhes:

<https://docs.google.com/document/d/14PICDTFFPcQbuEP7hTNcQetmj-VIMn6E/edit?usp=sharing&ouid=113212953109311777726&rtpof=true&sd=true>

Avaliação: um questionário foi entregue antes da apresentação para avaliar o conhecimento do status quo dos alunos.

https://forms.office.com/Pages/ResponsePage.aspx?id=MQkPE_aguUSuhbnxbImtgk8xs8u_3W5Ous_UDmlzW05UN11KNFVJWjVMQjMwTjJYV1QzV1VYWDZCSC4u

Escolas e datas:

Montenegro [REDACTED] na escola, e [REDACTED] Na Ualg)

Almancil ([REDACTED])

AIS [REDACTED] - apenas para 5 alunos que se tornarão ‘embaixadores’ ou ‘heróis da água’ dentro da comunidade escolar)

Pinheiro e Rosa (ainda por definir).

IMAGINANDO-SE COMO HERÓIS DA ÁGUA: ATIVIDADE DO SER MÁGICO

Fizemos uma atividade chamada ‘Ser Mágico’ para ajudá-los a pensar o que precisam fazer para se tornarem heróis da água em sua comunidade escolar. Isto pode ser feito em sala de aula, com o apoio de mestrandos.

Propusemos que os alunos assistissem este filme 37 min antes (no contexto da aula, ou sozinhos): <https://www.waterstories.com/10heroesvideo>

Algumas instruções:

1. Peça a cada aluno que imagine sua participação no Descobrimo do Aquífero como um tipo de animal (real ou imaginário). Questão norteadora: que tipo de animal (real ou imaginário) você precisa se tornar para ser um herói aquático em sua comunidade escolar?
2. Peça-lhes para anotar e desenhar as principais características do animal no que se refere à pergunta (fornecendo uma folha branca e cores)
3. Em seguida, peça-lhes para 'empurrar a metáfora' e pensar em outras qualidades que podem se sobrepôr: Que qualidades e superpoderes esse animal tem que ajudam a proteger o aquífero e/ou divulgar sua importância para a comunidade escolar?
4. Em seu grupo, cada pessoa compartilha seu animal
5. Finalmente, juntos, o grupo desenha um animal híbrido que inclui os aspectos mais importantes do pensamento de cada pessoa, acrescentando ideias adicionais que surgem durante o processo de compartilhamento e discussão.

Resultado: ao final, eles terão um animal mágico híbrido que também pode revelar o tipo de impacto que desejam causar. Assim que tiverem seu animal híbrido, estarão prontos para as atividades de implementação

Escolas:

FASE 2. ALUNOS NA LIDERANÇA

PLANO DE DIVULGAÇÃO PARA A COMUNIDADE ESCOLAR

Como primeira atividade, eles podem pensar em como podem transmitir a mensagem a toda a comunidade escolar. Esperançosamente, o tipo de mensagem que eles consideram importante e desejam transmitir emergirá do animal mágico híbrido.

Algumas instruções para isso:

- peça aos alunos que pensem sobre O QUE transmitir - as mensagens que desejam transmitir, referindo-se ao animal mágico híbrido - e QUEM eles precisam alcançar para esse propósito.
- coletar dados/informações para apoiar suas mensagens (nós podemos ajudar com isso, eles podem nos perguntar onde encontrar dados e podemos enviar informações básicas sobre o aquífero e a água).
- piensem no COMO: podem fazer flyers, cartazes e divulgar nas suas comunidades/envolvente, ou fazer(em) apresentação(ões) aos seus colegas e/ou pais, ou a outros atores chave que identifiquem.

Nota: no caso dos AIS, antes de implementarem qualquer estratégia de divulgação a outros alunos, gostaríamos de passar o questionário para avaliar posteriormente o que aprenderam:

https://forms.office.com/Pages/ResponsePage.aspx?id=MqkPE_aguUSuhbnxbImtgk8xs8u_3W5Ous_UDmlzW05UN11KNFVJWjVMQjMwTjJYV1QzV1VYWDZCSC4u

MONITORANDO OS FUROS

Daremos o material para construir um kit de qualidade da água (ver imagem abaixo)

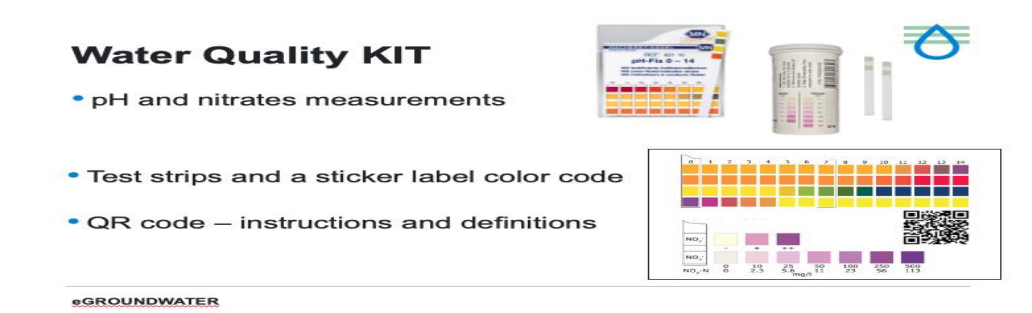


FIGURA 2 – Kit de control de qualidade de água

Sendo a condutividade um parâmetro chave nesta área (pois pode monitorizar a intrusão de sal), iremos também fornecer um condutivímetro que durará todo o ano: <https://www.hortanova.pt/CONDUCTIVITY-METER-VANGUARD-HYDROPONICS>

Se forem incluídos furos acessíveis, os alunos podem construir sondas de profundidade para medir a profundidade do furo. Aqui um vídeo com instruções específicas, mas também podemos ajudar:

https://www.canva.com/design/DAEx3HY2QjE/DaTDxcueCww8iQfRiA1CXQ/watch?utm_content=DAEx3HY2QjE&utm_campaign=designshare&utm_medium=link&utm_source=publishsharelink

Algumas instruções:

- Os alunos terão que construir seu próprio 'kit de qualidade da água' com uma caixa de medicamentos antiga (material e instruções fornecidas na plataforma).

- Os dados precisam ser coletados mensalmente e registados em um formulário online. Observe que a maneira como os alunos organizam a coleta de dados fica a critério de cada escola. Eles podem fazer turnos ou ir juntos todos os meses (com ou sem o professor).
- Outros furos podem ser adicionados agora ou mais tarde ao programa. De notar que não só os pais, como os funcionários da escola podem ter furos que podem ser monitorizados (podem trazer garrafas com água para serem analisadas na escola) e utilizar as sondas de água construídas pelos alunos para medir a profundidade.

MAPEAMENTO DAS HISTÓRIAS LIGADAS A POÇOS TRADICIONAIS (NORAS) E FUROS

Uma atividade opcional a ser realizada no âmbito das disciplinas de ciências sociais e humanas, incluindo história ou literatura, seria 'mapear' as histórias e histórias relacionadas com as noras (poços tradicionais) e/ou os furos que monitorizam. A tarefa envolverá escrever textos ou fazer pequenos vídeos sobre a história de cada nora/furo.

Algumas instruções:

- Peça aos alunos para lembrar ou encontrar noras localizadas nos arredores de sua escola ou perto de suas casas.
- Escolha aquelas noras que são mais convenientes para fazer a pesquisa (porque estão perto da escola, ou perto de suas casas).
- Peça aos alunos para recolherem informação relacionada com as noras escolhidas, mas também os furos que estão a monitorizar. Eles podem criar um protocolo de entrevista para isso e perguntar para descobrir informações (para a população local ou para sua própria família). As entrevistas podem ser gravadas em voz ou podem preferir fazer vídeos.
- Os tópicos que podem ser incluídos em seu protocolo de entrevista são:
 - História da nora/furo: ano de construção, origem-quem abriu, etc.
 - Práticas antigas vs. atuais: pessoas que usaram ao longo do tempo, como usaram a água e para quê no passado vs. atualmente.
 - Registe a localização exata (com google maps ou similar) e colete fotos: eles podem fazer fotos e pedir as antigas para as pessoas da comunidade.
 - Reúna herança oral/senso de lugar por meio de entrevistas: lendas, canções, histórias, memórias queridas relacionadas a essa nora.

FASE 3. REFLETINDO SOBRE O PASSADO E REIMAGINANDO O FUTURO

ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS

- Ao final do primeiro ano de monitoria (maio-junho de 2023), os alunos serão

capacitados para analisar e interpretar os dados coletados e outras informações qualitativas coletadas.

CONSTRUINDO UMA VISÃO DESEJADA PARA O FUTURO

- Alguns alunos voluntários trabalharão mais com pesquisadores para reunir e analisar os dados coletados nas escolas de todos os participantes.
- Esses alunos também participarão de um exercício de visão para definir o futuro desejado (essa visão futura desejada será então apresentada às partes interessadas da eGROUNDWATER)

EXPOSIÇÃO DE RESULTADOS À COMUNIDADE

- Posteriormente, qualquer membro da comunidade escolar (alunos, pais e funcionários) será convidado para uma exposição/apresentação onde serão apresentados e explicados a visão desejada e os resultados dos dados, incluindo dados qualitativos na forma de vídeos/textos relembrando o histórias de uso da água. Um debate será facilitado.

Fonte: Adaptado da brochura do “Programa à descoberta do aquífero” do projeto eGroundwater, elaborado pela equipa do projeto eGroundwater

ANEXO II - Tabela 1 – Listagem das entrevistas e dos entrevistados

Ocupação	Disciplina	Agrupamento Escolar	Data da Entrevista	Duração da Entrevista
Professor	Físico-química (8º ano)	Montenegro	28/09/2022	25 minutos
Professor	Português e Francês 8º ano)	Montenegro	28/09/2022	15 minutos
Professor	Biologia e Geologia (10º ano e 11º ano)	Pinheiro Rosa	29/09/2022	22 minutos
Professor	História e Geografia de Portugal (5º ano)	Almancil	29/09/2022	15 minutos
Professor	Ciências da Natureza (5º e 6º ano)	Almancil	06/10/2022	22 minutos

ANEXO III - Guião das entrevistas

Q1 e Q2:

Atributos dos intervenientes:

- Sente que tanto alunos, como professores possuem os conhecimentos e experiência necessários para participar num projeto como o *eGroundwater*?
- Sente que os alunos estão sensibilizados para a questão ambiental? Em que medida?
- Considera que existe motivação de alunos e professores para participar num projeto como o *eGroundwater*?
- Considera que o enquadramento socioeconómico dos alunos é importante no contexto da sua participação no projeto? Se sim, de que forma? Pode dar exemplos?

Processos e mecanismos:

- O que tem a dizer do treino e acompanhamento por parte da equipa do projeto à sua escola?
- Qual é a sua opinião acerca da comunicação entre os professores que participam no projeto e da equipa do mesmo?

Atributos das instituições:

- Já participou em projetos como o *eGroundwater*? Se sim, acha que o *eGroundwater* é inovador? Se não, sente que a participação no projeto pode ser uma catapulta para futuras participações noutros projetos, ou em abraçar novas causas? Seja na perspetiva dos professores, alunos ou da própria escola?
- Porque participou no projeto *eGroundwater*? Quais são os seus motivos?
- O que acha da cooperação entre equipas de investigação oriundas da Universidade e as escolas?
- Que meios a escola usa para participar num projeto como o *eGroundwater*? Faltam alguns? Quais?

Q3:

Perspetiva científica:

- Acha que é possível criar conhecimento científico que seja fruto desta cooperação entre a universidade e a escola? Já tem alguma experiência deste tipo de cooperação?

Perspetiva da participação e da dimensão socioeconómica e ecológica:

- Entre a equipa do projeto (universidades) e estudantes e professores (comunidade escolar), na sua perspetiva, qual deve ser o seu alinhamento entre si? O que é que pode resultar de uma cooperação deste género
- Qual é que acha que pode ser o impacto na literacia científica de alunos e professores, ao participarem num projeto como o *eGroundwater*?
- Considera que o projeto pode influenciar o compromisso de alunos e professores com o ambiente, o uso responsável da água, ou até da sua relação com as questões em redor do aquífero da Campina de Faro?
- Julga que projetos como o *eGroundwater*, pela via das escolas, pode ajudar a transformar a sociedade? Em que sentido?

ANEXO IV - Tabela 2 – Listagem de sessões observadas

Local	Escola	Data	Duração	Âmbito	Presentes
Campus de Gambelas – Universidade do Algarve	Agrupamento de Escolas de Montenegro	07/02/2022	3 horas	Sessões de Formação	Equipa do projeto (ISEG e Universidade do Algarve), 3 professores e aproximadamente 40 alunos de 8º ano
Campus de Gambelas – Universidade do Algarve	Agrupamento de Escolas de Almancil	21/02/2022	3 horas	Sessões de Formação	Equipa do projeto (ISEG e Universidade do Algarve), 3 professores e aproximadamente 40 alunos de 5º ano
Campus de Gambelas – Universidade do Algarve	Agrupamento de Escolas de Pinheiro Rosa	22/03/2022	2 horas	Sessões de Formação	Equipa do projeto (ISEG e Universidade do Algarve), 3 professores e aproximadamente

					e 25 alunos de 10º ano
Agrupamento de Escolas de Montenegro	Agrupamento de Escolas de Montenegro	22/03/2022	90 minutos	Sessões de Formação	Equipa do projeto (ISEG e Universidade do Algarve), 3 professores e aproximadamente 40 alunos de 8º ano
Agrupamento de Escolas de Montenegro	Agrupamento de Escolas de Montenegro	13/06/2022	45 minutos	Monitorização águas subterrâneas	Equipa do projeto (Universidade do Algarve), 3 professores e aproximadamente 20 alunos de 8º ano

ANEXO V - Tabela 3 – Descrição das atividades que decorreram nas sessões observadas

Tipo de Atividade	Descrição da atividade	Participantes na atividade
Sessão de Formação	Formação acerca do ciclo hidrológico da região e diferentes níveis de absorção de água por parte de diferentes tipos de solo. Levadas a cabo pela equipa do <i>eGroundwater</i> pertencente à Universidade do Algarve, o importante nesta dinâmica era integrar os elementos da comunidade escolar no que é o ciclo hidrológico algarvio, explicar como é que a água se circula entre os diferentes pontos e como termina no aquífero. Também foi importante explicar aos alunos como é que a água é absorvida pelos diferentes tipos de solo que podemos encontrar naquela região.	Agrupamento de Escolas de Montenegro, Agrupamento de Escolas de Almancil e Agrupamento de Escolas de Pinheiro Rosa
Sessão de Formação	Formação acerca das plantas nativas algarvias e do perigo que as alterações climáticas representam para as mesmas, e monitorização dessas plantas no Campus de Gambelas (Universidade do Algarve) – Esta sessão apenas sucedeu a 07/02/2022 com a comunidade escolar do Agrupamento de Escolas de Montenegro.	Agrupamento de Escolas de Montenegro

	<p>Levada a cabo pelo Professor José Paulo Monteiro, o importante aqui foi formar os presentes acerca de quais são as principais plantas da região, suas características, seu lugar nos diferentes ecossistemas e de que maneira estão em perigo com o avançar das alterações climáticas. Depois os alunos participantes eram convidados a identificar diferentes tipos de plantas dentro do Campus, fotografá-las e apreciar acerca dos diferentes níveis de ameaça que as alterações climáticas representam em cada uma das plantas avistadas.</p>	
Sessão de Formação	<p><i>Pictionary</i> mímico –Esta dinâmica basicamente dividia, por sessão, dois conjuntos de alunos em diferentes equipas. Posteriormente uma equipa era responsável por representar por gestos, um dos fenómenos retratados nas induções do ciclo hidrológico e de absorção de água pelos solos, e a outra equipa era convidada a tentar deduzir qual seria esse fenómeno.</p>	<p>Agrupamento de Escolas de Montenegro, Agrupamento de Escolas de Almancil e Agrupamento de Escolas de Pinheiro Rosa</p>
Sessão de Formação	<p>Treino acerca da medição de profundidade do nível de água subterrânea – Teve lugar em todas as sessões no Campus de Gambelas (Universidade do Algarve). Nesta sessão era importante ensinar os alunos a manusear os instrumentos adequados e a saberem medir a profundidade a que está o nível de água subterrânea.</p>	<p>Agrupamento de Escolas de Montenegro, Agrupamento de Escolas de Almancil e Agrupamento de Escolas de Pinheiro Rosa</p>
Sessão de Formação	<p>Treino acerca das medições de parâmetros físico-químicos de amostras de água subterrânea – Decorreram em todas as sessões levadas a cabo no Campus de Gambelas (Universidade do Algarve). O importante aqui é induzir os alunos em como medir diversos tipos de parâmetros, necessários para a sua participação no projeto enquanto cientistas-cidadãos, que permitam aferir a qualidade da água do Aquífero. Para isso é necessário formar os discentes em como manusear os instrumentos de medição, mas também ensinar os alunos</p>	<p>Agrupamento de Escolas de Montenegro, Agrupamento de Escolas de Almancil e Agrupamento de Escolas de Pinheiro Rosa</p>

	em como poderem interpretar esses resultados e o que eles querem dizer do ponto de vista de diagnóstico do Aquífero, ou da zona do Aquífero onde se colheu a amostra de água.	
Sessão de Formação	O “animal mágico” – Decorreu no dia 22/03/2022 no Agrupamento de Escolas de Montenegro. Esta atividade caracterizou-se por convidar cada grupo de alunos que participou na sessão de 07/02/2022 a imaginar um “animal mágico”, imaginário e fictício, e a caracterizá-lo de forma que fosse um defensor do Aquífero. Por outras palavras, os alunos imaginavam o animal e muniam-lhe de características que lhe permitisse ser um campeão do Aquífero, uma entidade que zelava pela qualidade e sustentabilidade da Campina de Faro.	Agrupamento de Escolas de Montenegro
Sessão de Formação	Medições de parâmetros físico-químicos de amostras de água subterrânea – Esta atividade decorreu a 13/06/2022 na própria sala de aula da disciplina de Física de 8º ano, nas instalações do Agrupamento de Escolas de Montenegro. Os alunos com recurso ao apoio da Investigadora Vânia Sousa, mediram diversos parâmetros físico-químicos de amostras de água recolhidas por eles mesmos.	Agrupamento de Escolas de Montenegro

ANEXO VI - Representação gráfica de algumas das atividades



FIGURA 3 – Treino de medições de parâmetros físico químicos na Universidade do Algarve.



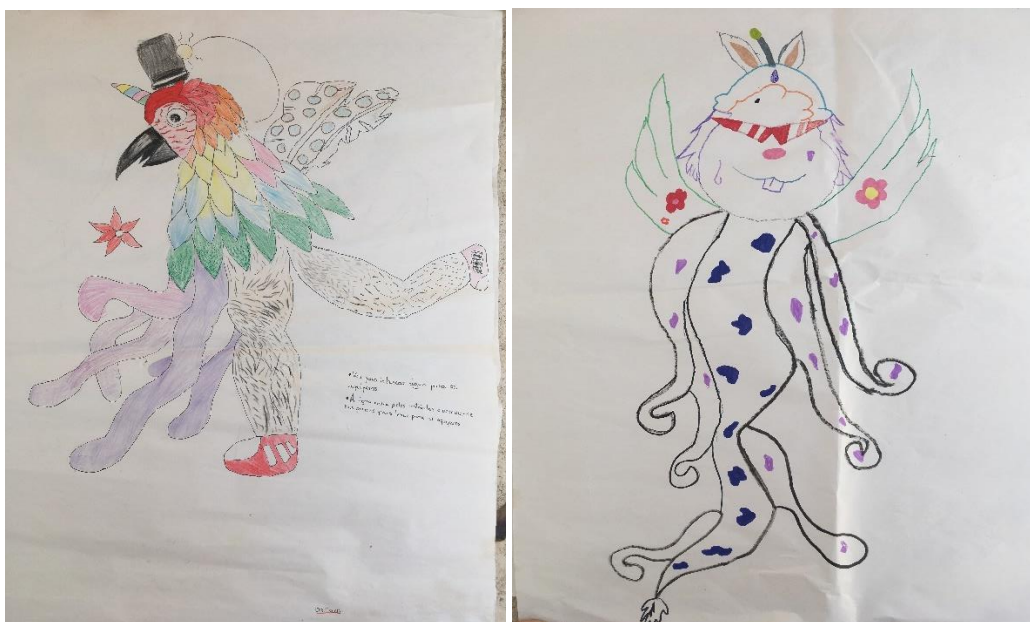
FIGURA 4 – Alunos a reconhecerem plantas na Universidade do Algarve



FIGURA 5– Alunos a serem formados nos diferentes tipos de solo



FIGURA 6– Alunos a levarem a cabo a atividade do *pictionary* mímico



FIGURAS 7 – Exemplos de desenhos de alunos no âmbito da atividade do “animal mágico”