



INSTITUTO
UNIVERSITÁRIO
DE LISBOA

Departamento de Ciência Política e Políticas Públicas

Pedro Miguel da Silva Abreu

Mestrado em Digitalização na Administração Pública

Orientador(a):

Doutor David Ferraz, Professor Associado
Instituto Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa

Co-Orientador(a):

Doutor Sérgio Leandro, Professor Associado
Instituto Politécnico de Leiria

Setembro, 2025

Departamento de Ciência Política e Políticas Públicas

Digitalização do Programa Escola Azul

Pedro Miguel da Silva Abreu

Mestrado em Digitalização na Administração Pública,

Orientador(a):

Doutor David Ferraz, Professor Associado
Instituto Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa

Co-Orientador(a):

Doutor Sérgio Leandro, Professor Associado
Instituto Politécnico de Leiria

Setembro, 2025

*À minha esposa e aos meus filhos,
Por toda a paciência, apoio incondicional e compreensão ao longo deste percurso.
Aos meus filhos, espero que este esforço vos sirva um dia como exemplo: de que vale a pena
dedicar-nos com seriedade aos nossos objetivos, mesmo quando exige sacrifícios.*

Agradecimento

Agradeço, em primeiro lugar, ao ISCTE – Instituto Universitário de Lisboa pelo ambiente académico e pelo apoio contínuo ao longo do percurso no Mestrado em Digitalização na Administração Pública. Reconheço, de igual modo, o empenho e a dedicação do corpo docente, cujos ensinamentos foram essenciais para a construção deste trabalho.

Manifesto, de igual forma, o meu agradecimento à Direção-Geral de Política do Mar (DGPM), cuja colaboração institucional e disponibilização de recursos revelaram-se fundamentais para a concretização do presente estudo.

Dirijo ainda um agradecimento ao Plano de Recuperação e Resiliência (PRR), cujo apoio foi determinante para o desenvolvimento do presente projeto de investigação.

Por fim, deixo uma palavra de profundo reconhecimento à minha família e colegas, pelo apoio, incentivo e presença constante ao longo de todo o percurso académico.

Resumo

O presente projeto investiga o potencial da digitalização no reforço da eficácia, da equidade territorial, da inovação pedagógica e na flexibilidade do ensino de conteúdos do *Programa Escola Azul*, iniciativa de referência internacional na promoção da Literacia do Oceano em Portugal. Com base na premissa de que as ferramentas digitais podem contribuir para mitigar desigualdades geográficas e temáticas no acesso à Literacia do Oceano, o presente estudo propõe uma reflexão crítica sobre os caminhos possíveis para a digitalização do *Programa Escola Azul*.

O estudo recorre a uma abordagem metodológica de natureza mista. A vertente quantitativa tem por base a exploração da base de dados portuguesa do *International Ocean Literacy Survey* (IOLS), aplicada entre 2019 e 2021 a 746 alunos dos 12 aos 18 anos, o que possibilitou calcular o desempenho médio (49,6% de acertos) e identificar fragilidades específicas, com destaque para nível de acerto baixo dos Princípios da Literacia do Oceano 5 e 7. A dimensão qualitativa tem como base a realização de entrevistas semiestruturadas com responsáveis dos Programas *Escola Azul* e do *Kids Dive VR*, complementada com interações exploratórias com especialistas nacionais e internacionais da Literacia do Oceano.

A análise de dois casos de estudo — *Ocean School* (Canadá) e *Kids Dive VR* (Portugal) — permitiu evidenciar que metodologias imersivas, suportadas por tecnologias digitais, têm potencial comprovado para aumentar o envolvimento, a retenção do conhecimento e a adoção de atitudes pró-oceano. Este projeto propõe que a digitalização do *Programa Escola Azul* constitua uma via complementar estratégica para reforçar os seus efeitos e alargar a participação cívica em torno do oceano, em consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Palavras-chave: Literacia do Oceano; Escola Azul; Digitalização; Educação Ambiental; Gamificação.

Abstract

This project explores the potential of digitalisation to enhance the effectiveness, territorial equity, pedagogical innovation, and flexibility in the delivery of content within the Blue School Programme—an internationally recognised initiative for promoting Ocean Literacy in Portugal. Based on the premise that digital tools—such as virtual reality, 360° video, and collaborative platforms—can help mitigate both geographical and thematic inequalities in access to ocean literacy, the study proposes a critical reflection on the pathways for the digital transformation of the Blue School Programme.

The research adopts a mixed-methods approach. The quantitative component draws on the Portuguese dataset of the *International Ocean Literacy Survey* (IOLS), administered between 2019 and 2021 to 746 students aged 12 to 18. This analysis enables the calculation of average performance (49.6% correct responses) and the identification of specific weaknesses, particularly in Ocean Literacy Principles 5 and 7. The qualitative component is based on semi-structured interviews with coordinators of the *Blue School Programme* and the *Kids Dive VR* project, complemented by exploratory interactions with national and international experts in the field of ocean literacy.

The analysis of two case studies — *Ocean School* (Canada) and *Kids Dive VR* (Portugal) — highlights that immersive methodologies supported by digital technologies have proven potential to enhance engagement, knowledge retention, and the adoption of pro-ocean behaviours. This project argues that the digitalisation of the Blue School Programme represents a strategic and complementary pathway to amplify its impact and expand civic participation around the ocean, in alignment with the Sustainable Development Goals (SDGs).

Keywords: Ocean Literacy; Blue School; Digitalisation; Environmental Education; Gamification.

Lista de Siglas e Abreviaturas

ANOVA - Análise de Variância

APA - Agência Portuguesa do Ambiente

AR - Realidade Aumentada (Augmented Reality)

C2EA - Centro de Competência em Economia Azul

COI - Comissão Oceanográfica Intergovernamental

COVID-19 - Coronavirus Disease 2019

CPLP - Comunidade dos Países de Língua Portuguesa

DGE - Direção-Geral da Educação

DGPM - Direção-Geral da Política do Mar

DOSI - Deep Ocean Stewardship Initiative

EMSEA - European Marine Science Educators Association

ENEA - Estratégia Nacional de Educação Ambiental

ENM - Estratégia Nacional para o Mar

IAEA - International Atomic Energy Agency

IOC-UNESCO - Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO

IOLS - International Ocean Literacy Survey

IPBES - Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change

ISCTE - Instituto Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa

ISPA - Instituto Superior de Psicologia Aplicada

IUCN - International Union for Conservation of Nature

MARE - Centro de Ciências do Mar e do Ambiente

NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration

ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development

ONGs - Organizações Não Governamentais

ONU - Organização das Nações Unidas

OSPAR - Oslo and Paris Conventions

PRR - Plano de Recuperação e Resiliência

RGPD - Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados

SPSS - Statistical Package for the Social Sciences

TEIP - Territórios Educativos de Intervenção Prioritária

TIC - Tecnologias de Informação e Comunicação

UE - União Europeia

UNEP - United Nations Environment Programme

UNESCO - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

UVR - Realidade Virtual Subaquática (Underwater Virtual Reality)

VR - Realidade Virtual (Virtual Reality)

Índice

Introdução.....	1
CAPÍTULO 1	3
O Oceano e os Seus Desafios: Serviços, Impactos e Pressões	3
1.1 O que o Oceano nos oferece: Serviços Ecossistémicos.....	3
1.2 Atividades humanas que impactam negativamente o Oceano.....	4
1.3 Desafios atuais resultantes das pressões humanas sobre o Oceano	5
CAPÍTULO 2	9
Literacia do Oceano: Revisão de Literatura, Fundamentos e Integração Educativa	9
2.1 Fundamentação teórica e revisão da literatura no domínio da Literacia do Oceano	9
2.1.1 Origens e institucionalização da Literacia do Oceano: Princípios essenciais e conceitos fundamentais	9
2.1.2 Evolução conceptual da Literacia do Oceano e contributos da Educação Ambiental e do Desenvolvimento Sustentável	10
2.1.3 Equidade, inclusão e desafios futuros na Literacia do Oceano, inclusão e justiça social..	12
2.2 Fundamentação epistemológica e estratégica da integração da Literacia do Oceano nos sistemas educativos	13
2.2.1 Competências transversais, cidadania oceânica ativa e comportamentos sustentáveis.....	13
2.2.2 Sustentabilidade, resiliência socioecológica e alinhamento com agendas globais.....	14
2.2.3 Desafios contemporâneos: economia azul, inovação e inclusão	14
CAPÍTULO 3	15
Metodologia da investigação e resultados do <i>IOLS</i> em Portugal	15
3.1 Metodologia.....	15
3.1.1 Enquadramento Epistemológico e Desenho de Investigação	15
3.1.2 <i>International Ocean Literacy Survey</i> : dados, instrumentos e análise estatística.....	16
3.1.3 Fase Qualitativa – participantes, recolha e análise de dados.....	18
3.2 <i>International Ocean Literacy Survey</i>	19
3.2.1 Aplicação do <i>IOLS</i> em Portugal: metodologia, amostra e estrutura analítica	19
3.2.2 Resultados estatísticos globais: descrição e interpretação.....	21
3.2.3 Análise Comparativa <i>Litoral vs. Interior</i> e desempenho por Princípio da Literacia do Oceano	22
3.2.4 Discussão e Implicações dos Resultados.....	25
CAPÍTULO 4	27
Inovação Digital em Literacia do Oceano: Estudos de Caso e Estratégias para a Digitalização do Programa Escola Azul.....	27

4.1	Inovação educativa e Literacia do Oceano: o potencial transformador das tecnologias digitais	27
4.1.1	<i>Ocean School</i> como Referência Internacional em Literacia do Oceano Digital	27
4.1.2	Gamificação e Literacia do Oceano: Um Estímulo Cognitivo e Emocional para a Educação Ambiental	28
4.1.3	Tecnologias Imersivas Catalisadoras de Mudança de Atitudes na Literacia do Oceano	28
4.1.4	<i>iMARECULTURE</i> : Tecnologias Imersivas para Património Cultural Subaquático	30
4.1.5	<i>Kids Dive VR (MARDIVE)</i> : inovação digital para a Literacia do Oceano em Portugal	30
4.1.5.1	Motivação e enquadramento	31
4.1.5.2	Estrutura, metodologia e inovação pedagógica do <i>Kids Dive VR</i>	31
4.1.5.3	Alcance, impacto e resultados do <i>Kids Dive VR</i>	32
4.1.5.4	Potencial de replicação, limitações e investigação futura	32
4.2	Digitalização do <i>Programa Escola Azul</i>	33
4.2.1	Enquadramento histórico, objetivos e princípios orientadores do <i>Programa Escola Azul</i>	33
4.2.2	Modelo de funcionamento, <i>stakeholders</i> e implementação do programa	35
4.2.3	Integração curricular e barreiras à digitalização: considerações finais	37
4.2.4	Evidências dos Estudos de Avaliação sobre Digitalização e Inovação Tecnológica	38
CAPÍTULO 5		39
Digitalização do Programa Escola Azul: Síntese dos Resultados, Diálogo com a Literatura e Conclusões		39
5.1	Enquadramento e Estratégia de integração dos resultados	39
5.1.1	Resultados quantitativos, contexto geográfico e fase de implementação	39
5.1.2	Evidências qualitativas em diálogo com modelos conceptuais	39
5.1.3	Integração com a revisão de literatura e resposta final	40
5.1.3.1	Correspondência entre fragilidades do <i>IOLS</i> e focos do <i>Programa Escola Azul</i>	40
5.1.3.2	Potencial da digitalização	41
5.1.4	Limitações e recomendações	42
5.1.5	Conclusão	43
Referências Bibliográficas		45
Anexo A – Matriz de Correspondência Princípios e Conceitos da Literacia do Oceano		57
Anexo B – As dez dimensões propostas por McKinley et al. (2023), que expandem o conceito de Literacia do Oceano		59
Anexo C – Guião da Entrevista Estudo de Caso <i>Kids Dive VR</i>		61
Anexo D – Guião de entrevista — Equipa do <i>Programa Escola Azul</i>		63
Anexo E – Guião da Entrevista Aplicação do <i>Survey IOLS</i> em Portugal		69
Anexo F – <i>Output SPSS</i> Estatísticas Descritivas da Amostra (<i>IOLS-PT</i>)		79
Anexo G – <i>Output SPSS Teste t</i> para Comparação <i>Litoral</i> vs <i>Interior</i>		81

Anexo H – Output SPSS ANOVA de Medidas Repetidas por Princípio da Literacia do Oceano.....	83
Anexo I – Guia Prático – Proposta de trabalho para implementação do Plano Estratégico de Digitalização do Programa Escola Azul.....	89

Índice de figuras

Figura 3.1 - Estrutura conceptual da investigação - Estrutura metodológica da investigação – representação esquemática da aplicação de métodos mistos sequencial-explicativos, integrando análises quantitativas e qualitativas, conduzindo à triangulação e conclusões	15
Figura 5.1 - Modelo lógico da digitalização do <i>Programa Escola Azul</i> – representação esquemática da relação entre ferramentas digitais (<i>inputs</i>) e resultados esperados (<i>outputs</i>), evidenciando o potencial da digitalização para reforçar a Literacia do Oceano.....	42

Índice de quadros

Quadro 3.1 - Participantess da fase qualitativa – grupos, critérios de seleção e formas de contacto.....18

Introdução

O Oceano, enquanto sistema fundamental à vida na Terra, assume um papel central na regulação do clima, na preservação da biodiversidade e na qualidade de vida humana. No entanto, enfrenta, atualmente, ameaças sem precedentes, com as mudanças climáticas, com a degradação de ecossistemas, a exploração excessiva de recursos e a contaminação marinha. Estes desafios não se limitam à esfera ambiental, mas também à esfera da educação, pois exigem cidadãos conscientes e participativos.

Neste contexto, a Literacia do Oceano afirma-se como conceito estruturante da educação para a sustentabilidade. A sua concretização prática exige não apenas o domínio de conhecimentos científicos, mas também a capacidade de agir com responsabilidade e discernimento em relação às questões marinhas.

Portugal, com uma das mais vastas Zonas Económicas Exclusivas da Europa e uma forte herança marítima, assumiu, em 2017, um papel de vanguarda ao criar o *Programa Escola Azul*, tendo sido reconhecido pela Organização das Nações Unidas (ONU) para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) como exemplo de boas práticas. No entanto, persistem desafios importantes, nomeadamente a concentração geográfica no litoral das escolas certificadas e a abordagem desigual dos sete Princípios da Literacia do Oceano, com implicações na equidade e abrangência do Programa.

O presente projeto investiga o potencial da digitalização como via para superar estes constrangimentos, propondo uma análise crítica da sua integração estratégica no *Programa Escola Azul*. A hipótese central é que o recurso a tecnologias digitais — como realidade virtual, vídeos 360º, gamificação e plataformas colaborativas — pode ampliar o alcance territorial e pedagógico do programa, reforçando a eficácia das aprendizagens e fomentando a justiça educativa.

Para tal, recorreu-se a uma metodologia mista. A vertente quantitativa analisa dados do *International Ocean Literacy Survey* (IOLS), aplicado a 746 alunos portugueses dos 12 aos 18 anos, identificando padrões de desempenho global e por Princípio da Literacia do Oceano. A vertente qualitativa explora percepções e práticas de atores-chave através de entrevistas às equipas do *Programa Escola Azul* e do *Kids Dive VR*, bem como ao estudo aprofundado do *Ocean School* (Canadá).

A dissertação estrutura-se em cinco capítulos: o primeiro é referente aos serviços ecossistémicos, impactos e pressões sobre o Oceano; o segundo explora os fundamentos da Literacia do Oceano e a respetiva integração educativa; o terceiro efetua a descrição metodológica e apresenta os resultados do IOLS em Portugal, o quarto analisa estudos de caso e estratégias de inovação digital aplicadas à Literacia do Oceano; e o quinto sintetiza os resultados, estabelece o diálogo com a literatura e apresenta as conclusões.

CAPÍTULO 1

O Oceano e os Seus Desafios: Serviços, Impactos e Pressões

1.1 O que o Oceano nos oferece: Serviços Ecossistémicos

O Oceano, sendo o maior sistema natural do planeta, é, também, essencial para a manutenção da vida, do equilíbrio climático, do bem-estar humano e do desenvolvimento económico, social e cultural das sociedades.

O Oceano cobre cerca de 71% da superfície da Terra e contém aproximadamente 97% da água do planeta (IOC-UNESCO, 2022). Desempenha um papel fundamental como regulador climático global e é responsável por gerar mais de 50% do oxigénio que respiramos (NOAA, 2024), sobretudo devido à atividade do fitoplâncton e das microalgas marinhas, que realizam fotossíntese e sustentam cadeias alimentares complexas (Yee et al., 2023), um contributo frequentemente subvalorizado na percepção pública, onde as florestas terrestres ainda são vistas como o “pulmão” do planeta. Opera como reservatório térmico, absorve, armazena e redistribui calor, carbono e água, influenciando padrões meteorológicos e climáticos em escala planetária — fenómenos como *El Niño* e a circulação termohalina são exemplos do impacto do Oceano não apenas no clima, mas também na estabilidade dos ecossistemas terrestres (Ocean & Climate Platform, 2023; IOC-UNESCO, 2017).

Para além de regular o clima, o Oceano oferece uma diversidade de recursos naturais de enorme valor económico. Constitui uma importante uma fonte de alimentos, sobretudo através das pescas e da aquicultura (Pereira, 2022; Joshi, 2024), que sustentam a segurança alimentar global e a subsistência de milhões de pessoas (Santoro et al., 2020).

O Oceano tem um papel crescente na biotecnologia marinha e na indústria farmacêutica: muitos medicamentos atuais derivam de compostos naturais extraídos de organismos marinhos, com destaque para compostos bioativos de organismos marinhos usados em tratamentos de doenças e desenvolvimento da biotecnologia (Frontiers in Pharmacology, 2024; MAREX Project, 2014; Rotter et al., 2021).

Para além dos alimentos e dos avanços em saúde, o Oceano também disponibiliza recursos energéticos (petróleo, gás e energias renováveis), minerais, água doce (via ciclo da água) e o seu potencial económico estende-se à energia renovável (eólica offshore, energia das ondas), ao turismo costeiro e marítimo e ao transporte marítimo internacional — elemento-chave do comércio global (OECD, 2016; INEGI, 2021; Nova SBE, 2017).

Os bens e serviços atingem valores económicos elevados e são responsáveis por milhões de empregos, sendo, por essa via, vitais para o desenvolvimento de muitas nações, especialmente as costeiras (OECD, 2016; OECD, 2025).

Neste contexto integrado, destaca-se o conceito de economia azul sustentável, acentuando a necessidade de conciliar o benefício económico dos recursos marinhos com a preservação ecológica destes (Comissão Europeia, 2021; C2EA, 2023; Copernicus Marine Service, 2024).

O valor do Oceano não se esgota nos recursos económicos: igualmente crucial é a sua função na manutenção da biodiversidade e dos ciclos ecológicos.

O Oceano alberga cerca de 80% da vida no planeta, com uma diversidade de *habitats* e espécies que sustentam cadeias alimentares complexas e a resiliência dos ecossistemas (WHOI, 2024; PHAROS Project, 2024). Os ecossistemas como recifes de coral, pradarias marinhas, mangais e florestas de kelp oferecem abrigo e alimento a inúmeras espécies e desempenham funções cruciais na purificação da água, proteção costeira, reciclagem de nutrientes e manutenção dos ciclos biogeoquímicos (IUCN, 2009; The Coral Planters, 2024; Ferrario et al., 2016).

Para além dos serviços materiais, o Oceano é uma fonte de inspiração artística, literária e científica, desempenhando um papel central em tradições, identidades culturais e atividades de lazer, turismo e recreação (Frontiers in Marine Science, 2020; Ethics in Science & Environmental Politics, 2021). O contacto com o Oceano está associado ao bem-estar psicológico e à promoção da saúde física (PMC, 2024; Nichols, 2014).

Por último, cumpre referir que o Oceano constitui um vasto campo de oportunidades para a investigação científica e tecnológica, nomeadamente no que respeita a novas descobertas e soluções para desafios ambientais e de saúde, pois menos de 5% do Oceano foi explorado em detalhe (Times Life, 2025; Frontiers in Marine Science, 2020).

1.2 Atividades humanas que impactam negativamente o Oceano

O Oceano enfrenta pressões crescentes decorrentes de múltiplas atividades humanas, intensificadas nas últimas décadas. Estas pressões comprometem a sua saúde, biodiversidade e capacidade de fornecer serviços ecossistémicos essenciais, provocando impactos negativos profundos e cumulativos (Frontiers in Ocean Sustainability, 2024; Nature, 2025; Science, 2019).

A poluição marinha, especialmente por plásticos de origem terrestre, constitui um dos principais problemas globais. A fragmentação dos plásticos origina microplásticos que são ingeridos por organismos marinhos em diversos níveis tróficos, com consequências ecológicas e para a saúde humana (Thompson et al., 2024; Elsevier, 2024; Frontiers in Marine Science, 2024).

A má gestão de resíduos sólidos, aliada à falta de consciencialização e à poluição química (descargas industriais, agrícolas e urbanas) contribuem para a degradação dos ecossistemas marinhos,

afetando *habitats*, biodiversidade e a saúde humana (UNEP, 2024; Frontiers in Sustainability, 2024; PMC, 2022).

A descarga excessiva de nutrientes, em particular nitrogénio e fósforo, constitui também um impacto significativo, provocando fenómenos de eutrofização em zonas costeiras (Copernicus Marine Service, 2024; Frontiers in Ocean Sustainability, 2023; Howarth & Marino, 2006). Este processo resulta na proliferação de algas nocivas, na redução dos níveis de oxigénio dissolvido e na morte de organismos marinhos sensíveis, com impacto na biodiversidade e nos serviços ecossistémicos (OSPAR, 2020; Copernicus Marine Service, 2024).

Além da poluição marinha, outra pressão antropogénica de grande magnitude é a sobrepesca e demais práticas insustentáveis.

A sobrepesca representa um dos principais fatores de pressão sobre os recursos marinhos, levando à redução de *stocks* pesqueiros, perda de biodiversidade e desequilíbrio das cadeias alimentares e dos ecossistemas. Cerca de um terço dos *stocks* de pesca encontra-se sobre-explorado, com impactos diretos na segurança alimentar e no rendimento das comunidades dependentes do mar. Práticas de pesca insustentáveis, como a pesca ilegal e destrutiva, agravam a degradação dos *habitats* (Our World in Data, 2021; Marine Biodiversity, 2025; Frontiers in Marine Science, 2022; NOAA Fisheries, 2025).

Adicionalmente, as alterações morfológicas das zonas costeiras configuram outro fator de degradação dos ecossistemas marinhos, as zonas costeiras, de grande importância socioeconómica e ecológica, encontram-se particularmente vulneráveis às pressões humanas (Ocean Panel, 2022; APRH, 2020; Riscos.pt, 2018).

O crescimento de infraestruturas urbanas, industriais e portuárias, a dragagem, a mineração e o turismo não controlado levam à degradação e fragmentação de *habitats* costeiros e marinhos, como recifes de coral, pradarias marinhas e mangais. A perda de *habitats* reduz a biodiversidade, compromete a proteção costeira e diminui a capacidade de regeneração dos ecossistemas (Europarl, 2024; CredCarbo, 2025).

Para lá destas ameaças, emergem ainda pressões menos visíveis, como a poluição sonora submarina. O ruído submarino da navegação, da exploração petrolífera e de atividades industriais, afeta a comunicação, navegação e reprodução de várias espécies marinhas, em especial cetáceos. Estes distúrbios sonoros constituem uma ameaça crescente para a integridade dos ecossistemas marinhos (Duarte et al., 2021; OceanCare, 2021; EMSA, 2024).

1.3 Desafios atuais resultantes das pressões humanas sobre o Oceano

Compreender a natureza e a gravidade das pressões humanas sobre o Oceano é essencial para promover uma cidadania mais informada e para apoiar políticas públicas eficazes.

Neste contexto, a Literacia do Oceano desempenha um papel estratégico na sensibilização e mobilização social, reforçando a ligação entre conhecimento científico e ação.

As alterações climáticas, impulsionadas pelas emissões de gases com efeito de estufa, estão a provocar o aquecimento das águas oceânicas, acidificação, alterações na química do Oceano e elevação do nível do mar (IPCC AR6, 2021; Copernicus Ocean State Report, 2024; IAEA, 2022). Estes processos afetam negativamente organismos calcificantes, como corais e moluscos, comprometendo cadeias alimentares e ecossistemas inteiros (Kroeker et al., 2013; IPCC AR6, 2021). Fenómenos como El Niño tornam-se mais intensos e frequentes, agravando a instabilidade dos sistemas marinhos (Climate Signals, 2020; Tyndall Centre, 2021).

Verifica-se igualmente uma acentuada perda de biodiversidade e degradação de ecossistemas. A pressão cumulativa de poluição, sobre pesca, destruição de *habitats* e alterações climáticas tem conduzido a uma acentuada perda de biodiversidade marinha e à degradação dos ecossistemas oceânicos. Apenas 13% do Oceano permanece intacto, com muitas espécies e *habitats* em risco, o que ameaça a resiliência ecológica e a sustentabilidade dos serviços ecossistémicos (Jones et al., 2018; IPBES, 2024; IPCC, 2021).

Outra dimensão crítica é a poluição e o lixo marinho, cujos impactos afetam também a saúde humana. A poluição do Oceano, em especial por plásticos e substâncias químicas, constitui um dos desafios ambientais mais prementes (Eriksen et al., 2014; Thompson et al., 2024; UNEP, 2025).

Os plásticos afetam a fauna marinha por ingestão ou emaranhamento, enquanto os poluentes químicos comprometem a qualidade da água e a saúde dos organismos marinhos (PMC, 2020; Ocean Protection, 2019).

Estas pressões ambientais acarretam igualmente repercussões no tecido social e económico, aumentando a vulnerabilidade alimentar e económica de muitas comunidades. A degradação dos ecossistemas marinhos e a diminuição dos *stocks* pesqueiros ameaçam a segurança alimentar, os rendimentos e o emprego de comunidades costeiras e dependentes do mar. Setores como a pesca, aquacultura e turismo enfrentam riscos económicos crescentes, agravados pela instabilidade dos ecossistemas e pela falta de dados científicos robustos para apoiar decisões de gestão sustentável (FAO, 2024; OECD, 2025; IPCC, 2022).

Paralelamente, subsistem lacunas de conhecimento e percepção que dificultam a mobilização para a ação. Persistem lacunas significativas no conhecimento científico sobre o Oceano, dificultando a gestão eficaz dos recursos e a implementação de políticas sustentáveis. A distância psicológica e emocional em relação ao Oceano, a baixa percepção pública dos desafios e a ausência de sentido de urgência limitam a mobilização social e política necessária para enfrentar os problemas atuais (DOSI, 2024; UNESCO, 2023; Back to Blue, 2025; PMC, 2020).

Acresce, ainda, que os défices de governança e a fraca percepção pública agravam a dificuldade de responder eficazmente a estes desafios. A fragmentação das políticas, a falta de integração de saberes locais e científicos, e a insuficiente participação cívica dificultam a resposta coordenada aos desafios oceânicos. A necessidade de desenvolver capacidades transformadoras e de promover uma cidadania

oceânica ativa é amplamente reconhecida como condição essencial para a sustentabilidade (Ocean & Climate Platform, 2023; OECD, 2025; Frontiers in Marine Science, 2023).

Estas fragilidades — políticas fragmentadas, integração incipiente de saberes e participação cívica limitada — não são problemas isolados; antes alimentam e são alimentadas por deficiências estruturais de governança, pelo fraco ou inexistente alinhamento de políticas e pela fraca percepção pública das consequências das ações humanas. A ausência de dados robustos limita a capacidade de gestão eficaz dos recursos marinhos e dificulta a implementação de políticas sustentáveis (Nature, 2023; UN, 2021; World Bank, 2024; Prism, 2025).

Não obstante as limitações, têm sido desenvolvidas em Portugal iniciativas relevantes no domínio da digitalização educativa. Das políticas públicas destacam-se o Plano de Ação para a Transição Digital e o Programa Escola Digital (com financiamento PRR), que preveem a integração de tecnologias no ambiente educativo (capacitação de escolas e professores).

CAPÍTULO 2

Literacia do Oceano: Revisão de Literatura, Fundamentos e Integração Educativa

2.1 Fundamentação teórica e revisão da literatura no domínio da Literacia do Oceano

A Literacia do Oceano tem-se vindo a consolidar nas últimas duas décadas como um conceito fundamental no quadro da educação ambiental e para a sustentabilidade. Reflete uma evolução conceptual significativa e uma crescente complexificação das suas dimensões.

2.1.1 Origens e institucionalização da Literacia do Oceano: Princípios essenciais e conceitos fundamentais

As primeiras conceções do conceito de Literacia do Oceano tiveram origem no contexto de iniciativas educativas nos Estados Unidos da América, no início dos anos 2000, motivadas por grupos de cientistas marinhos e educadores inquietos com o défice de conhecimento público sobre o Oceano e com a ausência destes temas nos currículos escolares (Cava et al., 2005; Schoedinger et al., 2010; McKinley et al., 2023).

A Literacia do Oceano, institucionalizada nos Estados Unidos em 2004, traduziu-se no desenvolvimento de um quadro orientador destinado a promover a integração das ciências do Oceano na educação formal. Este movimento rapidamente inspirou iniciativas internacionais e conduziu à definição dos sete Princípios essenciais e 45 conceitos fundamentais (Cava et al., 2005; Schoedinger et al., 2010; EMSEA, n.d.).

Portugal foi precursor na tradução e adaptação destes sete Princípios à realidade nacional, através de projetos como o *Programa Escola Azul*, reconhecido internacionalmente (Costa & Faria, 2024; Costa et al., 2021; Rodrigues et al., 2021).

O *Programa Escola Azul* (implementado como projeto-piloto no ano letivo de 2017/2018) foi inicialmente coordenado pela Dr.^a Raquel Lorenz Costa e constitui um modelo de referência para a promoção da Literacia do Oceano em Portugal, integrando dimensões científicas, culturais e éticas na educação oceânica e alinhando-se com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (Costa & Faria, 2025; Costa et al., 2021).

A UNESCO, por intermédio da Comissão Oceanográfica Intergovernamental (COI), impulsionou a Literacia do Oceano para uma abordagem holística e multidisciplinar, fomentando a sua inclusão em políticas públicas e currículos escolares, e harmonizando-a com a Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável (2021-2030) e os ODS, em especial o ODS 14 (Vida Marinha), ODS 4 (Educação de Qualidade) e ODS 13 (Ação Climática) (IOC-UNESCO, 2021; UNESCO, 2023; EMSEA, 2024).

O *framework* da Literacia do Oceano, define sete Princípios essenciais suportados por 45 conceitos fundamentais que constituem o conhecimento oceânico fundamental para todos os cidadãos (Cava et al., 2005). Esta estrutura conceptual resulta de uma colaboração extensiva entre cientistas e educadores marinhos, proporcionando uma base científica sólida para a educação oceânica global (Santoro et al., 2018). Os Princípios e os respetivos conceitos fundamentais encontram-se discriminados no Anexo A, onde se apresenta a estrutura completa do *framework* da Literacia do Oceano.

2.1.2 Evolução conceptual da Literacia do Oceano e contributos da Educação Ambiental e do Desenvolvimento Sustentável

A Literacia do Oceano é hoje reconhecida como um conceito dinâmico, multidimensional e em permanente evolução.

Inicialmente centrada na educação formal e na transmissão de conhecimentos fundamentais sobre o funcionamento do Oceano, a Literacia do Oceano evoluiu para uma visão holística e transdisciplinar. A Literacia do Oceano tem vindo a evoluir, afastando-se progressivamente de um conceito exclusivamente associado à educação formal. Atualmente, constitui uma abordagem mais abrangente, orientada para toda a sociedade, com o objetivo de fomentar ações em prol da sustentabilidade do Oceano (McKinley et al., 2023; UNESCO, 2020).

McKinley et al. (2023) propõem um modelo expandido, identificando dez dimensões fundamentais da Literacia do Oceano: conhecimento, consciencialização, atitude, comportamento, ativismo, comunicação, ligação emocional, acesso e experiência, capacidade adaptativa e confiança e transparência. Estas dimensões procuram refletir a complexidade das relações humanas com o Oceano e a necessidade de integrar múltiplos saberes, valores, emoções e experiências.

As dez dimensões propostas por McKinley et al. (2023), que expandem o conceito de Literacia do Oceano, encontram-se descritas detalhadamente no Anexo B.

Esta abordagem multidimensional reflete o desenvolvimento de ferramentas e abordagens eficazes que permitam transformar o conhecimento sobre o Oceano em mudanças comportamentais significativas e em ações concretas em prol da sustentabilidade do Oceano e constitui um elemento central no avanço da Literacia do Oceano (McKinley et al., 2023).

Assim, a Literacia do Oceano consolida-se hoje como uma ferramenta indispensável para promover uma relação mais consciente, responsável e sustentável entre os seres humanos e o Oceano, alinhada com os objetivos globais de sustentabilidade (UNESCO/IOC, 2022; Nature, 2023; *Frontiers in Marine Science*, 2025).

A Literacia do Oceano integra-se na tradição mais vasta da Educação Ambiental e da Educação para o Desenvolvimento Sustentável, cujos princípios e abordagens fornecem uma base conceptual e metodológica sólida para o seu desenvolvimento.

A Educação Ambiental é reconhecida como um processo contínuo e transformador, essencial para formar cidadãos críticos, conscientes e participativos na construção de sociedades sustentáveis (Stapp, 1969). Desde a sua definição inicial como meio de desenvolver responsabilidade ambiental e literacia ecológica, a Educação Ambiental evoluiu para um paradigma centrado na ação informada e na integração das dimensões ecológica, social, económica, política e cultural (Conferência de Belgrado, 1975; UNESCO/PNUMA, 1977).

A *Declaração de Tbilisi* (1977) reforçou a importância de integrar a Educação Ambiental em todos os contextos educativos — formal, não formal e informal — promovendo participação democrática, valores sustentáveis e capacitação cidadã para enfrentar os desafios ambientais globais e locais.

Este percurso consolidou-se na Conferência do Rio (1992), através da *Agenda 21*, que reconheceu o papel da Educação Ambiental na promoção da justiça social, da consciência ecológica e na reorientação de políticas e práticas económicas e ambientais.

Em Portugal, este enquadramento reflete-se na *Estratégia Nacional de Educação Ambiental 2020* (ENEA 2020), que orienta a ação educativa em torno de três eixos estratégicos: valorização do território, descarbonização da sociedade e transição para uma economia circular (APA, 2017).

A Educação para o Desenvolvimento Sustentável complementa e expande estas bases, tendo sido formalmente impulsionada pelo *Relatório Brundtland* (1987), que definiu sustentabilidade como a capacidade de atender às necessidades presentes sem comprometer as gerações futuras.

A Educação para o Desenvolvimento Sustentável assume um papel transformador, integrando princípios, valores e práticas que promovem sociedades justas, inclusivas e ambientalmente equilibradas (UNESCO, 2005).

A Agenda 2030 das Nações Unidas, com os seus 17 ODS, reforça esta visão de um desenvolvimento que equilibra crescimento económico, coesão social e proteção ambiental (Nações Unidas, 2015). A Educação para o Desenvolvimento Sustentável enfatiza a necessidade de desenvolver competências transversais, como pensamento crítico, empatia e participação democrática, essenciais para operacionalizar os princípios da sustentabilidade em práticas concretas (Kioupi & Voulvoulis, 2019; Sterling et al., 2019).

Neste quadro, a Literacia do Oceano emerge como uma aplicação específica e aprofundada destes paradigmas educativos ao domínio marinho. Tal como mapeado por Fauville et al. (2018) e UNESCO (2017), a Literacia do Oceano requer metodologias pedagógicas transformadoras, capazes de fomentar consciência ambiental, cidadania ativa e comportamentos sustentáveis, em linha com os desafios definidos pela Agenda 2030 (Nações Unidas, 2015) e com os Objetivos da Década da Ciência Oceânica da Organização das Nações Unidas (ONU) (IOC-UNESCO, 2021).

Assim, a evolução da Literacia do Oceano não se dissocia das bases epistemológicas e metodológicas da Educação Ambiental e da Educação para a Sustentabilidade. Ao contrário, aprofundadas e contextualiza-as face aos desafios e oportunidades únicos do Oceano, contribuindo para a formação de cidadãos críticos, conscientes e preparados para participar ativamente na construção de sociedades resilientes, inclusivas e ambientalmente responsáveis (Santoro et al., 2018; McKinley et al., 2023).

2.1.3 Equidade, inclusão e desafios futuros na Literacia do Oceano, inclusão e justiça social

A evolução da Literacia do Oceano implica uma atenção crescente à equidade, diversidade e inclusão, identificando a importância de incluir populações do litoral e do interior, grupos tradicionalmente excluídos, e de adaptar estratégias a diferentes contextos socioculturais (UNESCO, 2023; One Ocean Hub, 2023; EuroGOOS, 2024). A Literacia do Oceano é vista como ferramenta para justiça azul, diplomacia científica e construção de comunidades resilientes (Cohen et al., 2020; Blythe et al., 2025; Fouda et al., 2021).

Para além das considerações de equidade e inclusão, subsistem entraves como a consciencialização de uma identidade única para a Literacia do Oceano, a integração efetiva nos currículos, a capacitação de educadores, aspetos detalhados por Costa (2020) no documento *Literacia do Oceano para Todos*, a avaliação dos resultados das ações, e a superação de barreiras estruturais e contextuais (Fauville et al., 2018; UNESCO, 2025; ProBleu, 2024). A Literacia do Oceano é chamada a responder às complexidades das relações sociedade-Oceano, à necessidade de transformação social e à urgência climática global (McKinley et al., 2023; Cohen et al., 2020; OECD, 2025).

O rumo aponta para uma Literacia do Oceano progressivamente mais aberta, colaborativa, adaptativa e orientada para a ação, integrando múltiplas dimensões, vozes e saberes, com vista à construção de uma cidadania oceânica global, crítica e transformadora. Este movimento implica uma transição da transmissão de conhecimento para a cocriação de sentido e para o fortalecimento de capacidades individuais e coletivas que promovam a agência, a resiliência e a justiça socioecológica nas interações entre as sociedades humanas e os sistemas oceânicos.

Para que este paradigma se consolide de forma estrutural e duradoura, torna-se necessário reforçar a sua ancoragem nos quadros jurídicos e estratégicos nacionais, atribuindo-lhe peso político efetivo — nomeadamente através da inclusão explícita na legislação e nas políticas públicas, da criação de mecanismos de governação dedicados, da mobilização de atores políticos de alto nível (como ministros e secretários de Estado com responsabilidade direta sobre esta agenda) e do fortalecimento de entidades públicas dotadas dos recursos adequados e cuja missão seja especificamente dedicada ao Oceano (IOC-UNESCO, 2021; UNESCO, 2023; McKinley, Burdon & Fletcher, 2023; Nature, 2023; EuroGOOS, 2024; OECD, 2025).

2.2 Fundamentação epistemológica e estratégica da integração da Literacia do Oceano nos sistemas educativos

A crescente consciencialização sobre os desafios ambientais globais e o papel crítico que o Oceano desempenha no equilíbrio do planeta conferem uma importância estratégica à promoção da Literacia do Oceano.

Ao dotar os cidadãos de conhecimentos, valores e competências para compreenderem a influência mútua entre o Oceano e a sociedade, a Literacia do Oceano torna-se um pilar fundamental para o desenvolvimento de uma cidadania ambientalmente responsável e para a construção de um futuro sustentável (Cava et al., 2005; Santoro et al., 2017; Fauville et al., 2018).

O presente capítulo explora as principais justificações identificadas na literatura para integrar o ensino da Literacia do Oceano nos diversos níveis de educação formal e não formal. Estas justificações refletem não só a necessidade de um conhecimento científico sólido, mas também a urgência de promover atitudes e comportamentos pró-ambientais, preparando os cidadãos para enfrentar os desafios complexos do século XXI.

2.2.1 Competências transversais, cidadania oceânica ativa e comportamentos sustentáveis

A Literacia do Oceano é essencial para formar cidadãos críticos, informados e participativos, capazes de compreender a relação interdependente entre o Oceano e a sociedade, e de agir de forma consciente e responsável face aos desafios marinhos (Cava et al., 2005; Santoro et al., 2017; Fauville et al., 2018). Neste sentido, a sua integração na educação formal, não formal e em projetos de ciência cidadã contribui para o desenvolvimento de competências transversais como o pensamento crítico, a criatividade, a comunicação, a resolução de problemas e o trabalho em equipa (McHugh et al., 2016; OECD, 2019). Esta abordagem interdisciplinar e transformadora promove a aprendizagem significativa e está alinhada com os desafios do século XXI, fomentando uma cidadania oceânica ativa e uma maior literacia científica (Working Paper IPRI-NOVA, 2020; IOC-UNESCO, 2021).

Além de fomentar competências transversais e uma cidadania oceânica ativa, a Literacia do Oceano revela-se fundamental para promover comportamentos sustentáveis e mudanças de atitudes face ao meio marinho.

A Literacia do Oceano é apresentada como uma ferramenta educativa chave para transformar conhecimento em ação, promovendo comportamentos pró-ambientais e atitudes positivas face à conservação marinha (Fauville et al., 2018; Santoro et al., 2022; O'Brien et al., 2023). O ensino estruturado e experiencial da Literacia do Oceano é considerado mais eficaz do que campanhas isoladas, pois fomenta envolvimento emocional, ligação afetiva e sentido de responsabilidade (O'Brien et al., 2023; Paredes-Coral et al., 2021; biorxiv, 2025).

2.2.2 Sustentabilidade, resiliência socioecológica e alinhamento com agendas globais

A Literacia do Oceano contribui para a sustentabilidade do Oceano ao informar decisões individuais e coletivas sobre o uso dos recursos marinhos, consumo responsável e participação em ações de conservação (Frontiers in Marine Science, 2020; UNESCO, 2017). O ensino da Literacia do Oceano é visto como essencial para garantir a saúde dos ecossistemas marinhos, a segurança alimentar, a resiliência das comunidades costeiras e a proteção do património natural (UNESCO, 2017; Working Group to implement Ocean Literacy in Chile, 2024).

Neste contexto, a Literacia do Oceano, para além de apoiar a sustentabilidade e a resiliência socioecológica, alinha-se com as agendas globais e políticas públicas de sustentabilidade. A Literacia do Oceano está alinhada com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), em particular o ODS 14 (Vida Marinha), ODS 4 (Educação de Qualidade) e ODS 13 (Ação Climática), e integra-se nas estratégias da Década da Ciência Oceânica da ONU (2021-2030) (UNESCO, 2017; Frontiers in Marine Science, 2024; Marine Board, 2017). O ensino da Literacia do Oceano é reconhecido como suporte a políticas públicas eficazes, à gestão sustentável do Oceano e à construção de comunidades resilientes (Frontiers in Marine Science, 2025; UNESCO, 2017).

2.2.3 Desafios contemporâneos: economia azul, inovação e inclusão

A economia azul sustentável exige cidadãos e profissionais preparados para enfrentar desafios complexos, inovar e utilizar tecnologias emergentes (European Commission, 2025). O ensino da Literacia do Oceano é justificado pela necessidade de desenvolver competências digitais, científicas e éticas, essenciais para a transição digital e para a empregabilidade em setores ligados ao mar (European Commission, 2025). A Literacia do Oceano é crucial em zonas interiores, onde a distância física favorece a *cegueira oceânica* (PMC, 2021; Frontiers in Marine Science, 2025). A Literacia do Oceano promove a inclusão, a equidade e a participação de grupos diversos, valorizando saberes locais, indígenas e experiências culturais diferenciadas (UNESCO, 2024; Frontiers in Ocean Sustainability, 2025).

CAPÍTULO 3

Metodologia da investigação e resultados do *IOLS* em Portugal

3.1 Metodologia

Este capítulo detalha o caminho metodológico seguido para atingir os objetivos propostos, apresentando os procedimentos e instrumentos utilizados na recolha e análise dos dados.

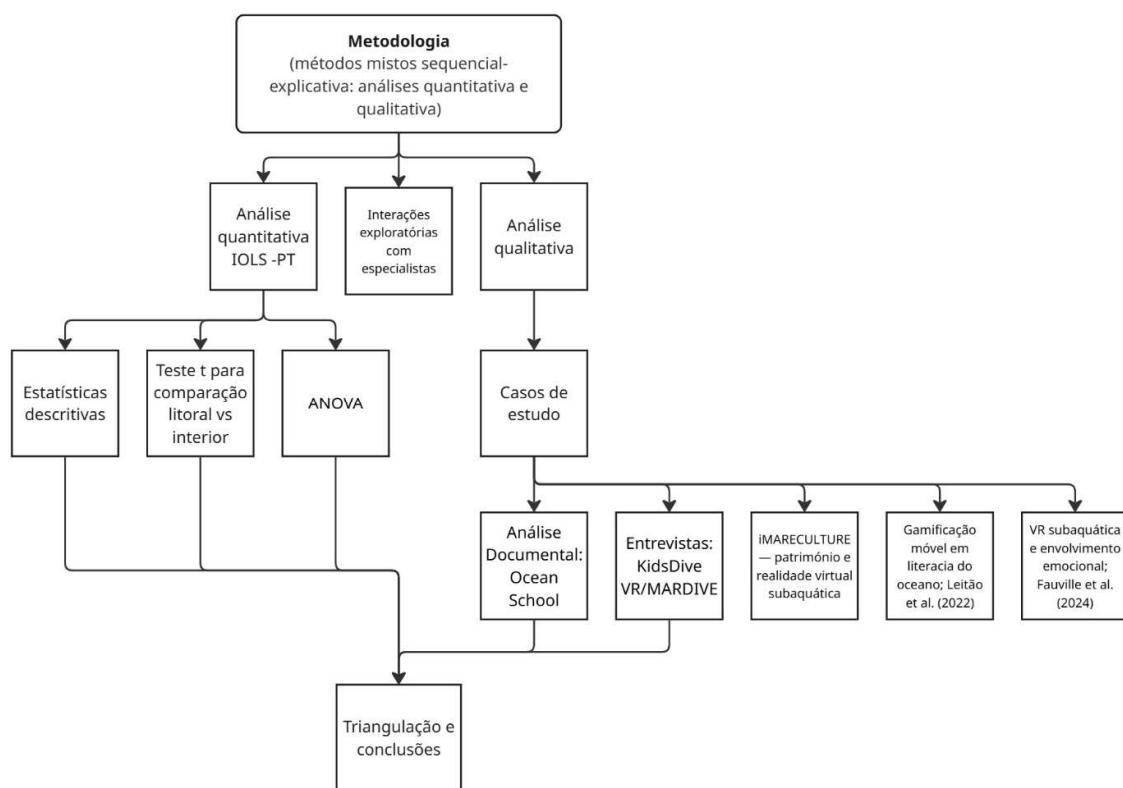


Figura 3.1 — Estrutura metodológica da investigação — representação esquemática da aplicação de métodos mistos sequencial-explicativos, integrando análises quantitativas e qualitativas, conduzindo à triangulação e conclusões

3.1.1 Enquadramento Epistemológico e Desenho de Investigação

A presente investigação adota uma abordagem de métodos mistos sequencial-explicativa, integrando, de forma complementar, a análise quantitativa e qualitativa. A componente quantitativa tem como base

dados secundários recolhidos através do IOLS, que permite identificar níveis de Literacia do Oceano dos alunos em Portugal. A análise qualitativa, baseada em pesquisa, entrevistas semiestruturadas e interações informais aprofunda os significados e contextos subjacentes aos padrões observados, permitindo triangulação interpretativa.

O presente estudo assume a forma de um estudo de caso com foco no *Programa Escola Azul*, enquanto política pública de âmbito nacional direcionada para a Literacia do Oceano, cuja potencial digitalização constitui o foco da investigação.

Foram analisados, em perspetiva comparativa, dois estudos de caso considerados como referência: o Programa *Ocean School* (Canadá), enquanto caso internacional bem estabelecido, que exemplifica a utilização estruturada de tecnologias imersivas; e o *Kids Dive VR/MARDIVE*, como exemplo nacional emergente, que aposta no uso de tecnologias digitais para promover a ligação entre os alunos e o mar.

A componente qualitativa foi ainda enriquecida por interações exploratórias com três especialistas relevantes — Raquel Costa, Emma McKinley e Matthew Cannady — cujos contributos, recolhidos por e-mail, *zoom* ou contactos informais, permitiram contextualizar, obter e interpretar dados recolhidos.

Epistemologicamente, opta-se por uma abordagem pragmática, privilegiando a combinação metodológica com base na sua aplicabilidade e capacidade de responder eficazmente aos objetivos do estudo. Parte-se do pressuposto de que os fenómenos educativos e ambientais são mensuráveis e interpretáveis, justificando a integração de técnicas de recolha e análise diversas no âmbito de um quadro analítico integrado.

3.1.2 *International Ocean Literacy Survey: dados, instrumentos e análise estatística*

Esta fase permitiu estabelecer uma base empírica sólida para analisar o nível de Literacia do Oceano entre estudantes portugueses, servindo de ponto de partida para a triangulação metodológica adotada no estudo.

A análise quantitativa recorreu à base de dados do IOLS, cedida por Matthew Cannady, da Universidade da Califórnia, em Berkeley. Esta base de dados inclui 746 registos válidos de alunos do ensino básico e secundário portugueses, recolhidos entre os anos de 2019 e 2021, que tratam de dados secundários anonimizados, disponibilizados exclusivamente para este projeto.

Verificaram-se participantes que não responderam a todas as questões do IOLS, pelo que, nas análises estatísticas inferenciais (como a Análise de Variância (ANOVA)), foram incluídos apenas os alunos com respostas completas em todos os itens pertinentes, resultando num número efetivo de $n = 719$ nestas análises.

Para as estatísticas descritivas gerais, todos os dados válidos foram considerados, ignorando apenas as entradas omissas em cada cálculo específico.

O público-alvo da investigação foram alunos com idades compreendidas entre os 12 e os 18 anos. Para efeitos de análise territorial comparativa, foi criada uma variável binária *litoral/interior*, com base no concelho da escola, seguindo a classificação definida na Portaria n.º 208/2017, de 13 de julho.

Relativamente à estrutura, o IOLS é um questionário estruturado com itens fechados de escolha múltipla ou verdadeiro/falso, que abrange os sete Princípios da Literacia do Oceano. As variáveis utilizadas foram:

- Variáveis sociodemográficas: idade (agrupada), género, concelho (*litoral/interior*).
- Variáveis de desempenho:
 - *ILO_Micro* (Índice de Literacia do Oceano): proporção de respostas corretas por aluno, calculada apenas sobre o total de respostas válidas fornecidas, excluindo as omissões. Este procedimento permite avaliar o conhecimento efetivamente demonstrado, evitando distorções provocadas por não respostas.
 - *ILO_P1* a *ILO_P7*: médias de acertos para cada um dos sete Princípios, igualmente normalizadas em função do número de respostas válidas por aluno em cada grupo de itens. A normalização permite comparações proporcionais entre Princípios com diferentes números de perguntas, assegurando a comparabilidade dos resultados.

No que tange aos procedimentos de análise estatística, o tratamento estatístico foi realizado no software IBM Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), Statistics v29, com base na base de dados IOLS Portugal previamente validada (ver subponto 3.1.1). As análises incluíram:

- Estatísticas descritivas (média, desvio-padrão, mínimo e máximo) para caracterização geral do desempenho dos estudantes;
- Teste t de Welch para comparação entre grupos (*litoral* vs. *Interior*), utilizado em substituição do teste t clássico devido à violação do pressuposto de homogeneidade das variâncias, confirmada pelo teste de *Levene* ($p < 0,001$);
- ANOVA de medidas repetidas para comparação dos desempenhos médios nos sete Princípios da Literacia do Oceano, com correção de Greenhouse-Geisser ($\varepsilon = 0,635$), aplicada após identificação de violação do pressuposto de esfericidade (teste de *Mauchly*: $p < 0,001$).

Em ambas as análises, a normalidade foi assumida com base na dimensão da amostra ($n = 746$), critério que, segundo a literatura estatística (Field, 2013), assegura robustez para a aplicação de testes paramétricos. A violação da homogeneidade das variâncias na comparação *litoral/interior* foi corrigida com o uso do teste t de Welch, e a violação da esfericidade na ANOVA foi devidamente tratada com a aplicação da correção de Greenhouse-Geisser.

Resultados principais:

- O desempenho médio global no IOLS foi de 49,6% de respostas corretas;
- Diferença *litoral/interior*: $t (60,563) = -1,859$, $p = 0,068$, IC95% $[-0,172; 0,006]$, $d = 0,260$ (efeito pequeno, segundo Cohen, 1988);

- ANOVA entre os sete Princípios: $F (6, 718) = 192,272, p < 0,001, \varepsilon_{GG} = 0,635, \eta_p^2 = 0,211$, indicando diferenças estatisticamente significativas entre os Princípios e um efeito médio-forte;
- Estas evidências sustentam a decisão metodológica de aprofundar as diferenças qualitativas entre práticas escolares e iniciativas educativas relacionadas com o Oceano, nomeadamente no âmbito do *Programa Escola Azul* e dos estudos de caso comparativos.

3.1.3 Fase Qualitativa – participantes, recolha e análise de dados

A fase qualitativa complementou os dados estatísticos com perspetivas de atores chave, e permitiu compreender os sentidos, os desafios e as oportunidades associados à digitalização da Literacia do Oceano, e em contextos distintos.

Optou-se por amostragem intencional por tipicidade, selecionando interlocutores que representassem diferentes dimensões do ecossistema da Literacia do Oceano:

Quadro 3.1 - Participantes da fase qualitativa – grupos, critérios de seleção e formas de contacto.

Grupo	Participantes	Critério de seleção	Forma de contacto
<i>Programa Escola Azul</i> (Direção-Geral de Política do Mar (DGPM))	Fernanda Silva, Bernardo Mata, Maria João	Responsáveis institucionais <i>Programa Escola Azul</i>	Entrevista
Kids Dive VR /MARDIVE	Frederico Almada, Miguel Pais, Tassiana Malzone	Coordenadores do Projeto <i>Kids Dive VR</i>	Entrevista
Especialistas académicos	Emma McKinley, Matthew Cannady, Raquel Costa	Reconhecimento científico e ligação aos dados IOLS	<i>E-mail + Zoom + Outros</i>

Definidos os participantes-chave, procedeu-se à preparação dos respetivos guiões de entrevista e aos procedimentos de recolha de dados. A componente qualitativa baseou-se na utilização de dois guiões de entrevista semiestruturada, elaborados exclusivamente para o presente estudo. Um dirigido à equipa do *Programa Escola Azul* e outro orientado para o projeto *Kids Dive VR/MARDIVE*.

Os guiões foram remetidos às equipas envolvidas, tendo as reuniões ocorrido em fase posterior (Zoom).

Para o presente estudo foi assegurado o cumprimento das normas éticas relativamente à recolha e tratamento de dados. Os formulários, recolhidos por *E-mail*, informaram, no seu cabeçalho, da obtenção de consentimento informado, livre e esclarecido dos participantes, garantindo voluntariedade, confidencialidade, período de conservação dos dados e anonimização dos dados.

Sem embargo da heterogeneidade dos dois casos, os guiões foram estruturados a partir de uma matriz analítica partilhada, organizada em seis eixos temáticos: motivações e contexto; finalidades educativas; tecnologias digitais aplicadas ou previstas, percepções de impacto formativo; barreiras à execução e estratégias de alargamento. Esta estrutura permitiu uma recolha de dados consistente e comparável entre casos, sem excluir a possibilidade de abordar temas emergentes.

No caso do *Programa Escola Azul*, através do guião explorou-se o posicionamento da equipa relativamente à digitalização do programa, bem como os obstáculos e oportunidades identificados nesse processo. No caso do *Kids Dive VR/MARDIVE*, a entrevista permitiu caracterizar o modelo pedagógico assente em realidade virtual e compreender os seus efeitos percepções junto dos públicos escolares, com especial foco na mitigação das desigualdades territoriais de acesso ao mar.

A componente qualitativa foi ainda enriquecida por uma análise documental aprofundada do programa canadiano *Ocean School*, conduzida com base em fontes públicas *online*, nomeadamente nos sítios oficiais da National Film Board of Canada e da *Ocean School*, bem como materiais complementares de divulgação e investigação científica. Esta análise permitiu identificar os fundamentos educativos e tecnológicos do programa e serviu como referência internacional comparativa para refletir sobre os caminhos possíveis para a digitalização do *Programa Escola Azul*.

As entrevistas realizadas nos estudos de caso *Kids Dive VR* e *Programa Escola Azul* foram analisadas de forma temática e manual, tendo por base os blocos definidos nos guiões. A análise foi acompanhada por notas reflexivas, que registaram observações e apoiaram a interpretação dos dados.

3.2 International Ocean Literacy Survey

O IOLS é um instrumento internacional padronizado, desenvolvido como uma medida comunitária para avaliar o conhecimento sobre o Oceano em jovens de 15 a 17 anos de idade (Fauville et al., 2019), lançado em 2015 como um esforço de base comunitária não financiado (Zufic & Thomas-Courcoux, 2024).

Entre 2015 e 2018, o IOLS foi testado e validado em 24 países, envolvendo mais de 6.800 alunos (questionário disponível no Anexo E) e traduzido para 17 línguas, incluindo o português (Fauville et al., 2019). Os estudos psicométricos conduzidos revelaram uma estrutura unidimensional estável, com bons indicadores de validade de conteúdo, fiabilidade interna e consistência entre culturas (Fauville et al., 2019).

3.2.1 Aplicação do IOLS em Portugal: metodologia, amostra e estrutura analítica

A presente análise baseia-se exclusivamente na base de dados portuguesa do IOLS, recolhida no contexto do projeto internacional acima referido. A recolha de dados em Portugal foi efetuada com a colaboração da comunidade escolar, envolvendo várias escolas do país. O questionário IOLS foi

aplicado em contexto escolar, tipicamente em sala de aula e sob supervisão de professores, utilizando a versão portuguesa do inquérito, previamente traduzida e testada no âmbito do projeto internacional, conforme os critérios definidos por Fauville et al. (2019).

Quanto à amostra, participaram no estudo 746 alunos do ensino secundário de diversas escolas portuguesas. A maioria dos participantes provém de regiões próximas do litoral, refletindo a distribuição populacional do país, embora também estejam incluídos alunos de zonas do interior.

Adicionalmente, e no âmbito do presente trabalho, foi criada uma variável categórica para classificar a origem geográfica de cada respondente de acordo com o seu concelho de residência/escola. Essa variável pretende, com as limitações inerentes dos alunos que residem longe da escola, identificar se o aluno é proveniente de um concelho litoral (isto é, regiões costeiras com contacto direto com o Oceano) ou do interior (regiões sem costa marítima).

Apesar do esforço de categorização territorial, importa reconhecer que a variável *litoral/interior* tem limitações metodológicas, sobretudo pelo facto de a informação disponível dizer respeito à escola frequentada, e não necessariamente ao local de residência do aluno. Assim, existem casos em que estudantes do interior frequentam escolas no litoral e *vice-versa*. Esta limitação foi assumida na análise como um possível fator de ruído, mas não invalida a utilidade exploratória da distinção geográfica.

A categorização dos concelhos como *interior* ou *litoral* foi realizada com base na Portaria n.º 208/2017, de 13 de julho, a qual procede à delimitação oficial dos territórios do interior no âmbito do Programa Nacional para a Coesão Territorial.

Adicionalmente, procedeu-se a uma análise detalhada por Princípio da Literacia do Oceano. Para além da pontuação global do IOLS (indicador geral de Literacia do Oceano de cada aluno), foi realizada também uma análise pormenorizada por Princípio da Literacia do Oceano. Cada questão do IOLS está conceptualmente associada a um dos sete Princípios da Literacia do Oceano, conforme o modelo conceptual definido pela comunidade internacional de educadores do Oceano (Fauville, Strang, Cannady, & Chen, 2019). Assim, foram calculadas sub-pontuações por Princípio de Literacia, agregando os itens (questões) correspondentes a cada um dos sete Princípios.

Na definição das sub-pontuações por Princípio, seguiu-se a estrutura conceptual apresentada por Fauville et al. (2019), complementada pela matriz de correspondência entre perguntas e Princípios disponibilizada nos documentos técnicos do projeto IOLS, que indicam explicitamente a associação de cada pergunta ao respetivo Princípio. Cada sub-pontuação corresponde à proporção de perguntas corretamente respondidas dentro do conjunto atribuído a cada Princípio. Para garantir comparabilidade entre Princípios com número desigual de perguntas, foram criadas sete variáveis normalizadas, calculando-se a média de respostas corretas por Princípio, por aluno. Esta abordagem permitiu neutralizar o impacto do número de perguntas em cada grupo, tornando possível uma avaliação estatística justa entre domínios e identificar quais os Princípios onde os alunos portugueses revelam maior ou menor domínio dos conceitos fundamentais da Literacia do Oceano.

3.2.2 Resultados estatísticos globais: descrição e interpretação

As análises estatísticas apresentadas nesta secção assentam em três momentos complementares de tratamento quantitativo dos dados, realizados no software SPSS: uma primeira abordagem descritiva das distribuições de resultados, uma análise comparativa entre grupos geográficos (*litoral vs. interior*) e uma exploração do desempenho diferenciado dos alunos por Princípio da Literacia do Oceano. Os *outputs* originais obtidos no SPSS constam em Anexo, encontrando-se no presente capítulo a respetiva explicação, fundamentação metodológica e interpretação de resultados, com o objetivo de garantir clareza analítica e acessibilidade conceptual.

A amostra total do presente estudo comprehende 746 alunos, este foi o número considerado para a maioria das análises descritivas apresentadas (ver anexo F). É, no entanto, possível observar em alguns *outputs* do SPSS uma ligeira variação entre 745 e 746 casos válidos, devido à forma como o *software* contabiliza omissões pontuais em variáveis específicas do IOLS. Para garantir a validade estatística e comparabilidade nas análises inferenciais, como a ANOVA de medidas repetidas, foram somente incluídos 719 alunos, por serem os que apresentaram respostas completas em todas as variáveis consideradas, o que explica a redução do N nessas análises (ver anexo G). Esta abordagem metodológica assegura a integridade dos resultados apresentados.

No que respeita aos resultados globais, a Tabela de estatísticas descritivas (ver anexo F) resume o desempenho global da amostra portuguesa no IOLS. Considerando o índice global de Literacia do Oceano (pontuação total do IOLS, em proporção de acertos), os 746 alunos com dados válidos apresentaram uma média de aproximadamente 0,496 (ou 49,6% de respostas corretas). Este valor indica que, em média, os alunos responderam corretamente a cerca de metade das questões do inquérito. O desvio-padrão foi de aproximadamente 0,261, revelando uma variabilidade considerável no desempenho (cerca de 26 pontos percentuais). Essa dispersão sugere que existem diferenças substanciais de conhecimento entre alunos: enquanto alguns tiveram desempenhos bastante altos no questionário, outros revelaram níveis muito baixos de respostas corretas.

Os valores mínimo e máximo observados reforçam essa heterogeneidade. O valor mínimo registado foi 0,00 (ou seja, houve pelo menos um participante que não acertou nenhuma questão), ao passo que o máximo atingiu 0,93 (93% de respostas corretas). Este amplo intervalo de 0 a 93% evidencia que, embora alguns estudantes possuam conhecimentos sólidos sobre os temas do inquérito, outros demonstram fortes lacunas. Em resumo, a amostra portuguesa do IOLS apresentou um nível moderado de Literacia do Oceano (cerca de metade das respostas corretas em média), com alguns alunos a dominar grande parte dos conteúdos e outros a revelar desconhecimento significativo. Essas estatísticas descritivas servem de base para as análises inferenciais apresentadas a seguir, nas quais investigamos diferenças específicas segundo variáveis de interesse.

3.2.3 Análise Comparativa *Litoral* vs. *Interior* e desempenho por Princípio da Literacia do Oceano

Para avaliar se existiam diferenças significativas na Literacia do Oceano entre alunos provenientes do litoral e do interior, foi conduzido um teste *t* para amostras independentes tendo como variável dependente a pontuação global no IOLS (Anexo G). O grupo 1 consistiu nos alunos de concelhos do interior ($n = 56$) e o grupo 2 nos alunos de concelhos do litoral ($n = 689$). Antes de interpretar os resultados do teste *t*, verificou-se o pressuposto de homogeneidade de variâncias através do teste de Levene. O resultado de *Levene* foi significativo ($F = 21,214; p < 0,001$), indicando que a variância das pontuações não era igual entre os dois grupos. Em termos práticos, isto significa que a dispersão dos resultados dos alunos do interior diferiu da dos alunos do litoral – uma violação do pressuposto de variâncias homogéneas. Nestas condições, em vez do teste *t* que assume variâncias iguais, recorreu-se à linha de resultados do teste *t* para amostras independentes com variâncias não assumidas iguais, que ajusta automaticamente os graus de liberdade no SPSS para acomodar a heterogeneidade das variâncias.

Os resultados do teste *t* para amostras independentes com variâncias não assumidas iguais indicaram que não há evidência estatisticamente significativa de diferença entre as médias dos dois grupos ao nível de significância de 5%. Especificamente, obteve-se $t (60,563) = -1,859$, com $p = 0,068$ (bilateral); IC95% da diferença $[-0,172; 0,006]$; $d = 0,260$ (efeito pequeno). O valor de p ligeiramente acima do limiar convencional de 0,05 sugere que, embora os alunos do litoral tenham em média pontuação algo superior à dos alunos do interior, essa diferença não é suficientemente robusta para ser considerada significativa do ponto de vista estatístico. Com efeito, a média da pontuação global foi ligeiramente maior para os estudantes do litoral (cerca de 0,502) do que para os do interior (cerca de 0,419), correspondendo a uma diferença absoluta de aproximadamente 0,083 (8,3 pontos percentuais). No entanto, o IC95% para a diferença de médias (*Interior – Litoral*) inclui o zero, o que confirma que a diferença observada pode ser explicada pelo acaso da amostragem, não se podendo descartar a hipótese nula de igualdade das médias populacionais.

Importa salientar que, se não tivéssemos corrigido a heterogeneidade de variâncias, o resultado poderia ser interpretado de forma distinta: na linha de *variâncias iguais assumidas*, o teste *t* teria resultado em $p = 0,022$ (significativo) para a diferença de médias. No entanto, dada a clara violação do pressuposto de variâncias homogéneas (conforme o teste de *Levene*), a abordagem correta é utilizar os resultados com variâncias não assumidas (Welch), que, como referido, não evidenciaram diferença significativa.

Relativamente ao tamanho do efeito, foi calculado o d de Cohen para quantificar a magnitude da diferença entre os grupos. O resultado foi $d \approx -0,26$ (considerando o grupo litoral como referência positiva), o que corresponde a um efeito de pequena magnitude. Em termos absolutos, $|d| \approx 0,26$ indica que a diferença média entre grupos equivale a cerca de 0,26 desvios-padrão das pontuações. Este tamanho de efeito é baixo e reforça a conclusão de que a disparidade de conhecimento entre alunos do

litoral e do interior, embora existente em termos numéricos (favorável ao litoral), não é grande nem estatisticamente sólida. Assim, do ponto de vista prático-educacional, não se observou um contraste marcante no desempenho de Literacia do Oceano destes dois subgrupos regionais. Os *outputs* estatísticos completos deste teste *t* (incluindo estatísticas de grupo, teste de *Levene*, valores de *t*, *df*, *p*, intervalos de confiança e medidas de efeito) encontram-se disponíveis no Anexo G, para referência detalhada.

A análise geoespacial dos estabelecimentos de ensino certificados pelo *Programa Escola Azul* revela que, mesmo as escolas localizadas no interior, estão geralmente situadas em zonas de interior próximas do litoral. A quase ausência de escolas no chamado interior profundo (isto é, regiões afastadas da influência direta da faixa atlântica) pode ajudar a explicar a ausência de diferenças marcantes nos resultados, já que não há dados representativos de territórios verdadeiramente distantes da costa.

Por outro lado, a comparação entre os sete Princípios da Literacia do Oceano, através de uma ANOVA de medidas repetidas (os mesmos alunos responderam a perguntas relativas aos sete Princípios), revelou diferenças estatisticamente significativas. Para investigar diferenças no desempenho dos alunos entre os diferentes Princípios da Literacia do Oceano, realizou-se uma ANOVA de medidas repetidas (unifatorial), considerando os sete Princípios como sete medidas repetidas dentro de cada sujeito. Neste modelo, cada aluno contribuiu com sete valores, correspondentes às suas proporções de acerto em cada Princípio. O fator intra-sujeitos *Princípio* possui, portanto, 7 níveis (um para cada um dos sete Princípios essenciais da Literacia do Oceano).

Antes de analisar os resultados principais da ANOVA, foi avaliado o pressuposto de esfericidade (isto é, a homogeneidade das variâncias das diferenças entre níveis) através do teste de esfericidade de *Mauchly*. O teste revelou-se significativo ($W = 0,230$; $\chi^2(20) = 1051,728$; $p < 0,001$), indicando violação do pressuposto de esfericidade, algo frequente em modelos com múltiplas medidas repetidas. Perante esta violação, as estatísticas *F* da ANOVA foram corrigidas utilizando os métodos de Greenhouse-Geisser ($\epsilon_{GG} = 0,635$) e Huynh-Feldt ($\epsilon_{HF} = 0,638$), como recomendado pela literatura metodológica (Field, 2013). Com a correção Greenhouse-Geisser (GG), obteve-se $F(6, 718) = 192,272$, $p < 0,001$, $\epsilon_{GG} = 0,635$; com HF, $F(6, 718) = 192,272$, $p < 0,001$, $\epsilon_{HF} = 0,638$. Estes valores refletem um desvio moderado, mas substantivo, da esfericidade perfeita ($\epsilon = 1$). Ambas as correções foram aplicadas para garantir resultados conservadores e estatisticamente fiáveis.

Os resultados da ANOVA de medidas repetidas demonstram diferenças estatisticamente significativas entre os Princípios no que diz respeito às pontuações médias de Literacia do Oceano. O efeito do fator Princípio foi altamente significativo ($F(6, 718) = 192,272$, $p < 0,001$, $\epsilon_{GG} = 0,635$), tanto com esfericidade assumida como com correções aplicadas. Isto indica que o desempenho médio dos alunos não é uniforme entre os sete Princípios, há Princípios em que os alunos acertam significativamente mais do que outros. O tamanho do efeito parcial associado foi $\eta_p^2 = 0,211$, o que, de acordo com os critérios de Cohen ($\eta_p^2 \geq 0,14$), representa um efeito grande. Em termos práticos, isto significa que cerca de 21% da variabilidade nas pontuações dos alunos pode ser atribuída ao Princípio

avaliado, após controlar a variabilidade intraindividual — apontando para desequilíbrios substanciais no conhecimento dos diferentes domínios da Literacia do Oceano.

A Tabela ANOVA (ver anexo H) detalha os resultados estatísticos, apresentando os graus de liberdade corrigidos e não corrigidos, quadrados médios, valores de F e respectivas significâncias. Em todas as abordagens (esfericidade assumida, GG, HF), o fator *Princípio* permanece significativo ($p < 0,001$), o que leva à rejeição da hipótese nula de igualdade de médias entre os Princípios.

Para melhor compreender a natureza das diferenças, analisaram-se os contrastes polinomiais do fator *Princípio* — uma vez que os seus sete níveis podem ser interpretados como uma sequência ordenada. Os resultados indicam que diversos contrastes são estatisticamente significativos, refletindo um padrão de variação não linear entre os Princípios. O contraste linear destacou-se ($F(1, 718) = 281,673, p < 0,001, \eta_p^2 = 0,282$), apontando uma tendência monotônica geral nas pontuações médias. Também os contrastes quadráticos ($F(1, 718) = 34,248, p < 0,001, \eta_p^2 = 0,046$), cúbico ($F(1, 718) = 12,804, p < 0,001, \eta_p^2 = 0,018$) e os de 4.^a, 5.^a e 6.^a ordem ($p < 0,001$) foram significativos, com especial destaque para os contrastes de 5.^a ($F(1, 718) = 557,492, p < 0,001, \eta_p^2 = 0,437$) e 6.^a ordem ($F(1, 718) = 284,843, p < 0,001, \eta_p^2 = 0,284$). Estes resultados sugerem que a variação entre as pontuações dos diferentes Princípios não segue apenas uma linha reta ou uma simples curva: trata-se de um padrão mais complexo, com oscilações acentuadas entre certos Princípios. É importante, contudo, interpretar os contrastes de ordem superior com cautela, uma vez que estes captam flutuações matematicamente válidas, mas nem sempre facilmente explicáveis no plano pedagógico. Em alternativa, poderia também considerar-se a realização de comparações *post hoc* controladas (ex.: Bonferroni), o que poderá ser explorado em estudos futuros.

Os resultados estatísticos refletem-se diretamente nas médias descritivas por Princípio (ver anexo H). Por exemplo, o Princípio 5 foi aquele com menor percentagem média de respostas corretas (~32,3%, $DP \approx 0,21$), seguido pelo Princípio 7 (~44,2%). Em contrapartida, os Princípios 6 (~56,97%), 1 (~55,03%) e 2 (~53,84%) registaram os desempenhos médios mais elevados. Os Princípios 3 e 4 situaram-se em valores intermédios (~50,5% e ~53,6%, respectivamente). Este perfil de desempenho ajuda a explicar a estrutura complexa captada pelos contrastes polinomiais: por exemplo, observa-se um decréscimo acentuado entre os Princípios 4 e 5 (~53,6% para ~32,3%), seguido de uma recuperação substancial no Princípio 6 (~56,9%).

Adicionalmente, esta análise assume a normalidade das distribuições das medidas repetidas e a independência das observações. Embora o tamanho amostral ($N = 719$) contribua para a robustez das inferências, a aplicação de múltiplos contrastes aumenta o risco de erro tipo I. Por esse motivo, recomenda-se alguma cautela na interpretação de padrões mais específicos — sobretudo nos contrastes de ordem superior.

Em síntese, a ANOVA de medidas repetidas confirma que nem todos os tópicos da Literacia do Oceano são igualmente dominados pelos alunos portugueses. Há Princípios, como o 5 e o 7, que parecem suscitar maiores dificuldades, ao passo que outros — como o 6 e o 1 — apresentam um domínio mais consolidado. Estes resultados permitem identificar áreas de menor compreensão que poderão ser prioritárias no planeamento de estratégias educativas mais equilibradas e eficazes. Os detalhes numéricos completos (teste de *Mauchly*, *df* corrigidos, valores de *F*, significâncias, η_p^2 e médias por Princípio) encontram-se documentados no Anexo H.

3.2.4 Discussão e Implicações dos Resultados

Os resultados apresentados fornecem informação não apenas relativamente à compreensão da realidade (à data do inquérito), mas também relativamente a orientações de estratégias educativas futuras. No contexto português, país historicamente ligado ao mar, este resultado sublinha a necessidade de reforçar a educação em Literacia do Oceano.

A análise descritiva mostrou que, em média, os alunos acertaram cerca de metade das perguntas do IOLS (49,6%). Houve uma grande variação de acerto entre os participantes, o que indica existir uma grande diversidade no desempenho.

No que tange à diferença do nível de Literacia do Oceano entre alunos do interior e do litoral, os resultados, não obstante os alunos das zonas costeiras terem obtido uma pontuação média superior, não evidenciaram uma diferença estatisticamente significativa, isto é, carecem de robustez inferencial. Estes dados sugerem que as necessidades educativas em Literacia do Oceano são transversais ao território, exigindo uma atenção equitativa independentemente da localização geográfica.

Os resultados por Princípio da Literacia do Oceano revelam diferenças assinaláveis, com médias de acerto a variar entre 32% (Princípio 5 – *O Oceano suporta uma grande diversidade de vida e ecossistemas*) e 57% (Princípio 6 – *O Oceano e os humanos estão inextricavelmente interconectados*). O pior desempenho registou-se no Princípio 5, seguido do Princípio 7 (*O Oceano é largamente inexplorado*). Em contraste, os Princípios 1 (*A Terra tem um grande Oceano com muitas características*), 2 (*O Oceano e a vida oceânica moldam as características terrestres*) e 6 apresentaram resultados superiores a 50%. Esta disparidade de desempenho entre Princípios revela que uma avaliação global da Literacia do Oceano poderia ocultar lacunas particulares de conhecimento, dificultando a identificação de áreas prioritárias para intervenção educativa.

Em conclusão, este capítulo evidencia, com base nos dados empíricos do IOLS em Portugal, que a Literacia do Oceano dos jovens, a um nível global, apresenta níveis medianos, mas negativos, inferior a 50% e distribuição heterogénea, sem diferenças regionais significativas, mas com discrepâncias importantes entre tópicos específicos do conhecimento oceânico.

CAPÍTULO 4

Inovação Digital em Literacia do Oceano: Estudos de Caso e Estratégias para a Digitalização do Programa Escola Azul

4.1 Inovação educativa e Literacia do Oceano: o potencial transformador das tecnologias digitais

Têm emergido, nos últimos anos, programas educacionais digitais e interativos, estes utilizam vídeos imersivos, realidade aumentada (AR), realidade virtual (VR), gamificação e plataformas *online*. Estes programas educacionais têm-se revelado ferramentas promissoras para melhorar a Literacia do Oceano entre as crianças. (UNESCO, 2023; Ocean School, 2024; OceanSpeak, 2022).

Apresentam-se evidências de estudos e casos de sucesso, no Canadá, mas também em Portugal. Estes programas demonstram maior envolvimento, melhor retenção de conhecimento e até melhores resultados no que respeita a mudanças de atitude das crianças expostas aos programas.

4.1.1 *Ocean School* como Referência Internacional em Literacia do Oceano Digital

O *Ocean School*, que nasceu de uma parceria entre a *National Film Board do Canadá* e a Universidade *Dalhousie*, é um exemplo de um programa educacional digital emblemático direcionado para a Literacia do Oceano. Este programa oferece uma plataforma *web* interativa e gratuita com recursos multimédia envolventes para alunos do 5.º ao 12.º ano de escolaridade (National Film Board of Canada, s.d.).

O *Ocean School* utiliza tecnologia recente, realista e interativa para envolver os jovens no estudo do Oceano (National Film Board of Canada, s.d.). Quer seja através de vídeos 360º, experiências de realidade virtual ou jogos educativos, os estudantes podem imergir virtualmente em ecossistemas marinhos, explorando ambientes como o Golfo de São Lourenço e aprendendo diretamente com cientistas marinhos (National Film Board of Canada, s.d.). A aprendizagem com base em investigação (*inquiry based learning*) desperta a curiosidade natural dos alunos, tornando-a ativa e lúdica.

O *Ocean School*, que teve início em 2018, tem apresentado um impacto muito positivo. Mais de 200.000 estudantes já participaram nas experiências digitais e cerca de 90% desses relatam sentir-se mais bem informados sobre questões marinhas, relatam, também, um maior interesse sobre conhecimento relacionado com a sustentabilidade do planeta (National Film Board of Canada, s.d.).

Este programa, para além da transmissão de conhecimento, tem sucesso na motivação e no envolvimento dos alunos nos temas da conservação do Oceano. A sensação de capacitação e conhecimento é muito importante — pesquisas indicam que as pessoas mais informadas sobre o Oceano

tendem a demonstrar intenções mais fortes de o proteger, e mesmo uma alfabetização oceânica superficial já pode influenciar os comportamentos pró-ambientais futuros (National Film Board of Canada, s.d.; McKinley et al., 2023; Pahl et al., 2017).

4.1.2 Gamificação e Literacia do Oceano: Um Estímulo Cognitivo e Emocional para a Educação Ambiental

Uma das principais vantagens da digitalização de conteúdos educacionais reside no maior envolvimento dos alunos e no aumento da retenção do conhecimento. Num ensaio aleatório conduzido por Leitão et al. (2022) envolvendo 98 estudantes de 11 a 14 anos em escolas de Portugal e do Reino Unido, comparou-se o uso de um aplicativo móvel gamificado para Literacia do Oceano (incorporando pontuação, medalhas e classificações) com uma intervenção de exposição oral convencional. Os resultados indicaram que os elementos de pontos, medalhas e a combinação dos três (tríade *Points–Badges–Leaderboards*) aumentaram significativamente os resultados de aprendizagem em cerca de 30% face ao grupo controlo ($p < 0,05$). Em contraste, a utilização isolada do *leaderboard* revelou menor eficácia, devido à distração gerada pela competição. Os alunos relataram elevada motivação, facilidade de uso e maior compreensão dos conteúdos, confirmando que o *feedback* imediato e a exploração interativa potenciam uma aprendizagem mais eficaz e envolvente. Os resultados sugerem que os mecanismos de *feedback* imediato e as oportunidades de exploração virtual proporcionados pela gamificação contribuem de forma significativa para a eficácia e a retenção do conhecimento em crianças.

4.1.3 Tecnologias Imersivas Catalisadoras de Mudança de Atitudes na Literacia do Oceano

As soluções imersivas, como a realidade virtual subaquática (UVR) e a realidade aumentada (AR), revelam grande capacidade de fortalecer a conexão emocional e a compreensão conceptual dos alunos relativamente ao Oceano. No trabalho de Fauville et al. (2024), *Underwater virtual reality for marine education and ocean literacy: technological and psychological potentials*, 19 especialistas em ciências marinhas e educação participaram em duas atividades de UVR numa piscina, utilizando *headsets* resistentes à água.

A primeira consistiu numa experiência passiva de mergulho livre, explorando recifes, navios naufragados e megafauna marinha; a segunda, numa missão interativa de resgate de uma cria de baleia enredada em escombros. Inquéritos normalizados (Escala de Presença de Slater et al.) e o *Simulator Sickness Questionnaire* indicaram, respetivamente, uma forte sensação de imersão por parte dos participantes e uma ocorrência mínima de sintomas de enjoo de movimento.

As entrevistas semiestruturadas revelaram emoções intensas de espanto e empatia, e uma redução significativa da distância psicológica face aos problemas ambientais do Oceano, favorecendo atitudes de cuidado e sensibilização, tendo-se verificado relatos como “senti-me parte do ecossistema”, que confirmam a experiência de imersão total, sustentam a sensação de envolvimento pleno e corroboram o estado de absorção completa.

Em Portugal, o projeto *EduMar/EduSea* (Boaventura et al., 2018), *Can data collected in the Citizen Science project EduMar be used to monitor coastal marine biodiversity in Portugal?* contou com a participação de mais de 300 alunos do 1.º ciclo (9–11 anos) em atividades de ciência cidadã orientadas para o registo cartográfico da biodiversidade da zona intertidal rochosa. Com recurso à aplicação *iNaturalist/Biodiversity4All*, os alunos documentaram observações de espécies diretamente no local, na Praia das Avencas. A avaliação comparativa antes e depois da intervenção revelou um acréscimo estatisticamente significativo no conhecimento científico dos participantes ($p < 0,01$) e no domínio de competências em Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) para a divulgação dos resultados em formatos digitais (vídeos, exposições virtuais), contribuindo para o fortalecimento da Literacia do Oceano e incentivando práticas de preservação ambiental.

Assim, tanto a dupla imersão sensorial da UVR, comprovada por Fauville et al. (2024), como as metodologias investigativas de ciência cidadã, implementadas em *EduMar/EduSea* (Boaventura et al., 2018), revelam-se estratégias eficazes não apenas para a promoção de mudanças de atitude, mas também para o reforço da Literacia do Oceano em diferentes públicos, desde especialistas a crianças em idade escolar.

Os dados reunidos apontam para um cenário promissor: a digitalização de programas educacionais pode melhorar o ensino da Literacia do Oceano entre crianças. Seja com recurso a plataformas multimédia, como o *Ocean School*, a qual já alcançou milhares de jovens, aumentando o seu conhecimento e o seu interesse, ou por meio de aplicações gamificadas e experiências imersivas. A tecnologia tem-se revelado valiosa parceira da educação oceânica (National Film Board of Canada, s.d.; Papadopoulou et al., 2021; Fauville et al., 2024). Os Programas interativos potenciam o envolvimento, favorecem a retenção dos conhecimentos e podem influenciar as atitudes dos estudantes, preparando-os para uma cidadania consciente sobre a importância do Oceano (McKinley & Burdon, 2020).

No Canadá, esses métodos já estão em prática com resultados positivos. Em Portugal, as iniciativas nesse formato ainda se encontram no início, pelo que os dados internacionais servem de referência valiosa. Investir em recursos tecnológicos (desde vídeos 360º até jogos digitais) pode tornar o processo de aprendizagem mais atraente e mais conectado com a realidade para os alunos, ajudando a formar uma geração mais consciente e empenhada na conservação dos ecossistemas marinhos. Conforme indicado por especialistas, criar formas inovadoras e inclusivas de conectar as crianças ao Oceano é essencial para inspirar mudanças de comportamento duradouras em prol da sustentabilidade (Pahl et al., 2017; McKinley et al., 2023).

4.1.4 *iMARECULTURE*: Tecnologias Imersivas para Património Cultural Subaquático

Na Europa, o projeto *iMARECULTURE* (*Advanced VR, iMmersive Serious Games and Augmented REality as Tools to Raise Awareness and Access to European Underwater CULTURAL heritAGe*), desenvolvido, entre 2016 e 2020, com financiamento do programa *Horizonte 2020* da União Europeia, é um exemplo paradigmático da aplicação de tecnologias de VR e de AR aplicadas à preservação e promoção do património cultural subaquático (Skarlatos et al., 2016; Bruno et al., 2019).

O *iMARECULTURE* concebeu um ecossistema tecnológico integrado que combina realidade virtual, realidade aumentada e jogos imersivos, com a finalidade de aproximar o património cultural subaquático mediterrâneo do público, uma vez que este permanecia inacessível devido às limitações ambientais e de profundidade (Bruno et al., 2019). Destaca-se, entre as inovações, o desenvolvimento de um *tablet* subaquático com realidade aumentada que funciona como guia virtual para os mergulhadores, permitindo sobrepor modelos 3D reconstruídos de estruturas históricas aos destroços reais, como é o caso da antiga cidade romana de Baiae, onde é possível visualizar as luxuosas vilas na sua forma original (Mangeruga et al., 2018; Rizvic et al., 2019). O projeto integrou, ainda, dois jogos educativos: um jogo de navegação, que simula rotas comerciais mediterrânicas históricas, e um jogo de escavação subaquática, que ensina os Princípios fundamentais da arqueologia marítima (Philbin-Briscoe et al., 2017; Poullis et al., 2019).

Embora partilhe com o *Ocean School* a utilização de tecnologias imersivas e a filosofia de aprendizagem baseada na investigação, o *iMARECULTURE* destaca-se pelo seu foco específico no património cultural subaquático. Enquanto o *Ocean School* mergulha nos ecossistemas e na ciência do Oceano atual, o *iMARECULTURE* acrescenta uma camada histórica e arqueológica, (Liarokapis et al., 2017).

O *iMARECULTURE* oferece um exemplo de como as tecnologias imersivas podem ser utilizadas para explorar o mar em múltiplas dimensões educativas, ou seja, não somente na vida e dinâmicas dos ecossistemas contemporâneos, mas também através de histórias preservadas, podendo contribuir para uma compreensão holística das interações entre sociedades humanas e ambiente marinho ao longo do tempo (Rizvic et al., 2019; Bruno et al., 2019).

4.1.5 *Kids Dive VR (MARDIVE)*: inovação digital para a Literacia do Oceano em Portugal

O presente subcapítulo analisa a vertente digital do projeto *Kids Dive*, desenvolvida em Portugal no contexto *MARDIVE*, enquanto caso de estudo representativo da inovação tecnológica aplicada à Literacia do Oceano.

4.1.5.1 Motivação e enquadramento

O projeto *Kids Dive VR* foi uma resposta direta à pandemia coronavirus disease 2019 (COVID-19), com o objetivo de dar continuidade do projeto educativo *Kids Dive* (Descobrir o Oceano, lançado pelo centro de investigação *MARE/MARDIVE*). Inicialmente, o *Kids Dive* promovia o envolvimento de crianças e jovens com o meio marinho, sobretudo através de atividades de mergulho educativo presencial em contacto direto com a água, no entanto, a versão VR foi lançada para adaptar o programa ao contexto de pandemia e, para tal, recorreu à realidade virtual e a vídeos 360°, permitindo assim a continuação dos trabalhos e alcançando mais escolas e alunos, mesmo à distância.

Em face das interrupções das atividades presenciais em 2020, provocadas pela pandemia de COVID-19, a equipa criou uma versão digital, o *Kids Dive VR*, com o objetivo de garantir a continuidade do processo educativo. Tratou-se de uma solução inovadora e tornou possível a criação de vídeos imersivos em 360°, bem como a realização de sessões online, recorrendo a tecnologia de realidade virtual para alcançar mais escolas e públicos. Nesta data, a equipa do projeto procedeu à aquisição de 1500 óculos recicláveis de realidade virtual (Relatório Final *Kids Dive*, 2022).

O projeto encontra-se alinhado com a Estratégia Nacional para o Mar (ENM) 2021-2030, com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 14 e com o *Programa Escola Azul*.

4.1.5.2 Estrutura, metodologia e inovação pedagógica do *Kids Dive VR*

O projeto *Kids Dive VR* foi integrado num programa presencial de quatro dias de atividades, no qual, no dia reservado ao mergulho real em piscina municipal, os participantes têm também oportunidade de conhecer os fundos marinhos portugueses em formato VR. Nessa ocasião, participam num workshop de cerca de 1,5h, liderado por um biólogo marinho, podendo explorar temas como a biodiversidade, *habitats* marinhos, poluição e alterações climáticas, através de vídeos subaquáticos em 360°, visualizados com óculos VR.

No que concerne à conceção do projeto, importa referir que a estrutura e metodologia do *Kids Dive VR* foram delineadas de modo a incorporar tecnologias digitais inovadoras. Verificou-se a utilização de experiências educativas com vídeos em realidade virtual 360° no contexto de Literacia do Oceano. As atividades decorreram em diversas regiões, incluindo Arrábida, Algarve e Região Autónoma da Madeira, e foram integradas no programa educativo *Kids Dive VR*, recorrendo à utilização de óculos VR360 em colaboração com parceiros como o *Colab +Atlantic*.

Foram fornecidos óculos de VR recicláveis a todas as instituições de ensino envolvidas, reduzindo custos e pegada de carbono (Relatório Final *Kids Dive*, 2022).

A utilização de dinâmicas de gamificação e desafios de ciência cidadã em ambiente digital, contribuiu para um aumento de motivação referida pelos próprios alunos (Digitação de Programas Educacionais, 2023).

4.1.5.3 Alcance, impacto e resultados do *Kids Dive VR*

Não obstante os indicadores e avaliações reportados respeitem os resultados do Programa *Kids Dive* como um todo — integrando tanto as ações presenciais como a componente digital *Kids Dive VR* — apresenta-se neste subponto uma síntese focada na vertente digital, sempre que a desagregação dos dados permita evidenciar o seu contributo distinto.

A vertente digital do *Kids Dive VR* permitiu o acesso simultâneo às atividades de Literacia do Oceano por parte de escolas de diversas regiões, incluindo os arquipélagos, expandindo o alcance deste programa para além da capacidade logística das ações presenciais. Centenas de alunos participaram em sessões virtuais em tempo real, alcançando comunidades educativas que, em contexto tradicional, teriam acesso limitado ou inexistente à iniciativa (Almada et al., 2022, p. 11; ISPA, 2022).

A entrega de óculos de realidade virtual recicláveis, em articulação com a dinamização de sessões em formato digital, permitiu “mergulhos virtuais” em ambientes de sala de aula, promovendo a equidade entre escolas urbanas, rurais, continentais e insulares (Almada et al., 2022, p. 26; ISPA, 2022, p. 11).

Relatórios e testemunhos de docentes evidenciam altos níveis de entusiasmo e motivação entre os participantes, com alunos a relatarem sentir-se “mais próximos do mar” e interessados pelos temas relacionados com a conservação marinha e as ciências do Oceano. A integração de estratégias de gamificação associadas a desafios digitais reforçou o envolvimento e a persistência dos alunos durante as atividades (Almada et al., 2022, p. 27; Digitalização de Programas Educacionais, 2023, pp. 5-6).

Segundo a equipa do *Kids Dive VR*, “o formato virtual permitiu envolver mais alunos e escolas, superando barreiras logísticas”. A modalidade virtual tem o potencial de abranger escolas do interior e arquipélagos, evidenciando, também, o potencial de equidade territorial através da digitalização.

A equipa referiu, de igual forma, que “o uso de tecnologia VR gerou entusiasmo e interesse entre os alunos”, o que reforça o potencial das metodologias imersivas previamente tratadas.

4.1.5.4 Potencial de replicação, limitações e investigação futura

O formato digital mostrou-se escalável: nove agrupamentos escolares de Portugal Continental e do arquipélago da Madeira participaram sem deslocações físicas, e o módulo VR foi integrado em clubes de ciência dos Territórios Educativos de Intervenção Prioritária (TEIP) (Relatório Final *Kids Dive*, 2022). A realidade virtual comprova a viabilidade de levar educação em Literacia do Oceano a escolas do interior, podendo ser considerado como recurso recomendado para o *Programa Escola Azul*.

Apesar do elevado potencial de replicação na rede Escola Azul, o projeto enfrenta também algumas limitações que importará colmatar em futuros desenvolvimentos. Ainda não há dados longitudinais sobre manutenção de comportamentos e persistem lacunas sobre articulação curricular e modelo financeiro pós-financiamento.

A equipa do *Kids Dive VR*, fez também notar que “os principais desafios são: financiamento limitado, dificuldades na contratação de recursos humanos qualificados e custos de manutenção dos equipamentos”.

4.2 Digitalização do *Programa Escola Azul*

O *Programa Escola Azul* é uma iniciativa educativa nacional cujo objetivo principal é o fomento da Literacia do Oceano nas escolas portuguesas. De acordo com Costa et al. (2021), este programa foi criado para alfabetizar os cidadãos em Literacia do Oceano. O presente capítulo apresentará o programa (contexto histórico e institucional, objetivos pedagógicos, princípios orientadores, estrutura de funcionamento e certificação, parceiros envolvidos, modalidades de atividade, dados de implementação e integração curricular), de modo a oferecer a base para analisar os desafios e oportunidades decorrentes da sua digitalização.

4.2.1 Enquadramento histórico, objetivos e princípios orientadores do *Programa Escola Azul*

O crescente investimento de Portugal na valorização do Oceano num passado recente propiciou a criação do *Programa Escola Azul*. Segundo Costa et al. (2021) este investimento é consubstanciado, sobretudo, pela criação do Ministério do Mar (2016) e pela definição da Estratégia Nacional para o Mar em 2014. No seguimento destas iniciativas, um grupo de trabalho interdisciplinar desenvolveu o conceito de Escola Azul, lançando-o como projeto-piloto no ano letivo de 2017/2018.

Na dependência do Ministério do Mar (atualmente extinto), a coordenação nacional do *Programa Escola Azul* passou a dispor de uma equipa fixa para a implementação e desenvolvimento da Literacia do Oceano através deste programa. Formaram-se comissões científicas e pedagógicas compostas por elementos de diferentes áreas ligadas ao mar (universidades, Organizações Não Governamentais, centros de investigação, empresas do setor marítimo, autarquias e outros parceiros do mar), com o apoio de entidades internacionais (e.g., UNESCO, que apontou a experiência portuguesa como um caso de sucesso de Literacia do Oceano).

Nesse contexto de criação, o *Programa Escola Azul* definiu desde cedo objetivos estratégicos e pedagógicos claros. O *Programa Escola Azul* tem como meta estratégica aumentar o nível de Literacia do Oceano na sociedade portuguesa. No que à pedagogia diz respeito, procura transportar os temas marinhos para dentro da sala de aula e capacitar os alunos com conhecimentos e ferramentas para atuarem de forma crítica e intervintiva em benefício do Oceano.

Costa et al. (2021) destacam que o programa promove uma estratégia integrada de educação marinha, envolvendo todos os setores do mar com o objetivo de aumentar o nível de Literacia do Oceano tanto a curto como a longo prazo. Em concreto, através de projetos escolares sobre temas relacionados

com o Oceano, de duração bienal, procura-se estimular a pesquisa científica, a interdisciplinaridade e a transformação de conhecimento em ação concreta.

Em suma, os objetivos pedagógicos centrais são a aproximação dos estudantes às questões do Oceano, a promoção de metodologias ativas junto dos professores e a contribuição da educação formal para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

Adicionalmente, o programa orienta-se por vários dos Princípios da Literacia do Oceano, assegurando a cobertura dos temas-chave de educação marinha. O *Programa Escola Azul* tem como base o quadro internacional da Literacia do Oceano, através dos sete Princípios da Literacia do Oceano, que orientam os conteúdos educacionais.

Os dados internos do programa, relativos ao período entre o início de 2022 e maio de 2025, demonstram a distribuição de temas trabalhados por Princípio da Literacia do Oceano. A evolução da distribuição dos sete Princípios nesse período revela padrões consistentes.

O Princípio 6 – *O Oceano e os humanos estão inextricavelmente interconectados* evidencia-se como o mais recorrente, mantendo uma incidência constante de 26% entre 2022 e 2024, e registando um ligeiro acréscimo para 28% em 2025.

Por sua vez, o Princípio 5 – *O Oceano suporta uma grande diversidade de vida e ecossistemas* ocupa também uma posição de relevo, apresentando valores que oscilam entre 20% e 22%.

Em contrapartida, tanto o Princípio 3 – *O Oceano é uma influência maior no tempo e clima*, como o Princípio 4 – *O Oceano torna a Terra habitável*, revelam uma expressão significativamente mais discreta, situando-se entre os 9% e os 11%.

Já os Princípios 1, 2 e 7 — que dizem respeito, respetivamente, à diversidade global do Oceano, ao seu papel na dinâmica do planeta e ao potencial de descoberta e exploração científica — registam percentagens estáveis, mas modestas, entre os 9% e os 13%.

A análise demonstra que, embora haja uma valorização clara da dimensão humana e ecológica do Oceano, permanece o desafio de promover uma Literacia do Oceano verdadeiramente sistémica — que reconheça e comunique a complexidade e interdependência dos processos oceânicos com o clima, a habitabilidade terrestre e o progresso científico. O equilíbrio entre os sete Princípios deve ser entendido não apenas como uma meta pedagógica, mas como uma necessidade estratégica para formar cidadãos preparados para enfrentar os desafios do Antropoceno.

Importa, ainda, estabelecer a ligação entre os diferentes Princípios da Literacia do Oceano trabalhados no âmbito do *Programa Escola Azul*, entre o início de 2022 a maio de 2025, e os níveis de compreensão que os alunos demonstram relativamente a esses Princípios, identificados no IOLS, aplicado em Portugal.

A articulação entre os dados do inquérito aplicado em 2018 em território nacional (continental) e os temas escolhidos pelos alunos nas atividades do *Programa Escola Azul* permite observar um padrão particularmente relevante: o Princípio com níveis de literacia mais baixo — Princípio 7 (*O Oceano é largamente inexplorado*) — não foi, de forma significativa, selecionado como foco de trabalho ao longo do período entre 2022 e maio de 2025.

Esta ausência de interesse espontâneo por parte dos alunos relativamente ao Princípio 7, que já apresentava défice de compreensão pode indicar uma lacuna duplamente crítica: não só há uma menor apropriação conceptual desse tema, como também uma menor percepção da sua relevância. Esta constatação reforça a importância de estratégias pedagógicas orientadas que garantam a abordagem ativa e intencional dos Princípios menos consolidados, contrariando a tendência de perpetuação das fragilidades já identificadas antes do início do programa.

4.2.2 Modelo de funcionamento, *stakeholders* e implementação do programa

O *Programa Escola Azul* tem como base um modelo estruturado em projetos de duração bienal. As escolas candidatam-se com a apresentação de um plano de atividades bienal centrado num tema marítimo relevante para a sua comunidade local. A coordenação nacional efetua a análise da candidatura e interage com o professor coordenador com o objetivo de aperfeiçoar o projeto até se encontrarem atendidos os requisitos definidos. Segundo Costa et al. (2021), “cada Escola Azul deve explorar um tema oceânico durante dois anos escolares”.

São considerados oito critérios de certificação, de entre os quais se salienta a seleção de, pelo menos, dois alunos-embaixadores, que lideram o projeto e têm a obrigatoriedade de comunicar sistematicamente as atividades realizadas. Outros critérios incluem o envolvimento de alunos de diferentes idades, a transversalidade nas disciplinas, a abordagem interdisciplinar, a inclusão da comunidade local e a colaboração com a rede de parceiros do mar.

Os professores coordenadores dispõem de uma área reservada na plataforma digital da Escola Azul, onde registam a evolução do projeto, funcionando, também, como instrumento de monitorização. Qualquer professor pode assumir a coordenação, independentemente da sua área disciplinar de origem, permitindo, desta forma, maximizar o potencial de interdisciplinaridade do programa.

Após a aprovação de um projeto, a escola recebe a certificação *Escola Azul*. Esta certificação é acompanhada da entrega simbólica de uma bandeira, bem como de certificados para a equipa envolvida. Durante os dois anos do projeto as escolas têm obrigações regulares (exibição da bandeira, participação em eventos comemorativos do Oceano, partilha de resultados nas redes sociais do programa, entre outros), por forma a garantir a continuidade e avaliação sistemática do trabalho desenvolvido.

No âmbito do modelo de funcionamento, destaca-se a colaboração de diversos *stakeholders*. As iniciativas da Escola Azul utilizam, sobretudo, métodos participativos, que valorizam uma abordagem

prática. A dinamização das várias tipologias de atividades é efetuada através de visitas de estudo, feiras de ciência e exposições científicas, iniciativas artísticas e ambientais, entre outros.

Cada escola ajusta o seu projeto em função das idades e dos interesses dos alunos; por exemplo, os alunos mais novos, habitualmente, demonstram mais entusiasmo por experiências práticas e saídas ao ar livre, ao passo que os alunos mais velhos preferem eventos científicos, projetos criativos e desafios de conhecimento.

No âmbito das ações educativas e colaborativas do programa, destaca-se a realização de reuniões regionais anuais, as quais incluem momentos dedicados aos alunos embaixadores. Nestes encontros, ocorre a partilha de boas práticas entre professores, mas também ocorrem debates temáticos com os alunos, onde são abordados assuntos relativos à crise climática, à sustentabilidade e aos desafios globais do Oceano. Estes encontros fomentam o envolvimento cívico e estimulam a capacidade crítica dos envolvidos.

De acordo com Costa et al. (2021), a metodologia é centrada em projetos e em pesquisa, com ênfase na interdisciplinaridade, na autonomia e no desenvolvimento do raciocínio crítico dos alunos.

Em termos de alcance e evolução, no período de 2017 a 2023, o *Programa Escola Azul* registou um crescimento consistente e significativo. O total de estudantes envolvidos passou de 13 172 para 83 814. Em paralelo, o número de professores coordenadores aumentou de 290 para cerca de 3100. (DGPM, 2025).

Também a cobertura geográfica foi alargada: os municípios com escolas certificadas aumentaram de 4 em 2017 para 19 em 2023. No mesmo sentido, o número de entidades parceiras passou de 40 para 101 no mesmo período. (DGPM, 2025).

Em maio de 2025, estavam registadas 488 escolas certificadas (o programa teve início, em 2017, com 29 escolas), envolvendo 105 546 alunos. (DGPM, 2025).

Os mapas geográficos do programa revelam que as escolas estão maioritariamente localizadas ao longo da faixa costeira do continente, com presença dispersa em regiões insulares (Açores e Madeira), e expansão internacional em São Tomé e Príncipe, Moçambique e Angola. (Escola Azul, 2020).

A distribuição espacial aponta para a existência de uma correlação significativa entre a implementação do programa e a proximidade ao litoral, verificando-se a quase ausência de escolas certificadas em zonas do “interior profundo”. Esta disparidade geográfica levanta questões quanto ao acesso à educação em Literacia do Oceano.

Conforme sublinhado por Worm et al. (2021), “consciente ou inconscientemente, cada pessoa está ligada ao Oceano, independentemente do local”, não havendo desprêzo entre interior ou litoral no que respeita às atividades em terra que impactam a saúde do Oceano. Por conseguinte, é essencial garantir que os alunos residentes em áreas remotas tenham igualmente oportunidades de serem coadjuvados na sua aprendizagem sobre Literacia do Oceano.

4.2.3 Integração curricular e barreiras à digitalização: considerações finais

Segundo Costa et al. (2021), os critérios do *Programa Escola Azul* estão alinhados às orientações nacionais (por exemplo, à Estratégia Nacional para o Mar e às diretrizes do Ministério da Educação para Educação Ambiental) e com as recomendações internacionais.

O *Programa Escola Azul* está alinhado com os ODS 4 (Educação de Qualidade), 14 (Vida na Água) e 17 (Parcerias). O programa também prossegue as linhas de ação do Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória e da *Estratégia Nacional de Educação para a Cidadania*. Em âmbito governamental, o programa complementa iniciativas como o *Plano Nacional de Educação Ambiental* e articula-se com outros projetos de educação marítima.

Embora o *Programa Escola Azul* esteja alinhado com as orientações curriculares e políticas públicas (nacional e internacionalmente), subsistem barreiras importantes à inovação pedagógica e tecnológica no terreno. Sem embargo dos progressos, a implementação da Escola Azul enfrenta barreiras conhecidas na Literacia do Oceano. Costa et al. (2021) identificam que parte significativa dos professores não tem formação específica sobre o Oceano e encontra dificuldade em localizar recursos educativos adequados. A equipa do *Programa Escola Azul* referiu, ainda: “a classe de professores está bastante envelhecida e muitas vezes há muito pouca literacia digital”, bem como: “Ainda há uma enorme prisão ao currículo e muitos professores consideram que projetos ou saídas para fora da escola são meras perdas de tempo!”

A estas limitações somam-se obstáculos estruturais, como a rigidez da estrutura curricular tradicional e a sobrecarga de trabalho dos professores e, no que respeita à incorporação de tecnologias, de acordo com a equipa do *Programa Escola Azul*: “Nós não temos equipa nem materiais para isso”, evidenciando a falta de meios tanto humanos como técnicos para a digitalização do Programa.

Em síntese, o *Programa Escola Azul* é uma iniciativa pioneira da Literacia do Oceano. Nos primeiros anos obteve reconhecimento e conseguiu consolidação institucional, com um crescimento rápido no número de escolas certificadas, alunos, docentes e parceiros envolvidos. O programa encontra-se articulado com as estratégias nacionais no domínio da política marítima e recorre a abordagens ativas e interativas, apresentando potencial significativo para impulsionar práticas educativas inovadoras com base em tecnologias digitais, a semelhança dos exemplos já abordados no presente trabalho (programa *Ocean school* e *Kids Dive VR*).

A transição digital não deve ser interpretada como uma alternativa às práticas presenciais e envolventes que definem o programa, mas sim como um complemento que procura expandir (interior profundo) e reforçar (abordando os Princípios da Literacia cujo nível de literacia é inferior entre os alunos) o que já existe.

As ferramentas digitais (como a realidade virtual, os vídeos imersivos ou as plataformas colaborativas) podem contribuir para superar barreiras territoriais, mas também direcionar o ensino para os Princípios em relação aos quais os alunos têm maior dificuldade (no atual processo é a escola que propõe a matéria a abordar).

A transformação digital apresenta-se, assim, como uma etapa estratégica para promover maior justiça educacional e atualizar as metodologias do programa, favorecendo a integração de estabelecimentos de ensino localizados em zonas do interior e criando ambientes de aprendizagem mais criativos, mas também mais completos e transversais no que se refere aos sete Princípios da Literacia do Oceano.

A superação das atuais barreiras, sobretudo a formação docente e o acesso às tecnologias digitais (equipamentos) poderão permitir um salto qualitativo na eficácia e abrangência do programa, bem como contribuir para uma Literacia do Oceano acessível e equitativa em todo o espaço nacional.

Neste sentido, tendo o programa sido pioneiro ao nível internacional, e estando hoje consolidado no que respeita à sua estrutura e implementação, está em posição para voltar a afirmar-se como um exemplo e uma referência inspiradora, desta vez através da sua digitalização, recorrendo à modernização tecnológica, promovendo uma cidadania global mais esclarecida e mais bem preparada para lidar com os desafios ecológicos atuais.

4.2.4 Evidências dos Estudos de Avaliação sobre Digitalização e Inovação Tecnológica

Os estudos de avaliação realizados ao Programa Escola Azul (IPSOS 2018; Logframe 2021) reconhecem o potencial das tecnologias digitais na promoção da Literacia do Oceano. A plataforma digital da Escola Azul, à data dos estudos, já era vista como essencial, com recomendações para conteúdos mais atrativos, como vídeos e o uso de redes sociais para maior alcance.

Durante a pandemia, foi demonstrada a eficácia das ferramentas digitais, graças à adoção de questionários *online*. No entanto, obstáculos existem, nomeadamente a limitada literacia digital de muitos professores e recursos insuficientes da equipa.

As avaliações recomendaram reforçar a comunicação digital externa, renovar continuamente os recursos digitais, e melhorar a formação em tecnologias, alinhando-se com a necessidade de ampliar a equidade territorial e a eficácia pedagógica. Estes dados avalizam fortemente a transformação digital estratégica proposta no âmbito do Programa.

CAPÍTULO 5

Digitalização do Programa Escola Azul: Síntese dos Resultados, Diálogo com a Literatura e Conclusões

5.1 Enquadramento e Estratégia de integração dos resultados

O presente projeto procurou estudar em que medida a digitalização do Programa Escola Azul pode potenciar a eficiência na promoção da Literacia do Oceano em Portugal. Para tal, cruzaram se dados quantitativos do IOLS com análises qualitativas de casos de estudo, interpretando os resultados à luz das revisões de literatura.

5.1.1 Resultados quantitativos, contexto geográfico e fase de implementação

A aplicação do questionário do IOLS a 746 estudantes portugueses, entre 2019 e 2021, indicou uma média de 49,6 % de acertos. Para além do desempenho médio, observou-se uma grande variabilidade nas respostas (desvio-padrão elevado), indicando disparidades significativas. A análise de variância de medidas repetidas revelou diferenças significativas entre os sete Princípios da Literacia do Oceano: os alunos alcançaram pontuações inferiores nos Princípios 5 e 7 (~32,3 % e ~44,2 %) e as mais elevadas nos Princípios 6, 1 e 2 (~56,97 %, ~55,03 % e ~53,84 %). Os Princípios 3 e 4 situaram-se em valores intermédios (~50,5 % e ~53,6 %). Esta assimetria confirma a existência de lacunas no conhecimento relativo a alguns tópicos essenciais e reforça a necessidade de abordagens diferenciadas.

A comparação entre estudantes do litoral e do interior não evidenciou diferenças estatisticamente robustas. No entanto, importa salientar que a análise respeita ao período em que o inquérito foi conduzido (2019–2021), ou seja, anterior à consolidação do *Programa Escola Azul*. O programa encontra-se fortemente concentrado no litoral, pelo que será plausível esperar que, caso o programa esteja a produzir efeitos significativos, que se tenham acentuado diferenças entre os alunos abrangidos (maioritariamente no litoral) e os não abrangidos (predominantemente no interior).

5.1.2 Evidências qualitativas em diálogo com modelos conceptuais

Os casos de estudo analisados demonstram que a digitalização pode ativar as várias dimensões da Literacia do Oceano conceptualizadas por McKinley et al. (2023).

- Ocean School (Canadá): oferece experiências imersivas com vídeos 360º, tecnologia de realidade virtual e jogos, permitindo que alunos explorem ecossistemas marinhos e aprendam

com cientistas. Mais de 200 000 participantes indicaram níveis acrescidos de informação e envolvimento, evidenciando ganhos nas dimensões de conhecimento e consciencialização.

- Gamificação: o estudo experimental conduzido por Leitão et al. (2022) comparou uma aplicação móvel gamificada com uma abordagem tradicional baseada na exposição oral convencional, com a participação de 98 alunos de Portugal e do Reino Unido. A gamificação aumentou a aprendizagem em cerca de 30 % ($p < 0,05$) e os alunos relataram elevada motivação, facilidade de uso e melhor compreensão, evidenciando a capacidade da gamificação para promover mudanças positivas nas atitudes e comportamentos dos alunos.
- Tecnologias imersivas: o estudo de Fauville et al. (2024) revelou que participantes em realidade virtual subaquática experimentaram alta presença e emoções de empatia. A literatura defende que emoções positivas e experiências diretas são cruciais para atitudes pró ambientais, apontando a importância da ligação emocional (McKinley et al., 2023; Pahl et al., 2017; Boaventura et al., 2021).
- Ciência cidadã digital: o projecto *EduMar/EduSea* (Boaventura et al., 2018) contou com mais de 300 alunos do 1.º ciclo na observação e registo de espécies em zonas de maré através da aplicação *iNaturalist/Biodiversity4All*. A avaliação pré e pós intervenção demonstrou ganhos significativos em conhecimento e competências em tecnologias de informação e comunicação.

Estas evidências mostram que as metodologias digitais e imersivas conseguem atender às várias dimensões da Literacia do Oceano e promover competências transversais essenciais.

5.1.3 Integração com a revisão de literatura e resposta final

A análise da literatura evidencia que a Literacia do Oceano é multidimensional, integrando conhecimento, consciência, atitudes, comportamentos, ativismo, comunicação, ligação emocional e capacidade adaptativa. A Educação Ambiental e a Educação para o Desenvolvimento Sustentável recomendam metodologias ativas, inclusivas e transdisciplinares. Cruzando estas perspetivas com os dados empíricos e com as informações internas do programa, pode responder-se à pergunta central.

5.1.3.1 Correspondência entre fragilidades do *IOLS* e focos do *Programa Escola Azul*

Os dados internos do *Programa Escola Azul*, referentes ao período entre 2022 e maio de 2025, evidenciam que o Princípio 6 (*O Oceano e os humanos estão inextricavelmente interconectados*) é o mais trabalhado (26–28 %), seguido do Princípio 5 (*O Oceano suporta uma grande diversidade de vida e ecossistemas*) com 20–22 %. Os Princípios 3 e 4 (relativos à influência no clima e à habitabilidade da Terra) mantêm-se discretos (9–11 %), enquanto os Princípios 1, 2 e 7 permanecem entre 9–13 %. Esta distribuição sugere uma maior valorização, por parte das escolas participantes, da dimensão humano-ecológica do Oceano (Princípios 5 e 6), em detrimento de temas como o potencial de descoberta (Princípio 7) ou as interdependências entre o Oceano, o clima e a habitabilidade terrestre (Princípios 3 e

4), refletindo as preferências temáticas manifestadas nas propostas submetidas à equipa do *Programa Escola Azul*.

Esta discrepança ganha especial importância quando cruzada com o IOLS: o princípio com menor domínio entre os alunos – Princípio 7 – é também o menos abordado pelas escolas do *Programa Escola Azul*. Em contrapartida, o Princípio 5, com desempenho igualmente baixo no IOLS, recebe uma atenção considerável no programa. Esta análise cruzada sugere que, tal como implementado, o programa não tem vindo a corrigir de forma sistemática as fragilidades identificadas no IOLS (inquérito anterior aos impactos do *Programa Escola Azul*), podendo mesmo, e.g., perpetuar o défice de compreensão do Princípio 7. Logo, a digitalização será eficaz se abordar diretamente estes tópicos negligenciados, sobretudo, considerando a literatura, que sublinha que todos os sete Princípios da Literacia do Oceano são interdependentes e fundamentais para uma compreensão completa e transformadora da relação ser humano-Oceano (Cava et al., 2005; Santoro et al., 2021). Esta abordagem integrada é considerada essencial para promover não apenas o conhecimento, mas também atitudes e comportamentos sustentáveis face ao Oceano.

5.1.3.2 Potencial da digitalização

Tendo por base a correspondência entre os resultados do IOLS, que identificam fragilidades no domínio de determinados Princípios da Literacia do Oceano, e a distribuição temática dos projetos desenvolvidos no âmbito do *Programa Escola Azul*, conclui-se que a digitalização do Programa Escola Azul pode potenciar a eficiência na promoção da Literacia do Oceano em Portugal, desde que orientada estrategicamente. Para tal, torna-se necessária a identificação clara (reaplicação do IOLS ou instrumento equivalente) das áreas prioritárias de intervenção onde a digitalização poderá acrescentar valor ao *Programa Escola Azul*:

- Potenciar o conhecimento dos Princípios da Literacia do Oceano: vídeos imersivos, VR e gamificação podem reforçar conhecimento, consciência, ligação emocional e comportamentos sustentáveis.
- Equilibrar a concentração litoral do programa: como a maioria das escolas certificadas se situa no litoral ou próximo ao litoral, as ferramentas digitais podem levar experiências oceânicas a regiões verdadeiramente interiores, mitigando disparidades territoriais e respondendo às recomendações de inclusão e equidade da educação para o desenvolvimento sustentável.
- Corrigir lacunas identificadas através do IOLS: a digitalização pode desenvolver conteúdos específicos para os Princípios da literacia menos dominados pelos alunos (Princípios 5 e 7) e promover a integração destes Princípios em atividades gamificadas, em experiências de realidade virtual (VR) e em iniciativas de ciência cidadã digital, contrariando assim a tendência de negligenciar precisamente os temas que suscitam maiores dificuldades.

- Otimizar a monitorização e a adaptação pedagógica: a adoção de ferramentas digitais possibilita a recolha contínua de informação relativamente ao progresso dos alunos, ao grau de compreensão por Princípio da Literacia do Oceano e ao impacto das atividades implementadas. Esta capacidade de monitorização é, de igual forma, facilitadora de um ajustamento dinâmico das estratégias educativas.

A figura seguinte representa, de forma sistémica, o modelo da digitalização do *Programa Escola Azul*, evidenciando os *inputs* e os *outputs*.

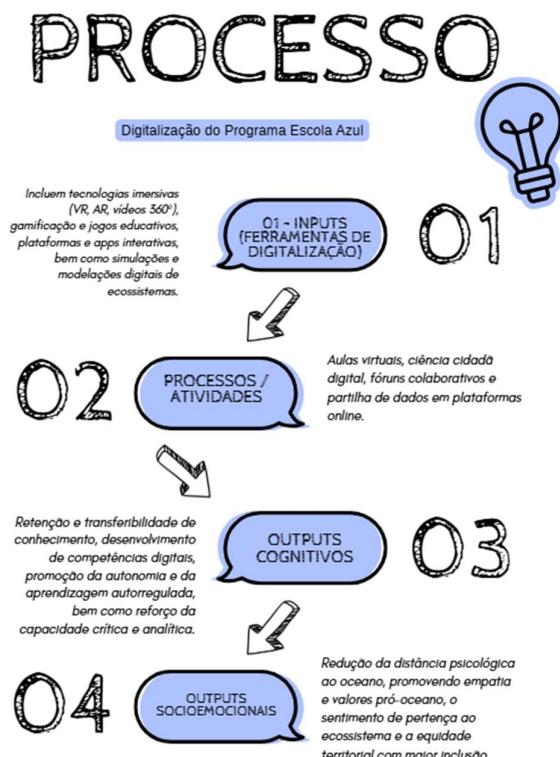


Figura 5.1 - Modelo lógico da digitalização do *Programa Escola Azul* – representação esquemática da relação entre ferramentas digitais (*inputs*) e resultados esperados (*outputs*), evidenciando o potencial da digitalização para reforçar a Literacia do Oceano.

5.1.4 Limitações e recomendações

As limitações incluem a predominância de escolas localizadas no litoral na amostra IOLS, bem como o facto deste questionário ter sido aplicado numa fase muito inicial do *Programa Escola Azul*, quando ainda não existia uma implementação alargada nas escolas, inviabilizando o conhecimento do impacto do *Programa Escola Azul* nos níveis de Literacia do Oceano.

Considerando as limitações e as oportunidades identificadas, formulam-se, seguidamente, as recomendações para potenciar a digitalização e a eficácia do *Programa Escola Azul*:

- Reaplicar o IOLS (ou instrumento equivalente), com uma amostra representativa da população escolar, de modo a avaliar como o *Programa Escola Azul* contribuiu para minimizar as diferenças regionais, bem como os níveis de conhecimento associados a cada um dos sete Princípios da Literacia do Oceano.
- Criar conteúdos digitais com foco específico nos Princípios da Literacia do Oceano que apresentam, concomitantemente, menor percentagem de acertos no IOLS e menor incidência temática nas atividades desenvolvidas no âmbito do *Programa Escola Azul* — ou seja, apesar de revelarem maiores fragilidades nos conhecimentos dos alunos, não foram prioritariamente escolhidos pelas escolas para serem trabalhados, no *Programa Escola Azul* —, em particular o Princípio 7, e testar o seu impacto no interesse e desempenho dos alunos.
- Criar uma plataforma nacional, agregando recursos educativos digitais sobre o Oceano acessíveis a todas as escolas, com parcerias com universidades ou empresas tecnológicas com o objetivo de apoiarem o desenvolvimento de conteúdos de realidade virtual/aumentada e aplicações interativas ligadas ao Oceano.
- Investir em formação contínua de professores em literacia digital aplicada à Literacia do Oceano, assegurando sustentabilidade e atualização das inovações introduzidas.

A criação de uma plataforma nacional e a inclusão de módulos de formação para docentes em recursos digitais aplicados sobre a Literacia do Oceano constituem passos iniciais estratégicos para a concretização da presente proposta, garantindo que a transição digital se articula com os objetivos da Literacia do Oceano. Com base nestas recomendações, foi desenvolvido um plano estratégico operacional de digitalização do *Programa Escola Azul* (Anexo I).

5.1.5 Conclusão

Em conclusão, o diálogo entre os resultados quantitativos do IOLS, as evidências qualitativas dos casos de estudo e a literatura, permite concluir que a digitalização do Programa Escola Azul pode aumentar a sua eficiência, sobretudo se for estrategicamente orientada para colmatar lacunas identificadas.

Apesar das assimetrias temáticas atualmente identificadas — com o Princípio 5 a apresentar um dos desempenhos mais baixos no IOLS, mas a ser amplamente trabalhado pelas escolas, e o Princípio 7 a destacar-se como aquele que combina fraca compreensão pelos alunos com reduzida incidência temática no *Programa Escola Azul* —, a digitalização constitui uma oportunidade estratégica para o *Programa Escola Azul*, permitindo-lhe uma abordagem mais holística e equitativa. Ao integrar conteúdos orientados para os Princípios menos trabalhados, e ao estender o seu alcance a regiões interiores, explorando metodologias imersivas e de gamificação, o programa tem o potencial de poder ampliar não apenas a sua eficiência, mas também a sua eficácia. Assim, pode não só reforçar o conhecimento em todos os Princípios da Literacia do Oceano, mas também democratizar o acesso ao conhecimento,

contribuindo para a formação de cidadãos informados, críticos e comprometidos com os desafios oceânicos do século XXI.

Salienta-se que, embora os exemplos estudados forneçam inspiração e exemplos de excelência para a digitalização do *Programa Escola Azul*, qualquer iniciativa nesse âmbito deverá ser testada através de iniciativas experimentais ajustadas aos contextos locais das escolas. As especificidades de cada comunidade escolar exigem adaptações das ferramentas digitais propostas, de forma a garantir que a implementação seja eficaz e adequada à realidade de cada região.

Referências Bibliográficas

A

Agência Portuguesa do Ambiente. (2017). *Estratégia Nacional de Educação Ambiental 2020 (ENEA 2020)*.

<https://apambiente.pt/apa/estrategia-nacional-de-educacao-ambiental1236>

Almada, F., Flores, P., Cruz, S., & Toft, H. K. (2022). *Relatório final Kids Dive: Mergulhar com crianças, descobrir o Oceano* (Relatório Final do Projeto FA_06_2017_061, 09-12-2019 a 01-07-2022). ISPA, Instituto Universitário. [Manuscrito interno não publicado]

B

Back to Blue. (2025). *Young people and ocean literacy: The great disconnect*. B2E – Back to Earth Initiative.

<https://b2e.pt/young-people-and-ocean-literacy-the-great-disconnect/>

Belgrade Charter (UNESCO). (1975). *The Belgrade Charter: A global framework for environmental education*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000141629>

Blythe, J., Claudet, J., & Gill, D. (2025). *Blue justice: Advancing ocean equity at the nexus of development, climate and conservation policy*. FRB-CESAB.

https://www.fondationbiodiversite.fr/wp-content/uploads/2022/02/FRB-Cesab_Fiche-presentation-BLUEJUSTICE-EN.pdf

Boaventura, D., Neves, A. T., Santos, J., Pereira, P. C., Luís, C., Monteiro, A., Cartaxana, A., Hawkins, S. J., Caldeira, M. F., & Ponces de Carvalho, A. (2021). Promoting ocean literacy in elementary school students through investigation activities and citizen science. *Frontiers in Marine Science*, 8, Article 675278. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.675278>

Bruno, F., Barbieri, L., Mangeruga, M., Cozza, M., Lagudi, A., Čejka, J., Liarokapis, F., & Skarlatos, D. (2019). Underwater augmented reality for improving the diving experience in submerged archaeological sites. *Ocean Engineering*, 190, 106487.

<https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2019.106487>

C

Cava, F., Schoedinger, S., Strang, C., & Tuddenham, P. (2005). *Ocean literacy: The essential principles of ocean sciences K-12*. College of Exploration.

https://www.coexploration.org/oceanliteracy/documents/OceanLitConcepts_10.11.05.pdf

Centro de Competência em Economia Azul. (2023). *O que é a economia azul?* <https://www.economiaazul.pt>

Climate Signals. (2020). *El Niño. Climate Central*. <https://www.climatesignals.org/climate-signals/el-nino>

Cohen, P. J., et al. (2020). Securing a just space for small-scale fisheries in the blue economy. *Frontiers in Marine Science*, 7, 664066. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.664066>

Comissão Europeia. (2021, 17 de maio). Comissão Europeia quer economia azul mais sustentável e ecológica.

<https://eco.sapo.pt/2021/05/17/comissao-europeia-quer-economia-azul-mais-sustentavel-e-ecologica/>

Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. (1987). *Nosso futuro comum [Relatório Brundtland]*. Fundação Getulio Vargas.

<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>

Copernicus Marine Service. (2024). *Economia azul sustentável*.

<https://marine.copernicus.eu/pt/explainers/why-ocean-important/sustainable-blue-economy>

Copernicus Marine Service. (2024). *Eutrophication*. <https://marine.copernicus.eu/explainers/phenomena-threats/eutrophication>

Copernicus Marine Service. (2024). *Ocean State Report 7: Copernicus Marine Environment Monitoring Service*. <https://marine.copernicus.eu/access-data/ocean-state-report>

Costa, R. L. (2020). *Literacia do Oceano para Todos*. EEA Grants Portugal.

<https://www.eeagrants.gov.pt/media/2712/ocean-literacy-for-all.pdf>

Costa, R. L., Mata, B., Silva, F., Conceição, P., & Guimarães, L. (2021). Fostering ocean-literate generations: The Portuguese Blue School. In G. Fauville, et al. (Eds.), *Ocean literacy* Springer.

https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-79755-5_14

Costa, R. L., & Faria, C. (2025). The Blue School Program: A model for holistic ocean literacy education. *Sustainability*, 17(2), 661. <https://doi.org/10.3390/su17020661>

D

Digitização de Programas Educacionais e a Literacia do Oceano em Crianças. (2023). Lisboa: ISCTE.

[Trabalho académico não publicado]

DOSI. (2024). *Deep-ocean knowledge gaps in the IPCC assessment reports*. Deep Ocean Stewardship Initiative. <http://www.dosi-project.org/wp-content/uploads/DOSI-IPCC-deep-ocean-knowledge-gaps-Nov-2024.pdf>

Duarte, C. M., et al. (2021). The soundscape of the Anthropocene ocean. *Science*, 371(6529), eaba4658.

<https://doi.org/10.1126/science.aba4658>

E

EMSA. (2024). *Protecting the marine environment – Underwater noise*.

<https://www.emsa.europa.eu/protecting-the-marine-environment/underwater-noise.html>

EMSEA (European Marine Science Educators Association). (n.d.). *Ocean literacy history*.

<https://www.emseanet.eu/ocean-literacy-history>

EMSEA. (2024, 13 de setembro). *EMSEA Annual Conference 2024 endorsed by UN Ocean Decade*.

<https://www.emseanet.eu/news/emsea-annual-conference-2024-endorsed-un-ocean-decade>

Elsevier. (2024). *Microplastics in marine ecosystems: A comprehensive review of sources, impacts and solutions*. Marine Pollution Bulletin, 2024, 119872. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38768884/>

Eriksen, M., et al. (2014). *Plastic pollution in the world's oceans: More than 5 trillion plastic pieces weighing over 250 000 tons afloat at sea*. PLOS ONE, 9(12), e111913.

<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0111913>

Ethics in Science & Environmental Politics. (2021). *Making ocean literacy inclusive and accessible*.

<https://www.int-res.com/articles/esep2021/21/e021p001.pdf>

European Commission. (2025, 28 de abril). *Preliminary results from the Blue Skills Study. Blue Economy Observatory*. https://blue-economy-observatory.ec.europa.eu/news/preliminary-results-blue-skills-study-2025-04-28_en

EuroGOOS. (2024). *Knowing, loving and protecting the ocean*. <https://eurogoos.eu/ocean-literacy/>

Europarl. (2024, 23 de fevereiro). *Restauração da natureza: Cuidar melhor dos habitats na UE.*

<https://www.europarl.europa.eu/topics/pt/article/20240223STO18042/restauracao-da-natureza-cuidar-melhor-dos-habitats-na-ue>

F

FAO. (2024). *The state of world fisheries and aquaculture 2024: Blue transformation in action.* Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/publications/fao-flagship-publications/the-state-of-world-fisheries-and-aquaculture/en>

Fauville, G., Säljö, R., Dupont, S., & Lundin, J. (2018). Using collective intelligence to identify barriers to teaching 12–19 year olds about the ocean in Europe. *Marine Policy*, 91, 85–96.

<https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.02.032>

Fauville, G., Strang, C., Cannady, M. A., & Chen, Y. F. (2019). Development of the International Ocean Literacy Survey: Measuring knowledge across the world. *Environmental Education Research*, 25(2), 238–263. <https://doi.org/10.1080/13504622.2018.1440381>

Fauville, G., Voški, A., Mado, M., Bailenson, J. N., & Lantz-Andersson, A. (2024). Underwater virtual reality for marine education and ocean literacy: Technological and psychological potentials. *Environmental Education Research. Advance online publication.* <https://doi.org/10.1080/13504622.2024.2326446>

Ferrario, F., Beck, M. W., Storlazzi, C. D., Micheli, F., Shepard, C. C., & Airolidi, L. (2016). The power of three: Coral reefs, seagrasses and mangroves protect coastal regions and increase their resilience. *PLOS ONE*, 11(7), e0158094. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0158094>

Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (4.^a ed.). Sage Publications. Disponível em <https://discoveringstatistics.com/repository/repeatedmeasures.pdf>

Frontiers in Marine Science. (2020). Editorial: Connecting people to their oceans: Issues and options for effective ocean literacy. *Frontiers in Marine Science*, 6, 837.

<https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00837>

Frontiers in Marine Science. (2022, 11 de julho). Overfishing increases the carbon footprint of seafood production. <https://www.frontiersin.org/journals/marine-science/articles/10.3389/fmars.2022.768784/full>

Frontiers in Marine Science. (2023). Pathways to integrate Indigenous and local knowledge in ocean governance processes: Lessons from the Algoa Bay Project, South Africa.

<https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1084674>

Frontiers in Marine Science. (2024). Ocean literacy research community: Co-identifying gaps and priorities to advance the UN Ocean Decade. *Frontiers in Marine Science*, 11, 1469451.

<https://doi.org/10.3389/fmars.2024.1469451/full>

Frontiers in Marine Science. (2025). Ocean literacy in managing marine protected areas: Bridging natural and cultural heritage. *Frontiers in Marine Science*, 12, 1540163.

<https://www.frontiersin.org/journals/marine-science/articles/10.3389/fmars.2025.1540163/full>

Frontiers in Ocean Sustainability. (2023, 18 de dezembro). A first ecological coherent assessment of eutrophication across the North-East Atlantic Ocean. <https://www.frontiersin.org/journals/ocean-sustainability/articles/10.3389/focsu.2023.1253923/full>

Frontiers in Ocean Sustainability. (2024). Addressing the cumulative impacts of multiple human pressures in marine governance. *Frontiers in Ocean Sustainability*, 2, 1308125.

<https://doi.org/10.3389/focsu.2023.1308125/full>

Frontiers in Ocean Sustainability. (2025). Placing knowledge equity at the heart of the UN Ocean Decade. *Frontiers in Ocean Sustainability*, 2, 1551167. <https://doi.org/10.3389/focsu.2025.1551167/full>

H

Howarth, R. W., & Marino, R. (2006). Nitrogen as the limiting nutrient for eutrophication in coastal marine ecosystems: Evolving views over three decades. *US EPA*.

<https://www3.epa.gov/region1/npdes/rda/ar/2006-Howarth-and-Marino-Nitrogen-as-limiting-nutrient-for-eutrophication.pdf>

I

IAEA (International Atomic Energy Agency). (2022). *Ocean acidification: An information sheet*.
<https://www.iaea.org/sites/default/files/18/06/ocean-acidification.pdf>

INEGI. (2021). Offshore renewable energy – Current status and future perspectives for Portugal.

https://www.inegi.pt/fotos/edicoes/offshore_renewable_energy_21035970695efda2c4dfa5.pdf

Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO. (2017). *Oceans and the law of the sea: The United Nations*. https://www.un.org/depts/los/general_assembly/contributions_2017/IOC-UNESCO.pdf

Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO. (2022). IOC UNESCO. <https://ioc.unesco.org/IPBES>. (2024). *IPCC Nexus Assessment Report*. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. <https://ipbes.net/nexus-assessment>

IPCC. (2021). *Climate change 2021: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>

IPCC. (2022). *Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability*.

<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/chapter/chapter-3/>

IUCN. (2009). *The management of natural coastal carbon sinks*.

<https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/2009-038.pdf>

Ipsos. (2018). *Avaliação do projeto Escola Azul: Estudo exploratório*.

https://escolaazul.pt/EscolaAzul_estudo%20IPSOS.pdf

J

Jones, K. R., et al. (2018). The location and protection status of Earth's diminishing marine wilderness.

Current Biology, 28(15), 2506–2512. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2018.06.015>

K

Kioupi, V., & Voulvouli, N. (2019). Education for sustainable development: A systemic framework for connecting the SDGs to educational outcomes. *Sustainability*, 11(21), 6104.

<https://doi.org/10.3390/su11216104>

Kroeker, K. J., et al. (2013). Impacts of ocean acidification on marine organisms: Quantifying sensitivities and interaction with warming. *Global Change Biology*, 19(6), 1884–1896.

<https://doi.org/10.1111/gcb.12179>

L

Leitão, R., Maguire, M., Turner, S., Arenas, F., & Guimarães, L. (2022). Ocean literacy gamified: A systematic evaluation of the effect of game elements on students' learning experience. *Environmental Education Research*. <https://doi.org/10.1080/13504622.2021.1986469>

Liarokapis, F. (2022). Virtual and augmented reality for maritime archaeology: A case study from the iMARECULTURE project. In W. Börner, H. Rohland, C. Kral-Börner, & L. Karner (Eds.), *Proceedings of the 25th International Conference on Cultural Heritage and New Technologies* (pp. 1–17). Museen der Stadt Wien.

<https://www.frontiersin.org/journals/virtual-reality/articles/10.3389/frvir.2022.901335/full>

Logframe Consultoria e Formação, Lda. (2022). *Avaliação de impacto Programa Nacional Escola Azul: Relatório* [Relatório]

M

MAREX Project. (2014). *Exploring marine resources for bioactive compounds: From discovery to sustainable production and industrial applications (Final report)*.

<https://cordis.europa.eu/project/id/245137/reporting/es5>

Marine Biodiversity. (2025, 26 de maio). The devastating domino effect: How overfishing is destroying our oceans. <https://www.marinebiodiversity.ca/the-devastating-domino-effect-how-overfishing-is-destroying-our-oceans/>

McHugh, P., Domegan, C., & Santoro, F. (2016). Sea change: Science content and standards for ocean literacy. *Sea Change Project Report*.

https://www.seachangeproject.eu/images/SEACHANGE_D5_1_Science_Content_and_Standards_for_Ocean_Literacy.pdf

McKinley, E., Burdon, D., & Fletcher, S. (2023). Expanding understanding of ocean literacy: Dimensions, values and future directions. *Frontiers in Marine Science*, 10, 1469451.

<https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1469451>

McKinley, E., & Burdon, D. (2020). Understanding ocean literacy and ocean climate-related behaviour change in the UK: An evidence synthesis. *Ocean Conservation Trust & Defra*.

<https://oceanconservationtrust.org/wp-content/uploads/Review-of-Ocean-Literacy-1.pdf>

Nature. (2023). A transformative approach for UN ocean decade. *Nature Reviews Earth & Environment*, 4(1), 1–3. <https://www.nature.com/articles/s44183-023-00038-2>

National Film Board of Canada. (s.d.). Ocean School. <https://oceanschool.nfb.ca>

National Oceanic and Atmospheric Administration. (2024). How much oxygen comes from the ocean? <https://oceanservice.noaa.gov/facts/ocean-oxygen.html>

Nichols, W. J. (2014). *Blue mind: The surprising science that shows how being near, in, on, or under water can make you happier, healthier, more connected, and better at what you do*. Little, Brown Spark.

Nova SBE. (2017). *Marine renewable energy in Portugal*.

[https://www.novasbe.unl.pt/Portals/0/KnowledgeCenters/Environmental%20Economics/documents/GulbenkianPolicyBrief_Energias_ENweb\(3\).pdf](https://www.novasbe.unl.pt/Portals/0/KnowledgeCenters/Environmental%20Economics/documents/GulbenkianPolicyBrief_Energias_ENweb(3).pdf)

O

Ocean & Climate Platform. (2023). *The ocean, a heat reservoir*. <https://ocean-climate.org/en/presentation-of-the-ocean-and-climate-scientific-items/the-ocean-a-heat-reservoir/>

Ocean Panel. (2022). *Coastal development: Resilience, restoration and infrastructure requirements*. <https://oceanpanel.org/wp-content/uploads/2022/05/Coastal-Development-Full-Paper-Final.pdf>

Ocean Protection. (2019). *Marine pollution – One Ocean*. <https://www.oceanprotect.org/resources/issue-briefs/marine-pollution/>

Ocean School. (2024). *Ocean School: Digital learning for ocean literacy*. <https://oceanschool.ca>

OceanSpeak. (2022). *OceanSpeak: Virtual reality for marine education*. <https://oceanspeak.org>

OECD. (2016). *The ocean economy in 2030*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264251724-en>

OECD. (2019). *OECD Learning Compass 2030: A series of concept notes*. OECD Publishing. <https://www.oecd.org/education/2030-project/teaching-and-learning/learning-learning-compass-2030/>

OECD. (2025). *The ocean economy to 2050: Pathways for sustainable growth*. OECD Publishing. https://www.oecd.org/en/publications/the-ocean-economy-to-2050_a9096fb1-en.html

OSPAR Commission. (2020). *Eutrophication impact on ecosystem services*. <https://oap.ospar.org/fr/versions/2645-en-1-0-0-impact/>

Our World in Data. (2021, 1 de outubro). *Fish and overfishing*. <https://ourworldindata.org/fish-and-overfishing>

P

- Pahl, S., Sheppard, S. R. J., Boomsma, C., & Groves, C. (2017). Perceptions and connections to the ocean: Emotional affinity as a motivator for pro-environmental behaviour. *Frontiers in Marine Science*, 4, Article 414. <https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00414>
- Papadopoulou, P., Alves, F., Mogias, A., & Fauville, G. (2021). Gamification in ocean literacy: A comparative study in Portugal and the UK. *Frontiers in Marine Science*, 8, 705454. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.705454>
- Paredes-Coral, E. Y., et al. (2021). Ocean literacy: A new term that will be effective in the process of positive change in the relationship of human behaviours towards oceans. *Frontiers in Marine Science*, 8, 1200181. <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1200181>
- Plano de ação do PRR / DGPM. (2024). *Relatório de execução física (EEA.BG.SGS3.036.2019 – Kids Dive Portugal-Noruega, versão final)*. DGPM. [Relatório interno não publicado].
- PMC. (2020). Human health and ocean pollution. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 12(7), 1–15. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7875172/>
- PMC. (2024). Enhancing human health and wellbeing through sustainably and equitably managed ocean ecosystems. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC11243763/>
- Prism Sustainability Directory. (2025, 2 de maio). *Blue economy digital divide*. <https://prism.sustainability-directory.com/term/blue-economy-digital-divide/>
- R
- Riscos.pt. (2018). *Manifestações de riscos na zona costeira de Portugal*. https://www.riscos.pt/wp-content/uploads/2018/Outras_Pub/outras_livros/RZC/eBook_Riscos-Zona-Costeira.pdf
- Rodrigues, M. C., Sousa, A., Sá, D., Trigo, M., & Cardoso, N. (2021). Fostering ocean-literate generations: The Portuguese Blue School. In G. Fauville et al. (Eds.), *Ocean literacy*. Springer. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-79755-5_14
- Rotter, A., Barbier, M., Bertoni, F., Bones, A. M., Cancela, M. L., Carlsson, J., Carvalho, M. F., ... Vasquez, M. I. (2021). The essentials of marine biotechnology. *Frontiers in Marine Science*, 8, Article 629629. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.629629>

S

Santoro, F., Santin, S., Scowcroft, G., Fauville, G., Tuddenham, P., & Loubere, P. (2017). Ocean literacy for all: A toolkit. UNESCO. https://oceanliteracy.unesco.org/wp-content/uploads/2020/08/OceanLitToolkit_PT_lowres.pdf

Schoedinger, S., Strang, C., & Tran, L. U. (2010). Ocean literacy: The essential principles and fundamental concepts of ocean sciences for learners of all ages (Versão 2). NOAA.

https://www.coexploration.org/oceanliteracy/documents/OceanLitConcepts_10.11.05.pdf

Sterling, S., Dawson, J., & Warwick, P. (2019). Transforming sustainability education at the creative edge: The role of socio-cultural innovation. *Sustainability*, 11(10), 2670. <https://doi.org/10.3390/su11102670>

Stapp, W. B. (1969). The concept of environmental education. *Environmental Education*, 1(1), 30–31.

T

Thompson, R. C., et al. (2024). Twenty years of microplastic pollution research—What have we learned? *Science*, 385(6662), 1234–1242. <https://doi.org/10.1126/science.adl2746>

Times Life. (2025, 28 de fevereiro). *The uncharted depths: Why 95 % of the ocean remains unexplored?* <https://timeslife.com/life-hacks/the-charted-depths-why-95-of-the-ocean-remains-unexplored/articleshow/118631302.html>

Tyndall Centre for Climate Change Research. (2021). Marine heatwaves have increased 20-fold due to climate change. University of East Anglia. <https://www.tyndall.ac.uk/news/marine-heatwaves-have-increased-20-fold-due-climate-change>

U

UN (Nations Unidas). (2015). *Transformando o nosso mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*. <https://sdgs.un.org/2030agenda>

UNESCO. (1975). *The Belgrade Charter: A global framework for environmental education*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000141629>

UNESCO. (2005). *UN Decade of Education for Sustainable Development (2005–2014): International implementation scheme*. [Documento oficial].

UNESCO. (2023, 20 de abril). *Alarming knowledge gaps in the global status of marine life*. <https://www.unesco.org/en/articles/alarming-knowledge-gaps-global-status-marine-life>

- UNESCO. (2024, 26 de agosto). *Indigenous knowledge of the ocean*. <https://www.unesco.org/en/links/ocean>
- UNESCO. (2025, 29 de março). *Ocean literacy with all*. <https://oceanoliteracy.unesco.org/ocean-literacy-with-all/>
- UNESCO/IOC. (2022). *Ocean literacy portal: Our blue planet*. <https://oceanoliteracy.unesco.org/ocean/>
- UNESCO/IOC. (2021). *Ocean literacy within the United Nations Decade of Ocean Science for Sustainable Development: A framework for action*. Intergovernmental Oceanographic Commission. <https://oceandecade.org/wp-content/uploads/2021/12/Ocean-Literacy-within-the-United-Nations-Decade-of-Ocean-Science-for-Sustainable-development-A-Framework-for-Action.pdf>
- UNESCO/PNUMA. (1977). *Tbilisi declaration: Intergovernmental conference on environmental education*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000024564>
- UNEP. (2024). *Solid waste and marine litter management*. United Nations Environment Programme. <https://www.unep.org/cep/solid-waste-and-marine-litter-management>
- UNEP. (2025). *Plastic pollution & marine litter*. United Nations Environment Programme. <https://www.unep.org/interactives/pollution/>
- W
- Working Group to implement Ocean Literacy in Chile. (2024). *Ocean Decade Action – GT COCEAN*. <https://oceandecade.org/actions/working-group-to-implement-ocean-literacy-in-chile-gt-cocean/>
- Working Paper IPRI-NOVA. (2020). *Literacia do Oceano: dos princípios à Década do Oceano*. Instituto Português de Relações Internacionais – Universidade Nova de Lisboa. <https://escolaazul.pt/en/escola-azul/literacia-do-oceano>
- Worm, B., Kilburn, M., Lotze, H. K., Rahmstorf, S., & Rosenberg, A. A. (2021). Making ocean literacy inclusive and accessible. *Ethics in Science & Environmental Politics*, 21, 1–9. <https://doi.org/10.3354/esep00192>
- World Bank. (2024). *Ocean governance summaries*. <https://thedocs.worldbank.org/en/doc/b326c129c955020139ab018b7bfb3dff-0090062025/original/Ocean-Governance-Summaries-Booklet-English.pdf>
- Zufic, R., & Thomas-Courcoux, C. (2024). Spreading the message: Capacity development and ocean literacy [Preprint]. Copernicus Meetings. <https://doi.org/10.5194/sp-2024-11>

Anexo A – Matriz de Correspondência Princípios e Conceitos da Literacia do Oceano

Princípio 1: A Terra tem um grande oceano com muitas características.

Conceitos Fundamentais:

A: O oceano cobre ~70% da superfície terrestre, constituindo uma entidade única com múltiplas bacias oceânicas.

B: As bacias oceânicas variam devido ao movimento crustal, contendo as maiores elevações e depressões planetárias.

C: Sistema circulatório global interconectado impulsionado por vento, marés, rotação terrestre e gradientes de densidade.

D: Variações do nível marinho resultam de processos tectónicos, glaciação e expansão térmica oceânica.

E: Água marinha (97% da água terrestre) possui propriedades distintivas: salinidade, densidade superior, condutividade elevada, pH alcalino.

F: Integração oceânica no ciclo hidrológico através de processos evapotranspirativos.

G: Conectividade oceânica com sistemas dulciaquícolas, recebendo nutrientes, sedimentos e contaminantes.

H: Finitude oceânica e limitação de recursos.

Princípio 2: O oceano e a vida oceânica moldam as características terrestres.

Conceitos Fundamentais:

A: Origem oceânica de materiais terrestres e ciclos biogeoquímicos, incluindo rochas sedimentares.

B: Influência das variações do nível marinho na configuração de plataformas continentais.

C: Processos erosivos costeiros mediados por forças oceanográficas e redistribuição sedimentar.

D: Oceano como principal reservatório de carbono ativo, utilizado na biomineralização.

E: Controlo da morfologia costeira por atividade tectónica, variações eustáticas e energia ondulatória.

Princípio 3: O oceano é uma influência maior no tempo e clima.

Conceitos Fundamentais:

A: Controlo climático através de processos oceano-atmosféricos dominando sistemas energéticos globais.

B: Moderação climática por absorção de radiação solar e regulação do ciclo hidrológico.

C: Fenómenos climáticos regionais (*El Niño/La Niña*) resultantes de trocas térmicas oceano-atmosfera.

D: Energização de sistemas ciclónicos pela condensação de vapor oceânico.

E: Dominância oceânica no ciclo global do carbono e produtividade primária.

F: Influência oceânica nas alterações climáticas através de processos de absorção, armazenamento e transporte.

G: Retroalimentação sistémica oceano-atmosfera com consequências multi-sectoriais.

Princípio 4: O oceano torna a Terra habitável.

Conceitos Fundamentais:

A: Origem oceânica da oxigenação atmosférica através de fotossíntese marinha.

B: Oceano como berço evolutivo da vida terrestre.

C: Fornecimento oceânico contínuo de recursos vitais e regulação climática.

Princípio 5: O oceano suporta uma grande diversidade de vida e ecossistemas.

Conceitos Fundamentais:

A: Espectro dimensional da vida oceânica: micróbios a cetáceos.

B: Dominância microbiana na biomassa oceânica e produtividade primária.

C: Diversidade taxonómica oceânica superior à terrestre.

D: Adaptações e processos ecológicos exclusivamente oceânicos.

E: Heterogeneidade espacial dos habitats oceânicos.

F: Distribuição biológica condicionada por gradientes abióticos.

G: Ecosistemas quimiotróficos independentes da energia solar.

H: Zonação vertical determinada por factores físicos e biológicos.

I: Função nursery dos sistemas estuarinos.

Princípio 6: O oceano e os humanos estão inextricavelmente interconectados

Conceitos Fundamentais:

A: Dependência humana universal dos serviços oceânicos.

B: Provisão oceânica de recursos alimentares, farmacêuticos, energéticos e económicos.

C: Dimensão cultural e recreativa do oceano.

D: Impactos antropogénicos: poluição, acidificação, modificações físicas.

E: Efeitos das alterações climáticas na biodiversidade marinha.

F: Vulnerabilidade das populações costeiras a riscos oceânicos.

G: Responsabilidade coletiva na gestão oceânica sustentável.

Princípio 7: O oceano é largamente inexplorado

Conceitos Fundamentais:

A: Extensão exploratória limitada (<5% do oceano) e potencial científico.

B: Imperativo exploratório para compreensão sistémica e sobrevivência.

C: Intensificação do uso de recursos oceânicos requer conhecimento sustentabilidade.

D: Inovação tecnológica expandindo capacidades exploratórias.

E: Modelação matemática como ferramenta de compreensão sistémica.

F: Natureza interdisciplinar da investigação oceânica.

Anexo B – As dez dimensões propostas por McKinley et al. (2023), que expandem o conceito de Literacia do Oceano

As dez dimensões propostas por McKinley et al. (2023) da Literacia do Oceano:

- O conhecimento abrange aquilo que um indivíduo sabe sobre temas relacionados com o Oceano e as interligações entre esses temas, incluindo também a compreensão sobre os processos de decisão associados ao Oceano, as oportunidades de participação e envolvimento nesses processos, bem como a capacidade de localizar e aceder a informação pertinente. Esta dimensão do conhecimento deve igualmente integrar os saberes locais e indígenas (McKinley et al., 2023).
- A consciencialização corresponde ao conhecimento e compreensão básicos da existência de uma situação, problema ou conceito. Esta dimensão deve igualmente englobar o conhecimento e a compreensão das soluções e dos comportamentos que podem ser adotados para enfrentar esses problemas, promovendo assim o sentido de responsabilidade e a capacitação da sociedade para a ação (McKinley et al., 2023).
- A atitude refere-se ao grau de concordância ou de preocupação face a uma determinada posição, devendo igualmente contemplar as percepções, os valores e as opiniões sobre uma questão oceânica e o modo como estes elementos podem influenciar alterações políticas e sociais (McKinley et al., 2023).
- O comportamento diz respeito às decisões, escolhas, ações e hábitos associados a questões relacionadas com o Oceano, manifestando-se em diferentes níveis — desde o individual, passando pelos setores e pelos atores políticos e institucionais —, com o objetivo de promover uma transformação sistémica (McKinley et al., 2023).
- O ativismo refere-se ao grau de envolvimento de uma pessoa em diversas atividades que podem ser consideradas como tal, como por exemplo campanhas desenvolvidas através das redes sociais, a participação em manifestações públicas ou o contacto direto com representantes eleitos, com o intuito de promover mudanças ao nível das políticas, das atitudes e dos comportamentos (McKinley et al., 2023).
- No âmbito da Literacia do Oceano, a comunicação deve ser analisada a partir de múltiplas perspetivas, incluindo, ao nível organizacional, a forma como as instituições e organizações comunicam com diferentes públicos sobre as questões relacionadas com o Oceano (McKinley et al., 2023).

- A ligação emocional refere-se à forma como uma pessoa sente e reage emocionalmente quando pensa sobre o Oceano, quando está próxima ou em contacto com ele, ou quando reflete sobre questões relacionadas com o Oceano, as costas e os mares. As emoções — sejam positivas, negativas ou neutras — são respostas válidas e desempenham um papel importante na mudança de comportamentos (McKinley et al., 2023).
- O acesso e experiência é uma dimensão que diz respeito às experiências e ao envolvimento de uma pessoa com o Oceano, sejam estas reais ou mediadas por tecnologias, como a realidade virtual. Inclui ainda as diversas formas de acesso a essas experiências, devendo considerar igualmente os obstáculos que possam limitar o acesso e a vivência do Oceano (McKinley et al., 2023).
- A Capacidade adaptativa refere-se à capacidade de uma pessoa para se adaptar e responder a condições em mudança relacionadas com o Oceano, como as alterações climáticas, as transformações nas economias ligadas ao Oceano ou as alterações na estrutura e funcionamento dos ecossistemas marinhos (McKinley et al., 2023).
- A Confiança e transparência diz respeito ao grau de confiança que uma pessoa deposita nas fontes de informação e conhecimento sobre o Oceano, bem como à sua percepção quanto à transparência das informações, das plataformas e dos processos associados (McKinley et al., 2023).

Anexo C – Guião da Entrevista Estudo de Caso *Kids Dive VR*

GUIÃO DE ENTREVISTA – Kids Dive VR

Objetivo: Obter dados para estruturar um caso de estudo comparável ao do Ocean School (Canadá), centrado na digitalização da literacia do Oceano em crianças, com ênfase em VR, engagement, resultados de aprendizagem, motivação e inovação educativa.

A participação é voluntária e os dados serão utilizados exclusivamente para fins de investigação académica, sendo tratados de forma confidencial e salvaguardando o anonimato dos participantes. O formulário respondido será guardado em repositório seguro e de acesso restrito ao responsável pelo estudo. Os formulários respondidos serão conservado por 5 anos, findos os quais serão destruídos nos termos da legislação aplicável.

BLOCO 1 – Enquadramento e Motivação

1. Qual foi a motivação inicial para a criação do Kids Dive VR?
 - Nasceu por necessidade (ex. pandemia COVID-19) ou já era uma ambição da equipa?
2. Qual é a missão educativa específica do Kids Dive VR?
 - Qual o problema que o programa tenta resolver?
3. O Kids Dive VR está integrado numa estratégia mais ampla da MARDIVE?
 - Ex: literacia do oceano, educação ambiental, inclusão digital.

BLOCO 2 – Estrutura do Programa e Metodologia

4. Como está estruturada a experiência Kids Dive VR nas escolas?
 - Quantos dias? Quais são as atividades em cada dia?
5. Que tecnologias são usadas?
 - Equipamentos (óculos VR, tablets), formatos (vídeos 360º, realidade aumentada), plataformas online, etc.
6. Quais os conteúdos abordados nos vídeos 360º?
 - Ex: biodiversidade marinha, plásticos no oceano, áreas marinhas protegidas.
7. Como foi feita a produção dos vídeos e conteúdos?
 - Foram filmados especialmente para o programa? Quem participou na produção científica e audiovisual?
8. Utilizam alguma abordagem pedagógica estruturada?
 - Inquiry-based learning? Storytelling? Aprendizagem por missão?

BLOCO 3 – Público-Alvo e Alcance

9. Qual o público-alvo do Kids Dive VR?
 - Faixa etária, níveis de ensino, critérios de seleção das escolas.
10. Quantas escolas, alunos e concelhos participaram até hoje?

11. O programa foi aplicado em escolas desfavorecidas ou contextos educativos diversos?

- Comparação urbana/rural? Escolaridade? Equipamentos disponíveis?

BLOCO 4 – Envolvimento, Motivação e Impacto

12. Como foi a recetividade dos alunos à experiência de realidade virtual?

- Algum *feedback* espontâneo ou relatado por professores?

13. Têm dados sobre o impacto do programa?

- Ex: questionários antes e depois, mudanças de percepção sobre o oceano, motivação, curiosidade, atitudes pró-ambientais?

14. Há diferenças no tipo de engagement face ao programa clássico (Kids Dive físico)?

15. Foi produzida alguma dissertação académica ou artigo científico com base neste programa?

BLOCO 5 – Sustentabilidade, Escalabilidade e Futuro

16. O Kids Dive VR continua ativo como programa autónomo?

- Tem financiamento próprio? Vai integrar escolas de forma permanente?

17. Quais são os principais desafios atuais na manutenção e expansão do Kids Dive VR?

- Ex: financiamento, formação de professores, equipamentos.

18. Existem planos de internacionalização, como houve no Kids Dive Portugal–Noruega?

19. Há intenção de disponibilizar os vídeos VR ou plataforma online para uso livre (como o Ocean School faz)?

BLOCO 5 – Comparação e Reflexão

20. Que vantagens reconhecem no formato digital/imersivo face ao formato tradicional presencial?

21. Que conselhos dariam a quem está a iniciar um projeto semelhante noutra região?

22. Consideram que o Kids Dive VR pode ser comparável a programas como o Ocean School (Canadá)? Em quê?

Anexo D – Guião de entrevista — Equipa do *Programa Escola Azul*

Para caracterizar exaustivamente o programa, incluindo abrangência de estudantes, princípios de literacia abordados e possível expansão digital, construiu-se o presente guião, com o objetivo de entrevistar a equipa responsável.

A participação é voluntária e os dados serão utilizados exclusivamente para fins de investigação académica, sendo tratados de forma confidencial e salvaguardando o anonimato dos participantes. O formulário respondido será guardado em repositório seguro e de acesso restrito ao responsável pelo estudo. Os formulários respondidos serão conservados por 5 anos, findos os quais serão destruídos nos termos da legislação aplicável.

1. Enquadramento e Motivação

1) O programa nasceu em resposta a uma necessidade específica (por exemplo, alinhamento com a Estratégia Nacional para o Mar, Década da Ciência do Oceano ou outro marco)? Ou já era um desígnio da equipa antes destes marcos?

Qual é a missão educativa central do Programa?

2) Qual a problemática que o programa pretende resolver (por exemplo, falta de Literacia do Oceano nas escolas, necessidade de valorização dos recursos marinhos, etc.)?

3) O Programa Escola Azul está integrado em alguma estratégia ou política mais ampla?

Por exemplo, faz parte de iniciativas nacionais (como a Estratégia Nacional para o Mar, Plano Nacional de Educação Ambiental) ou internacionais (como programas da UNESCO ou da Década do Oceano)?

2. Estrutura do Programa e Metodologia

4) Como está estruturado o percurso de uma escola no programa ao longo do(s) ano(s) letivo(s)?

5) Quais são as principais etapas e atividades (ex.: período de candidatura, formação de professores embaixadores, escolha e desenvolvimento de desafios, avaliação final, etc.)? Quantos anos dura cada projeto - assunto?

6) Existe um calendário anual (por exemplo, datas de inscrição, eventos comemorativos do Oceano, entregas de relatórios)?

7) Quais recursos tecnológicos e digitais são atualmente utilizados no programa?

- 8) O programa dispõe de plataforma online (por exemplo, área de professores), redes sociais ou aplicativos?
- 9) Produzem ou utilizam conteúdos digitais (vídeos educativos, vídeos 360º, Realidade Aumentada/Virtual, jogos didáticos)?
- 10) Quais temas e conteúdos ligados ao Oceano são trabalhados pelo programa?
- Ex.: biodiversidade marinha, poluição marinha (plásticos, químicos), mudanças climáticas e Oceano, património marinho, economia azul, energia marinha, segurança marítima, etc.
- 11) Como estes tópicos se relacionam com os princípios de Literacia do Oceano (científico, cultural, geográfico, sustentável, etc.) adotados pelo programa?
- 12) Como são elaborados os materiais e atividades do programa?
- 13) Quem desenvolve os conteúdos e recursos (equipe da DGPM, comissões científicas, parcerias com ONG's, universidades, entidades do mar, alunos participantes, etc.)?
- 14) Como foram produzidos e atualizados (p.ex., filmagens para vídeos ou realidade virtual, workshops, laboratórios de ciência cidadã), caso tenham ocorrido?
- 15) Quais abordagens pedagógicas estruturantes são adotadas?
- 16) O programa promove estratégias de aprendizagem baseada na investigação, projetos interdisciplinares, trabalho por desafios, storytelling, ou gamificação?
- 17) Como a Escola Azul estimula a participação ativa dos alunos e o pensamento crítico (ex.: projetos colaborativos, ação comunitária, debates, feira de ciências)?

3. Público-Alvo e Alcance

- 18) Qual o público-alvo do programa em termos de níveis de ensino e faixa etária?
- 19) O programa inclui as escolas básicas (1.º, 2.º, 3.º ciclos) e secundárias? E/ou turmas específicas?
- 20) Os professores precisam ter algum perfil ou curso específico (p.ex., professor de ciências)?
- 21) Quantas escolas, alunos e municípios fazem parte atualmente do Programa Escola Azul? (dados quantitativos atualizados.)
- Por exemplo, no último levantamento havia cerca de 330 escolas e 60.000 alunos; hoje são quase 500 escolas? Pedimos a confirmação dos números mais recentes acumulados e por ano (alunos totais, professores envolvidos, municípios aderentes).
- 22) Como está distribuída a participação geográfica e socioeconómica das escolas? (é possível obter as escolas envolvidas e o concelho a que pertencem?)
- 23) Quantas escolas estão em zonas costeiras e quantas no interior? Existe diferença no envolvimento entre regiões litorâneas versus interior?

24) O programa tem atuado em contextos diversos (escolas urbanas e rurais, com diferentes níveis socioeconómicos)? Há esforços específicos para alcançar escolas desfavorecidas ou sem fácil acesso ao mar?

4. Envolvimento, Motivação e Impacto

25) Como tem sido a recetividade dos alunos e professores às atividades do programa?

26) Existem relatos de *feedback* ou exemplos de envolvimento dos alunos (projetos entusiasmados, participação em eventos do Oceano, entusiasmo nas saídas de campo ou aulas práticas)?

27) Que atividades se destacam como mais motivadoras (ex.: visitas à costa, oficinas práticas, exposições, encontros com especialistas)?

28) Que evidências de impacto educativo o programa possui?

29) Foram realizados questionários, entrevistas ou estudos (ex.: sondagens pré/pós-participação) para avaliar mudanças de conhecimento, atitudes ou comportamentos ambientais? Caso não, qual a percepção da equipa?

30) Quais foram os principais resultados dessas avaliações (ex.: aumento de conversas sobre o Oceano em casa, mudança de hábitos, novos projetos ambientais escolares)? Se houver, pedir acesso ou resumo dos dados qualitativos/quantitativos coletados.

31) Existem diferenças no envolvimento de alunos em escolas com maior proximidade ao mar versus no interior?

32) A experiência difere quando há a oportunidade de contato direto com o meio marinho (saídas à costa) comparada a escolas mais distantes?

33) Em que medida o programa já utiliza ferramentas digitais ou virtuais para aproximar estudantes do Oceano, e como isso impactou a motivação?

34) Foram produzidos trabalhos acadêmicos ou relatórios com base no programa?

Por exemplo, há teses de mestrado/doutoramento, publicações ou artigos (nacionais/internacionais) que analisem o programa Escola Azul ou seus resultados?

35) A coordenação possui relatórios internos de progresso ou impacto?

5. Sustentabilidade, Escalabilidade e Futuro

36) Como se sustenta o programa atualmente?

37) O programa conta com financiamento estável (p.ex., orçamentos da DGPM ou fundos comunitários)? É integrado de forma permanente às políticas do governo ou depende de projetos temporários?

- 38) A coordenação é fixa ou depende de pessoal de projeto? Como é estruturada a governança (ex.: Comissão Científico-Pedagógica mencionada)?
- 39) Quais são os principais desafios para a manutenção e expansão do programa? Exemplos de desafios podem incluir: tempo disponível dos professores (plano curricular), recursos financeiros, infraestruturas (acesso à costa ou laboratórios), formação docente, reconhecimento institucional da literacia do Oceano, ou fatores externos como pandemia.
- 40) O que têm sido barreiras relatadas por professores, municípios ou parceiros (por exemplo, conforme levantamento de 2021, faltam horas atribuídas nos quadros, reconhecimento político, financiamento de ações)?
- 41) Existem planos de expansão ou internacionalização do programa?
- 42) Por exemplo, colaboração com iniciativas semelhantes noutros países ou com organizações internacionais (como parcerias UE, Unesco)?
- 43) Há objetivos de aumentar o alcance para novas regiões ou níveis de ensino?
- 44) Quais são as perspetivas de incorporar ferramentas digitais no programa?
- 45) Considerando a proposta de digitalizar o Escola Azul, quais tecnologias imersivas ou digitais a equipe considera mais promissoras (realidade aumentada, vídeos 360°, aplicativos interativos, realidade virtual, etc.)?
- 46) Existe interesse em criar ou disponibilizar recursos digitais abertos (como fez o Ocean School), de forma que escolas do interior sem mar possam “mergulhar” virtualmente no Oceano?
- 47) O programa planeja oferecer treinamentos para professores no uso de novas tecnologias de educação ambiental?

6. Comparação e Reflexão

- 48) Quais vantagens e limitações o formato digital/imersivo traria em relação ao formato atual?
- 49) Na ótica da equipa, como atividades online ou em realidade virtual poderiam complementar (ou não) as ações presenciais existentes? Que ganhos pedagógicos se esperam (maior envolvimento, retenção de conhecimento, acesso remoto ao mar) e que desafios (custo, necessidade de equipamentos, alfabetização digital)?
- 50) Que conselhos dariam a quem quer iniciar um projeto semelhante em outra região ou país? Por exemplo, sobre formação de parcerias locais, definição de desafios, envolvimento da comunidade, medidas de avaliação, ou financiamento sustentável.
- 51) Como o Programa Escola Azul se compara a iniciativas internacionais como o Ocean School (Canadá) ou outros projetos digitais de literacia oceânica?
- 52) Quais semelhanças e diferenças principais (foco temático, público-alvo, uso de tecnologia, estrutura pedagógica)?

53) Até que ponto a equipa vê o Escola Azul como complementar ou distinto de programas globais, e que lições ou ideias poderia extrair dessas experiências para enriquecer o projeto português?

Estas perguntas visam orientar uma entrevista detalhada com a coordenação do Programa Escola Azul, de modo a coletar informações e dados essenciais para caracterizar plenamente o programa e fundamentar propostas de digitalização no âmbito do projeto de mestrado. As perguntas abrangem contexto histórico e estratégico, desenho metodológico, alcance e impacto atuais, bem como visões para o futuro e possíveis inovações tecnológicas, garantindo um enquadramento completo e equilibrado em relação a projetos internacionais análogos.

Anexo E – Guião da Entrevista Aplicação do Survey *IOLS* em Portugal

Escolhe a melhor resposta para cada questão

1 - Como circula a água do oceano?

- a) A água de cada bacia oceânica (bacia Atlântica, bacia Pacífica, bacia Índica, por exemplo) circula apenas dentro dessa bacia
- b) A água da bacia Atlântica vai acabar por circular em todas as bacias oceânicas**
- c) A água do oceano circula dentro do hemisfério norte e dentro do hemisfério sul. As massas de água não atravessam o equador.
- d) A água de bacias menores como por exemplo a bacia Mediterrânea mantém-se sempre nessas bacias.

2 - O oceano cobre a maior parte da superfície do planeta Terra, e por isso:

- a) É o maior influenciador das condições meteorológicas e do clima da Terra**
- b) A maioria dos seres vivos estão concentrados em terra
- c) A maior parte do Planeta Terra não é útil para os humanos
- d) Origina a maior parte dos gases de efeito de estufa do Planeta

3 - Qual a frase que melhor descreve o principal processo que origina a forma da Terra e do fundo do oceano?

- a) As formas da superfície da Terra e do fundo do oceano resultam dos movimentos da crosta terrestre.**
- b) A forma do fundo do mar é originada pelo material resultante da erosão dos rios e transportado de terra para o oceano.
- c) A forma da superfície da Terra bem como a do fundo do oceano resulta da ação dos ventos.
- d) A forma da superfície da Terra bem como a do fundo do oceano resulta de mudanças climáticas.

4 - Que dois fatores influenciam as correntes oceânicas?

- a) A rotação da Terra e o tráfego de navios.
- b) A rotação da Terra e a posição das massas terrestres.**
- c) A acidez do oceano e o tráfego de navios.
- d) A acidez do oceano e a posição das massas terrestres adjacentes.

5 - Como se mede o nível das águas do mar?

- a) Profundidade média do oceano.
- b) Altura média do oceano relativamente a terra.**
- c) Altura do oceano relativamente a terra na maré baixa.
- d) Altura do oceano relativamente a terra na maré alta.

6 - Qual das seguintes frases é verdadeira?

- a) A água do mar congela a uma temperatura mais baixa e conduz melhor a eletricidade do que a água doce.
- b) A água do mar congela a uma temperatura mais alta e conduz melhor a eletricidade do que a água doce.
- c) A água do mar congela a uma temperatura mais baixa do que a água doce, e a água doce conduz melhor a eletricidade do que a água do mar.
- d) A água do mar não congela e conduz melhor a eletricidade do que a água doce.

7 - Onde está concentrada a maior parte da água da Terra?

- a) Na atmosfera.
- b) Nas calotes polares.
- c) Nos rios e lagos.
- d) No oceano.

8 - Qual a frase mais correta sobre a água no Ciclo da água?

- a) Grande parte da mesma água tem viajado através do ciclo da água ao longo de milhões de anos.
- b) Quando se forma nova água por condensação, essa água junta-se ao Ciclo da Água.
- c) Quando a água se evapora do oceano ela abandona o Ciclo da Água
- d) Quando os seres humanos e outros organismos bebem água, essa água abandona o Ciclo da Água

9 - Como se liga a água do oceano a toda a restante água existente?

- a) Transpiração e precipitação
- b) Precipitação e evaporação
- c) Deposição e evaporação
- d) Deposição e transpiração

10 - Os rios fornecem a maior parte do sal para o oceano. O sal nos rios vem de:

- a) Degelo nas montanhas
- b) Erosão das rochas
- c) Precipitação nos rios
- d) Poluição causada pelos seres humanos

11 - A areia existente na costa:

- a) Fica na mesma praia ao longo de centenas de anos.
- b) É continuamente transportada pelas ondas e pelas correntes.
- c) É continuamente transportada pela atividade dos animais.
- d) É facilmente transportada para o interior por ventos e rios.

12 - O que acontece nos anos em que se manifesta o *El Nino*?

- a) Há mudanças significativas (ainda que temporárias) na salinidade do oceano.
- b) A temperatura do oceano arrefece.
- c) Há mudanças significativas (ainda que temporárias) nos padrões meteorológicos globais.
- d) Há mudanças significativas e permanentes nos padrões meteorológicos globais.

13 - A maior parte da chuva que caí em terra resulta da evaporação:

- a) **Do oceano perto do Equador.**
- b) Da parte central de cada bacia oceânica.
- c) De lagos e rios das redondezas.
- d) Da bacia oceânica que se encontra mais perto.

14 - O oceano afeta o clima porque absorve, armazena e transporta:

- a) Carbono e sal.

b) Carbono e calor.

- c) Fitoplâncton e calor.
- d) Fitoplâncton e sal.

15 - Quais os impactos das alterações climáticas no Ártico?

- a) Os impactos no Ártico são iguais aos do resto do planeta.
- b) O Ártico está a aquecer mais depressa que o resto do planeta.**
- c) Os glaciares estão a derreter numas partes do Ártico e a crescer noutras.
- d) Os peixes tropicais estão a migrar para o Ártico.

16 - De onde vem originalmente a maior parte do oxigénio existente na atmosfera?

- a) Foi libertado para a atmosfera por erupções vulcânicas.
- b) Resultou de gases interestelares quando se formou a terra.
- c) Foi libertado pela fotossíntese de plantas terrestres.
- d) Foi libertado pela fotossíntese de plantas marinhas.**

17 - As evidências fósseis apontam para que a vida tenha começado:

- a) Em terra.
- b) No oceano.**
- c) Sob a superfície terrestre.
- d) No espaço.

18 - Qual o maior animal que alguma vez viveu no planeta Terra?

- a) A lula gigante.
- b) O mamute-lanoso.
- c) A baleia azul.**
- d) O giganotosauro.

19 - A maior biomassa do oceano é encontrada:

- a) Nos peixes (tubarões, salmão, bacalhau etc.).
- b) No plâncton (medusas, krill, diatomáceas, etc.).**
- c) Nos mamíferos marinhos (baleias, golfinhos, morsas, etc.).
- d) Nos moluscos (caracóis, ameijoas, lulas, etc.).

20 - Existem mais de 30 grupos de organismos (vertebrados, artrópodes, moluscos, etc.) no planeta

Terra. Onde é que se podem encontrar a maior parte destes grupos?

- a) A maior parte é encontrada apenas nas florestas tropicais.

- b) A maior parte é encontrada em terra e no oceano.
- c) Cerca de metade são encontrados apenas no oceano.

d) Quase todos são encontrados apenas no oceano.

21 - Tanto o oceano como os continentes fornecem espaço para os animais e outros organismos viverem. Que parte desse espaço vital existe no oceano?

- a) Muito pouco (menos de 10%).
 - b) Cerca de metade (40-60%).
 - c) Mais de metade (60-80%).
- d) A sua quase totalidade (mais de 90%).**

22 - No oceano os organismos encontram-se:

- a) À superfície, na coluna de água, no leito marinho e à beira-mar.**
- b) À superfície, no leito marinho, à beira-mar, mas não na coluna de água.
- c) No leito marinho e na coluna de água, mas não à superfície nem à beira-mar.
- d) Principalmente na coluna de água e no leito marinho, mas não à superfície nem à beira-mar.

23 - Qual é o principal fator que influencia a profundidade a que vivem os organismos em mar aberto (longe da linha de costa)?

- a) Os níveis de salinidade.
- b) O rebentar das ondas.
- c) Os níveis de luminosidade.**
- d) A atividade humana.

24 - Qual é a fonte de energia para a produção primária nos ecossistemas oceânicos onde não chega a luz solar?

- a) Energia quimiosintética de fontes hidrotermais.**
- b) Energia das ondas formadas pelo vento.
- c) Energia nuclear de material submarino radioativo.
- d) Energia geotérmica de vulcões.

25 - Qual dos seguintes fatores tem maior influência na distribuição vertical dos organismos na zona entre marés?

- a) A luz do sol.
- b) A salinidade.
- c) As marés.**
- d) O impacto das caminhadas das pessoas.

26 - Qual dos seguintes ecossistemas marinhos é mais importante como berçário para muitas espécies marinhas?

- a) Recifes de coral (recifes formados por corais vivos).
- b) Mar profundo (mais de 100m de profundidade).
- c) Mar aberto (longe da linha de costa).

d) **Estuários (onde os rios encontram o oceano).**

27 - Qual a melhor explicação para a acidificação do oceano?

- a) **A queima de combustíveis fósseis (carvão, hidrocarbonetos, etc.) aumenta o dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera. O CO₂ é absorvido pelo oceano e aumenta a sua acidez.**
- b) A poluição por químicos tóxicos do oceano aumentando a sua acidez.
- c) Os fertilizantes usados na agricultura são transportados para o oceano o que faz aumentar a sua acidez.
- d) A água do mar profundo que é naturalmente ácida é transportada para junto da superfície e aumenta a acidez nesta zona.

28 - As mudanças na temperatura e pH do oceano causadas por atividades humanas estão a originar:

- a) Aumento da salinidade do oceano e da frequência de derrames de petróleo.
- b) Aumento da frequência de derrames de petróleo e a morte ou degradação dos recifes de coral.
- c) **A morte ou degradação de muitos recifes de coral e a diminuição de biodiversidade marinha.**
- d) A biodiversidade marinha está a diminuir e a salinidade está a aumentar.

29 - O uso de satélites, boias e ROV's (veículos operados remotamente) aumentam o nosso conhecimento do oceano porque as novas tecnologias:

- a) Reduzem os erros humanos nas medições do oceano.
- b) Causam menores impactos no meio marinho.
- c) São mais baratas que as tecnologias antigas.
- d) **Conseguem recolher muito mais dados do que os cientistas conseguem fazer em navios.**

30 - As alterações do nível do mar:

- a) Inverteram a direção de alguns rios.
- b) Mudaram as temperaturas globais.
- c) **Mudaram a forma da linha de costa.**
- d) Aumentaram a quantidade de peixes.

31 - Os cientistas têm descoberto mais espécies do que esperavam a viver em mar profundo.

Porque é que estas descobertas estão a acontecer agora?

- a) As mudanças climáticas estão a fazer com que as espécies migrem para o mar profundo.
- b) As espécies de mar profundo evoluem mais rápido que as de superfície.
- c) As espécies de superfície sofrem de sobrepesca.

d) **Os cientistas só agora começam a conhecer melhor o mar profundo.**

32 - Como é que os cientistas conseguem fazer previsões sobre fenómenos complexos e interações atmosféricas no oceano, como furacões e mudanças climáticas?

- a) Fazendo simulações em aquários.
- b) Fazendo monitorização do oceano e da atmosfera por longos períodos.
- c) Fazendo observações da linha de costa.
- d) **Fazendo modelos matemáticos.**

33 - Para fazermos novas descobertas sobre a complexidade do oceano necessitamos de:

- a) Uma licenciatura em Biologia Marinha.
- b) Viver perto do oceano.
- c) **Colaboração entre especialistas de várias matérias.**
- d) Usar equipamentos de mergulho.

34 - Durante os últimos 50 anos, os seres humanos:

- a) **Aumentaram a utilização dos recursos do oceano.**
- b) Exploraram a maior parte do oceano.
- c) Reduziram as descargas poluentes dos navios para o oceano.
- d) Reduziram a utilização não sustentável dos recursos do oceano.

35 - A absorção de dióxido de carbono (CO₂) pelo oceano tem influência direta em quais dos seguintes fenómenos?

- a) No efeito de estufa e nas zonas mortas do oceano.
- b) Nas chuvas ácidas e na proliferação súbita (*bloom*) de algas prejudiciais à saúde.
- c) Nas chuvas ácidas e na acidificação do oceano.
- d) **No efeito de estufa e na acidificação do oceano.**

36 - Organismos marinhos como as ameijoas e as ostras entre outros, usam o carbono dissolvido no oceano para:

- a) Respirar debaixo de água.
- b) Regular a temperatura corporal.
- c) **Producir as suas conchas.**
- d) Ajudar na reprodução.

37 - Qual das seguintes frases é verdadeira no que respeita às relações ecológicas no oceano?

- a) São muito semelhantes às que existem em terra, nomeadamente na cadeia alimentar, ciclos de vida e relações simbióticas.
- b) São ainda desconhecidas uma vez que grande parte do oceano ainda não foi explorado.
- c) São muito simples comparadas com as existentes em terra.
- d) **Existem características únicas nas cadeias alimentares, ciclos de vida e relações simbióticas no oceano que não são encontradas em terra.**

38 - Qual das seguintes frases é verdadeira no que respeita à exploração do oceano?

- a) Os seres humanos exploram o oceano há milhares de anos e já foi quase todo explorado.
- b) Quase todo o oceano foi explorado nos últimos 50 anos à custa da nova tecnologia.
- c) **Apesar dos avanços na tecnologia dos últimos 50 anos, a maior parte do oceano ainda não foi explorado.**

- d) A maior parte do oceano ainda não foi explorado porque os cientistas se focam nas áreas onde vive a maioria dos organismos.

39 - Observa a imagem. Se ambas as cidades tiverem a mesma altitude, é provável que:

- a) A cidade A tenha verões mais quentes e invernos mais frios do que a cidade B.
- b) A cidade A tenha verões mais quentes e invernos mais quentes do que a cidade B.
- c) A cidade A tenha verões mais frescos e invernos mais quentes do que a cidade B.**
- d) A cidade A tenha temperaturas idênticas às da cidade B em todas as estações.

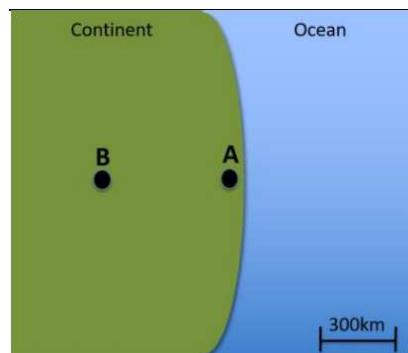
40 - Se a Terra não tivesse oceano, as temperaturas na superfície da Terra seriam?

- a) Mais extremas do que são atualmente.**
- b) Menos extremas do que são atualmente.
- c) Mais frescas no verão e quentes no inverno.
- d) Seriam iguais ao que são atualmente.

41 - Os recursos do oceano:

- a) São suficientes para que se continue a pescar no futuro como se faz actualmente.
- b) Podem ser substituídos por recursos que venham de outras partes do oceano.
- c) Repõem-se rapidamente.
- d) São limitados e estão em declínio em todo o oceano.**

Completa cada afirmação com as palavras/frases em baixo e classifica cada frase resultante como verdadeira ou falsa.



42 - Os rios podem transportar _____ para o oceano.

1. nutrientes (verdadeiro/falso)
2. areia (verdadeiro/falso)
3. rochas (verdadeiro/falso)
4. poluentes (verdadeiro/falso)

43 - As mudanças no nível do mar são causadas por _____.

1. movimentos das placas tectónicas (verdadeiro/falso)
2. fusão ou crescimento das calotes de gelo em terra (verdadeiro/falso)
3. aumento ou diminuição da temperatura da água do oceano (verdadeiro/falso)
4. movimentos dos sedimentos resultantes de erosão costeira (verdadeiro/falso)

44 - As mudanças na forma da linha de costa são causadas por _____.

1. mudanças no nível do mar (verdadeiro/falso)
2. mudanças na salinidade do oceano (verdadeiro/falso)
3. movimentos das placas tectónicas (verdadeiro/falso)
4. ação das ondas (verdadeiro/falso)

45 - Os seres humanos dependem do oceano para _____.

1. alimentação e medicina (**verdadeiro** /falso)
2. minerais e recursos energéticos (**verdadeiro** /falso)
3. transporte e emprego (**verdadeiro** /falso)
4. melhorar a economia (**verdadeiro** /falso)
5. fusão nuclear (verdadeiro/**falso**)

46 - O desenvolvimento industrial levou _____.

1. à poluição do oceano (**verdadeiro** /falso)
2. à alteração da forma da linha de costa (**verdadeiro** /falso)
3. à acidificação do oceano (**verdadeiro** /falso)
4. ao aumento da frequência de tsunamis (verdadeiro/**falso**)
5. à melhoria das condições de vida dos povos indígenas (verdadeiro/**falso**)

47 - Os seres humanos usam o oceano para _____.

1. transporte (**verdadeiro** /falso)
2. lazer (**verdadeiro** /falso)
3. alimentação e medicina (**verdadeiro** /falso)
4. arte e património cultural (**verdadeiro** /falso)
5. prever sismos e tsunamis (verdadeiro/**falso**)

48 - A proteção do oceano é da responsabilidade _____.

1. dos líderes de cada país porque decidem as políticas nacionais (**verdadeiro** /falso)
2. de cada um de nós porque todos beneficiamos do oceano onde quer que vivamos (**verdadeiro** /falso)
3. dos animais marinhos muito inteligentes como as baleias e os golfinhos (verdadeiro/**falso**)

49 - O Oceano afeta a tua vida porque _____.

1. fornece a maior parte do oxigénio que respiras (**verdadeiro** /falso)
2. influencia o clima do local onde vives (**verdadeiro** /falso)
3. fornece a chuva que faz crescer a tua comida (**verdadeiro** /falso)
4. fornece a energia nuclear que aquece a tua casa (verdadeiro/**falso**)

Classifica cada afirmação seguinte como verdadeira ou falsa.

50 - Classifica as seguintes frases sobre geologia como verdadeiras ou falsas.

- i. Muitas das rochas em terra foram formadas no oceano. (**verdadeiro** /falso)
- ii. Os processos de formação das rochas em terra são diferentes dos processos de formação das rochas no oceano. (verdadeiro/**falso**)
- iii. Existem processos geológicos (por exemplo vulcões e sismos) que podem trazer as rochas formadas no oceano até à superfície (**verdadeiro** /falso)

51 - Classifica as seguintes frases sobre impactos humanos no oceano como verdadeiras ou falsas.

- i. As pessoas que vivem longe do oceano não causam poluição no oceano. (verdadeiro/**falso**)

- ii. Os aviões têm mais influência na acidificação do oceano do que outros meios de transporte. (verdadeiro/falso)
- iii. Todas as pessoas, independentemente do sítio onde vivem, podem causar poluição no oceano. (verdadeiro /falso)
- iv. As pessoas que vivem perto do oceano contribuem mais para a sua acidificação do que as pessoas que vivem longe. (verdadeiro/falso)

52 - Classifica as seguintes frases sobre a atmosfera e o oceano como verdadeiras ou falsas.

- i. A interação entre oceano e atmosfera é um forte influenciador das condições meteorológicas e do clima. (verdadeiro /falso)
- ii. As estações do ano existem porque o oceano absorve muito do calor do sol. (verdadeiro/falso)
- iii. O ciclo da água é alimentado pela transferência de calor entre o oceano e a atmosfera. (verdadeiro /falso)
- iv. A transferência de calor entre o oceano e a atmosfera alimenta a circulação global de água e de ar e pode originar tempestades em todo o mundo. (verdadeiro /falso)

Anexo F – *Output SPSS Estatísticas Descritivas da Amostra (IOLS-PT)*

Descritivas Observações		
Saída criada		08-JUL-2025 15:53:57
Comentários		
Entrada	Dados	C:\Users\(...)\IOLS_PT_versao_final.sav
	Conjunto de dados ativo	DataSet1
	Filtro	<none>
	Ponderação	<none>
	Dividir Arquivo	<none>
	N de linhas em arquivo de dados de trabalho	745 ¹
Tratamento de valor omissos	Definição de omissos	Os valores omissos definidos pelo usuário são tratados como omissos.
	Casos utilizados	Todos os dados não omissos são usados.
Sintaxe		DESCRIPTIVES VARIABLES=ILO_Micro /STATISTICS=MEAN STDDEV MIN MAX.
Recursos	Tempo do processador	00:00:00,00
	Tempo decorrido	00:00:00,02

[DataSet1] C:\Users\(...)\IOLS_PT_versao_final.sav

Estatísticas Descritivas					
	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
ILO_Micro	746	,0000000000000000	,930232558139535	,495579919615648	,260707853649102
N válido (de lista)	746				

¹ O SPSS calcula o N válido por variável; pelo que, variações menores de N podem ocorrer quando há omissões que não coincidem linha a linha. No presente anexo, o total de participantes válidos na base é 746, sendo esse o teto máximo observado; as tabelas reportam, em cada caso, o N válido da(s) variável(eis) descrita(s).

Anexo G – *Output SPSS Teste t para Comparação Litoral vs Interior*

Teste-T Observações		08-JUL-2025 16:06:17
Saída criada		
Comentários		
Entrada	Dados	C:\Users\(...)\IOLS_PT_versao_final.sav
	Conjunto de dados ativo	DataSet1
	Filtro	<none>
	Ponderação	<none>
	Dividir Arquivo	<none>
	N de linhas em arquivo de dados de trabalho	746 ²
Tratamento de valor omissos	Definição de omissos	Os valores omissos definidos pelo usuário são tratados como omissos.
	Casos utilizados	As estatísticas para cada análise são baseadas nos casos sem dados omissos ou fora do intervalo para qualquer variável da análise.
Sintaxe	T-TEST GROUPS=IL(1 2) /MISSING=ANALYSIS /VARIABLES=ILO_Micro /ES DISPLAY(TRUE) /CRITERIA=CI(.95).	
Recursos	Tempo do processador	00:00:00,03
	Tempo decorrido	00:00:00,03

Estatísticas de grupo					
	I/L	N	Média	Desvio Padrão	Erro de média
ILO_Micro	1	56	,418967986427694	,325586404465948	,043508313403685
	2	689	,501806724054727	,253988157017897	,009676178153860

² O SPSS aplica eliminação por lista para as variáveis, excluindo casos com dados omissos na variável dependente e/ou na variável de agrupamento. Por este motivo, o N pode ser menor do que o total da amostra (746). Esta regra assegura comparabilidade e validade dos resultados inferenciais.

Teste de amostras independentes

Teste de Levene para igualdade de variâncias teste-t para Igualdade de Médias

		Z	Sig.	t	df
ILO_Micro	Variâncias iguais assumidas	21,214	<,001	-2,293	743
	Variâncias iguais não assumidas			-1,859	60,563

Teste de amostras independentes

teste-t para Igualdade de Médias

		Significância		Diferença média	Erro de diferença padrão
		Unilateral p	Bilateral p		
ILO_Micro	Variâncias iguais assumidas	,011	,022	-,082838737627033	,036123445774532
	Variâncias iguais não assumidas	,034	,068	-,082838737627033	,044571310939869

Teste de amostras independentes

teste-t para Igualdade de Médias

95% Intervalo de Confiança da Diferença
Inferior Superior

ILO_Micro	Variâncias iguais assumidas	-,153754911209069	-,011922564044996
	Variâncias iguais não assumidas	-,171977577629866	,006300102375801

Tamanhos de efeitos de amostras independentes

		Padronizador ^a	Estimativa de ponto	Intervalo de Confiança 95%	
				Inferior	Superior
ILO_Micro	d de Cohen	,259964866658750	-,319	-,591	-,046
	Correção de Hedges	,260227649141571	-,318	-,591	-,046
	Delta do vidro	,253988157017897	-,326	-,599	-,053

a. O denominador usado na estimativa dos tamanhos dos efeitos.

Anexo H – Output SPSS ANOVA de Medidas Repetidas por Princípio da Literacia do Oceano

Modelo Linear Geral Observações		
Saída criada		10-JUL-2025 01:15:39
Comentários		
Entrada	Dados	C:\Users\(...)\IOLS_PT_versao_final.sav
	Conjunto de dados ativo	DataSet1
	Filtro	<none>
	Ponderação	<none>
	Dividir Arquivo	<none>
	N de linhas em arquivo de dados de trabalho	746
Tratamento de valor omissos	Definição de omissos	Os valores omissos definidos pelo usuário são tratados como omissos.
	Casos utilizados	As estatísticas são baseadas em todos os casos com dados válidos para todas as variáveis no modelo.
Sintaxe		GLM P1_Média P2_Média P3_Média P4_Média P5_Média P6_Média P7_Média /WSFACTOR=Princípio 7 Polynomial /METHOD=SSTYPE(3) /PRINT=DESCRIPTIVE ETASQ /CRITERIA=ALPHA(.05) /WSDESIGN=Princípio.
Recursos	Tempo do processador	00:00:00,00
	Tempo decorrido	00:00:00,02

Fatores dentre-sujeitos

Medida: MEASURE_1

Variável

Princípio dependente

1	P1_Média
2	P2_Média
3	P3_Média
4	P4_Média
5	P5_Média
6	P6_Média
7	P7_Média

Estatísticas Descritivas

	Média	Estatística do teste Padrão	N
P1_Média	,5503	,27534	719 ³
P2_Média	,5384	,29493	719
P3_Média	,5048	,27745	719
P4_Média	,5355	,39644	719
P5_Média	,3228	,21012	719
P6_Média	,5697	,28860	719
P7_Média	,4422	,29632	719

Testes multivariados^a

Efeito		Valor	F	gl de hipótese	Erro gl	Sig.
Princípio	Rastreio de Pillai	,626	199,188 ^b	6,000	713,000	<,001
	Lambda de Wilks	,374	199,188 ^b	6,000	713,000	<,001
	Rastreio de Hotelling	1,676	199,188 ^b	6,000	713,000	<,001
	Maior raiz de Roy	1,676	199,188 ^b	6,000	713,000	<,001

Testes multivariados^a

Efeito		Eta parcial quadrado
Princípio	Rastreio de Pillai	,626
	Lambda de Wilks	,626
	Rastreio de Hotelling	,626
	Maior raiz de Roy	,626

³ Contabilizam-se somente os casos completos em P1–P7 (eliminação *listwise*), pelo que o N útil é 719 (inferior aos 746 da amostra total).

a. Design: Intercepto
 Design Dentre-Sujeitos: Princípio

b. Estatística exata

Teste de esfericidade de Mauchly^a

Medida: MEASURE_1

Efeito dentre-sujeitos	W de Mauchly	Aprox. Qui-quadrado	df	Sig.	Epsilon ^b Greenhouse-Geisser
Princípio	,230	1051,728	20	<,001	,635

Teste de esfericidade de Mauchly^a

Medida: MEASURE_1

Epsilon

Efeito dentre-sujeitos	Huynh-Feldt	Limite inferior
Princípio	,638	,167

a. Design: Intercepto
 Design Dentre-Sujeitos: Princípio

b. Pode ser usado para ajustar os graus de liberdade dos testes de significância dentro da média. Os testes corrigidos são exibidos na tabela Testes de efeitos dentre-sujeitos.

Testes de efeitos dentre-sujeitos

Medida: MEASURE_1

Origem		Tipo III Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	F
Princípio	Esfericidade considerada	32,128	6	5,355	192,272
	Greenhouse-Geisser	32,128	3,808	8,438	192,272
	Huynh-Feldt	32,128	3,830	8,387	192,272
	Limite inferior	32,128	1,000	32,128	192,272
Erro(Princípio)	Esfericidade considerada	119,975	4308	,028	
	Greenhouse-Geisser	119,975	2733,878	,044	
	Huynh-Feldt	119,975	2750,271	,044	

Limite inferior	119,975	718,000	,167
-----------------	---------	---------	------

Testes de efeitos dentre-sujeitos

Medida: MEASURE_1

Origem		Sig.	Eta parcial quadrado
Princípio	Esfericidade considerada	<,001	,211
	Greenhouse-Geisser	<,001	,211
	Huynh-Feldt	<,001	,211
	Limite inferior	<,001	,211
Erro(Princípio)	Esfericidade considerada		
	Greenhouse-Geisser		
	Huynh-Feldt		
	Limite inferior		

Testes de contrastes dentre-sujeitos

Medida: MEASURE_1

Origem	Princípio	Tipo III Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	F	Sig.
Princípio	Linear	5,055	1	5,055	281,673	<,001
	Quadrático	,976	1	,976	34,248	<,001
	Cúbico	,217	1	,217	12,804	<,001
	Ordem 4	2,546	1	2,546	62,175	<,001
	Ordem 5	11,184	1	11,184	557,492	<,001
	Ordem 6	12,149	1	12,149	284,843	<,001
Erro(Princípio)	Linear	12,885	718	,018		
	Quadrático	20,467	718	,029		
	Cúbico	12,188	718	,017		
	Ordem 4	29,407	718	,041		
	Ordem 5	14,404	718	,020		
	Ordem 6	30,624	718	,043		

Testes de contrastes dentre-sujeitos

Medida: MEASURE_1

Origem	Princípio	Eta parcial quadrado
Princípio	Linear	,282
	Quadrático	,046
	Cúbico	,018
	Ordem 4	,080
	Ordem 5	,437
	Ordem 6	,284
Erro(Princípio)	Linear	
	Quadrático	
	Cúbico	
	Ordem 4	
	Ordem 5	
	Ordem 6	

Testes de efeitos entre sujeitos

Medida: MEASURE_1

Variável transformada: Média

Origem	Tipo III Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	F	Sig.	Eta parcial quadrado
Intercepto	1232,189	1	1232,189	2768,383	<,001	,794
Padrão	319,577	718	,445			

Anexo I – Guia Prático – Proposta de trabalho para implementação do Plano Estratégico de Digitalização do Programa Escola Azul

O presente guia resume os eixos estratégicos pensados como essenciais para orientar a elaboração de um plano de transformação digital do Programa Escola Azul.

Este integra as práticas operacionais com uma visão estratégica concisa, fornecendo um *roadmap* para a transformação digital sustentável do Programa, visando manter a excelência pedagógica e a inclusão territorial, como pilares fundamentais.

Para cada eixo, definem-se objetivos, ações-chave, metas indicativas e boas práticas operacionais, de forma clara e sucinta, visando facilitar a implementação futura.

1. Objetivos Estratégicos

OE1 - Modernização da Gestão: Reduzir 30% tempo processamento, via sistema digital integrado, com *dashboards* em tempo real

OE2 - Expansão Territorial: Aumentar participação escolas interior em 80% até ao Ano 4, utilizando tecnologias imersivas.

OE3 - Inovação Pedagógica: Integrar recursos digitais focados nos Princípios da Literacia do Oceano, aumentando a retenção conhecimento, privilegiando os princípios em que os alunos revelam menor domínio.

OE4 - Comunidade Digital: Desenvolver plataformas colaborativas para interação contínua com *stakeholders*

2. Princípios Orientadores

- Preservar a Missão: Utilizar a tecnologia como amplificadora e não como substituta dos critérios formativos centrais. A digitalização visa reforçar a promoção da Literacia do Oceano.
- Inclusão Universal: Garantir *design* acessível em todas as ferramentas digitais, com prioridade para escolas de interior e necessidades especiais.
- Colaboração Ativa: Envolver ativamente a comunidade educativa em todas as fases (co-criação de plataformas, testes, *feedback*). Professores, alunos e parceiros devem participar do desenho e melhoria das soluções digitais.
- Inovação Baseada em Evidências: Decisões apoiadas em dados (estudos de caso, pesquisas pedagógicas). As práticas propostas devem seguir evidências científicas e lições aprendidas.
- Sustentabilidade: Planear um modelo financeiro diversificado (fundos públicos, europeus, parcerias e receitas próprias) e uma governança robusta de longo prazo, garantindo continuidade além de ciclos políticos ou conjunturas financeiras.

3. Eixos Estratégicos de Intervenção

EIXO 1: Plataforma "Escola Azul Digital" Integrada

Visão: Portal único (*one-stop-shop*) consolidando recursos, certificação e comunidade

Ações-Chave:

- Portal Integrado: Biblioteca digital, fóruns comunitários, certificação online, eventos virtuais.
- Repertório "*Escola Azul Digital*": recursos, sobretudo, focados Princípios cujos estudantes relevaram maior dificuldade, com validação científico-pedagógica.
- Eventos Virtuais: *Webinars* bimestrais (≥ 50 escolas/evento).
- Certificação Digital: *Badges* autenticados, perfis públicos escolas, redução 30% tempo avaliação.
- IA Personalizada: Recomendação automática conteúdos por perfil escola/localização.

Metas: Protótipo Ano 1 → Lançamento Ano 2 → 100% escolas registradas fim Ano 2.

Boas Práticas:

- *Design* centrado no utilizador, interface intuitiva responsiva.
- Colaboração com utilizadores finais no desenvolvimento.
- *Software* código aberto, infraestrutura governamental segura.
- Conteúdos imersivos (VR, vídeos 360°) com base em evidências.

EIXO 2: Gestão Digital e Monitorização (com base em dados)

Visão: Processos administrativos simplificados, transparentes, orientados por evidências.

Ações-Chave:

- Formulários *Online*: Candidaturas/relatórios digitais com pré-preenchimento automático.
- *Dashboard Analytics*: Indicador tempo real (participação, *downloads*, satisfação).
- Relatórios Automatizados: Trimestrais/anuais para diferentes públicos-alvo.
- Sistema Alertas: Notificações proativas prazos, escolas inativas, oportunidades parceria.
- Desmaterialização Total: Assinatura digital, arquivo eletrónico, gestão online parceiros.

Meta: 90% relatórios digitais até ao Ano 4.

Boas Práticas:

- "*Preencher uma vez, reutilizar sempre*" - minimizar duplicação trabalho.
- Conformidade RGPD, níveis acesso apropriados.
- Transparência via *dashboards* públicos, *feedback* imediato utilizadores.
- Suporte técnico/pedagógico durante transição.

EIXO 3: Capacitação Digital Integral

Visão: Competências digitais robustas todos intervenientes, comunidade aprendizagem digital.

Ações-Chave:

- Formação Contínua: 200 professores/ano, cursos acreditados (VR/AR, gamificação, multimédia).
- Mentores Digitais: 10 mentores distribuídos geograficamente (5-10 escolas cada).
- Capacitação Parceiros: 50 instituições até Ano 2, *workshops e-learning/interatividade*
- Tutoriais Autoaprendizagem: 10 vídeos tutoriais + *FAQs* plataforma.
- Incentivos: Créditos carreira docente + Prémio Anual Inovação Digital (Ano2).

Metas: 90% coordenadores capacitados antes lançamento.

Boas Práticas:

- Parcerias estratégicas (DGE, Centros Formação) para escala/legitimidade.
- *Learning by doing.*
- Seleção mentores: competência técnica + habilidades comunicação.
- Cultura inovação: histórias sucesso, experiência pedagógica valorizada.

EIXO 4: Inclusão Territorial e Acessibilidade Universal

Visão: Eliminação barreiras participação por localização/necessidades especiais

Ações-Chave:

- Interior/Ilhas: +20 escolas remotas até Ano 3, apoio técnico prioritário.
- Diversidade Cultural: Recursos bilíngues (PT-EN), referências contextos interiores.
- Acessibilidade Universal: 100% vídeos legendados.
- Parcerias Inclusão: 3 protocolos cooperação até Ano 2 (operadoras, autarquias, ONGs).

Metas: < 5% estudantes sem acesso → Satisfação utilização $\geq 80\%$

Boas Práticas:

- *Design* universal desde início, não adição posterior.
- Flexibilidade tecnológica: soluções *offline*, versões *lite* baixa conectividade
- Cultura equidade: escolas urbanas "*apadrinham*" remotas.
- Articulação interinstitucional: PRR, fundos de coesão digital.

EIXO 5: Avaliação Impacto e Sustentabilidade

Visão: Impacto mensurável, sustentabilidade longo prazo, melhoria contínua

Ações-Chave:

- Métricas de sucesso: Metas Ano 2/Ano 3/Ano 4, alinhamento ENM/Década Oceano/ODS.
- Avaliações independentes: Bienais combinando quantitativo/qualitativo, primeira Ano 2.
- Qualidade contínua: Revisão anual Comissão Científico-Pedagógica, atualização recursos.
- Sustentabilidade: Diversificação 5+ fontes financiamento, 60% autonomia Ano 5.
- Comunicação: Evento anual público, candidaturas prémios internacionais.

Metas: >80% satisfação utilizadores → >10% crescimento anual rede

Boas Práticas:

- Alinhamento políticas públicas nacionais/internacionais.
- Parcerias académicas para metodologias rigorosas.
- Transparência contínua: relatórios sucintos, diferentes públicos.
- Plano estratégico como documento, revisões checkpoints.

4. Implementação Prioritária e Cronograma Macro

- Ano 1: Desenvolver plataforma integrada (DGPM + equipa técnica); formação inicial de coordenadores existentes; piloto de sistema de candidaturas online; definição de indicadores e alertas; e início do repositório de recursos.
- Ano 2: Lançamento oficial da plataforma com todas as funcionalidades; consolidação do repositório “Oceano Digital” (≥ 200 recursos); expansão de formação (e.g. novos professores e parceiros); início da estratégia de inclusão territorial (parcerias para conectividade); e realização das primeiras avaliações de adesão e satisfação.
- Ano 3: Primeira avaliação abrangente de impacto (pós 1–2 anos de uso); ajustes estratégicos baseados em dados; ampliação dos laboratórios digitais nas escolas (VR, etc.); consolidação de receitas próprias iniciadas; e início de modelo parcial de autonomia financeira.
- Anos 4–5: Escalonamento e internacionalização do programa (parcerias CPLP e UE); lançamento de um “Laboratório Oceano Digital” com estúdio VR 360º para pesquisa educacional; plena implementação de modelo financeiro sustentável; consolidação da governança de longo prazo; e início de expansão para novos públicos (educação informal, etc.).

5. Indicadores-Chave de Desempenho (KPIs)

Impacto Educacional:

- Melhoria +20% Princípios da Literacia do Oceano
- *Engagement* digital: 45min/sessão plataforma
- Retenção: >85% renovação bienal escolas

Alcance Territorial:

- 40% escolas interior até Ano 4
- < 5% gap desempenho litoral-interior (2030)
- 100% escolas remotas em eventos digitais

Sustentabilidade:

- 60% autonomia financeira (Ano5)
- Diversificação mínima 5 fontes
- Zero interrupções críticas serviços

Qualidade/Satisfação:

- 80% satisfação utilizadores
- Usabilidade $\geq 4/5$ escala Likert
- 10% crescimento anual rede (até Ano 2)

6. Modelo de Financiamento (€)

- PRR (Recuperação & Resiliência): ~€2,5M (Anos 1–2)
- Fundos Europeus de Educação/Digital: ~€1,8M (Anos 2–4)
- Parcerias e Patrocínios: ~€0,5M/ano constantes
- Orçamento de Estado: ~€0,3M/ano (Ano 3 em diante)
- Receitas Próprias (ex.: licenciamento, consultorias): ~€0,2M/ano (Anos 4–5)
- Meta: Mínimo 5 fontes de financiamento, alcançando 60% de autonomia até Ano 5.

7. Riscos Críticos & Mitigação

- Resistência docente: Mitigação via formação intensiva, mentoria de pares e incentivos de carreira. Envolver desde cedo professores no projeto digital para reduzir receios.
- Infraestrutura inadequada: Mitigar com parcerias de conectividade (internet/banda larga), soluções *offline* (conteúdos em USB), e aproveitamento de fundos (PRR) para equipamentos. Estabelecer rede de suporte técnico.
- Instabilidade política: Garantir base legal sólida para o programa e buscar apoio multipartidário. Focar em resultados científicos e pedagógicos para evidenciar benefícios, aumentando suportabilidade mesmo com trocas de governo.
- Financiamento insuficiente: Diversificar fontes (pelo menos 5 simultâneas) e desenvolver receitas próprias. Planear progressão de obtenção de fundos: EU, PRR, empresas, Estado, doações. Monitorizar orçamento e ajustar gastos conforme receitas efetivas.