

**DESAFIO DA ÁGUA: UM JOGO DE TABULEIRO PARA EXPLORAR O OBJETIVO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL 6 – ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO**

**WATER CHALLENGE: A BOARD GAME TO EXPLORE THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOAL 6 – CLEAN WATER AND SANITATION**

**DESAFÍO DEL AGUA: UN JUEGO DE MESA PARA EXPLORAR EL OBJETIVO DE DESARROLLO SOSTENIBLE 6 - AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO**

**Bento Cavadas, Ana Antunes, Ana Leonardo, Joana Vicente Santos, Mariana Fernandes, Marta Anselmo & Neusa Branco**

Instituto Politécnico de Santarém / Escola Superior de Educação, Portugal  
bento.cavadas1@gmail.com; 190200101@ese.ipsantarem.pt; 190200073@ese.ipsantarem.pt;  
190200043@ese.ipsantarem.pt; 190200130@ese.ipsantarem.pt; 190200046@ese.ipsantarem.pt;  
neusa.branco@ese.ipsantarem.pt

**RESUMO** | Este relato de prática descreve o processo de criação do jogo "Desafio da Água" por estudantes em formação inicial de professores, em colaboração com docentes de didáticas específicas. O jogo foi concebido para alunos do 2.º Ciclo do Ensino Básico, utilizando uma abordagem interdisciplinar entre a Matemática e as Ciências Naturais. Após uma fase inicial de *brainstorming* foram elaborados os materiais e as regras do jogo, que foi posteriormente implementado em turmas do 2.º CEB. Um inquérito foi aplicado aos alunos para avaliar as suas perceções sobre a interação com o jogo e as aprendizagens proporcionadas. Os resultados do inquérito, combinados com as reflexões dos autores do jogo, foram usados para melhorar a versão final. O envolvimento das futuras professoras neste processo favoreceu uma melhor compreensão sobre a gamificação e como estabelecer conexões entre as ciências e a matemática para explorar temáticas relacionadas com a sustentabilidade da água.

**PALAVRAS-CHAVE:** Água, Ciências, Gamificação, Matemática, Sustentabilidade.

**ABSTRACT** | This practice report explains the process of creating the game "Water Challenge," by pre-service teachers, in collaboration with their didactics teachers. The game was designed to be implemented with students of the 2nd cycle of basic education through an interdisciplinary approach between Mathematics and Natural Sciences. Following an initial brainstorming process, the game materials and rules were created. Subsequently, the game was implemented in 2nd cycle classes. A survey was administered to students regarding their perceptions of their interaction with the game and learning. Combined with the reflections of the game authors, the results were used to enhance and create the final version. The involvement of future teachers in the game creation process facilitated their understanding of the gamification approach and how they can leverage connections between science and mathematics to explore topics related to water sustainability.

**KEYWORDS:** Water, Science, Gamification, Mathematics, Sustainability.

**RESUMEN** | Este informe de práctica explica el proceso de creación del juego "Desafío del Agua" por parte de profesores en formación, en colaboración con sus profesores de didáctica. El juego fue diseñado para estudiantes del segundo ciclo de la educación básica a través de un enfoque interdisciplinario entre Matemáticas y Ciencias Naturales. Tras un proceso inicial de lluvia de ideas, se crearon los materiales y reglas del juego. Posteriormente, el juego se implementó en clases del segundo ciclo de educación básica. Se administró una encuesta a los estudiantes sobre sus percepciones de su interacción con el juego y su aprendizaje. Los resultados, combinados con las reflexiones de los autores del juego, se utilizaron para mejorar y crear la versión final. La participación de los futuros profesores en el proceso de creación del juego facilitó su comprensión del enfoque de gamificación y cómo pueden aprovechar las conexiones entre ciencia y matemáticas para explorar temas relacionados con la sostenibilidad del agua.

**PALABRAS CLAVE:** Agua, Ciencias, Gamificación, Matemáticas, Sostenibilidad.

## 1. INTRODUÇÃO

Este relato de prática apresenta o processo de criação de um jogo de tabuleiro original, designado *Desafio da água (Water challenge)*, num contexto de formação inicial de professores. O jogo foi criado com o intuito de explorar o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 6: Água potável e saneamento, em aulas de Matemática e Ciências Naturais do 2.º Ciclo do Ensino Básico (2.º CEB). O jogo foi desenvolvido por estudantes do Mestrado em Ensino do 1.º CEB e de Matemática e Ciências Naturais no 2.º CEB, da Escola Superior de Educação de Santarém, em colaboração com os docentes de Didática da Matemática e de Didática das Ciências Físicas e Naturais do 2.º ano do curso. Para tal, os docentes das didáticas propuseram às futuras professoras a realização de um trabalho, contextualizado numa abordagem STEAM, no qual tiveram de:

- Aprofundar o conhecimento sobre a sustentabilidade da água (Science) e mobilizá-lo nas tarefas do jogo;
- Mobilizar as técnicas que as ETA e ETAR usam para melhorar a qualidade da água (Technology/Engineering) e integrar conhecimentos desses processos nas tarefas do jogo;
- Criar o *design* do tabuleiro do jogo e dos seus elementos usando diferentes técnicas (Arts);
- Criar tarefas interdisciplinares no jogo para mobilizar conhecimentos de matemática (Mathematics).

Nas secções seguintes apresenta-se a fundamentação, o contexto da proposta de trabalho e descreve-se, em detalhe, a prática educativa realizada, resultados e principais implicações para a formação inicial de professores.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO E CONTEXTO

Para os professores que pretendem implementar a aprendizagem baseada em jogos, Chen et al. (2020) referem que devem possuir duas capacidades fundamentais: i) elevada literacia sobre jogos, e ii) experiência em *instrucional design* sobre a aprendizagem baseada em jogos. Nesse sentido, no ano letivo 2023/24, as futuras professoras de matemática e ciências do 2.º CEB foram desafiadas a criar um jogo sobre a temática da água, numa perspetiva interdisciplinar, desenvolvendo, assim, o seu conhecimento pedagógico sobre a abordagem da gamificação.

A gamificação e a aprendizagem baseada em jogos são duas abordagens educativas associadas à utilização de jogos ou dos princípios dos jogos, mas possuem algumas diferenças. A gamificação consiste no uso de jogos e dos seus elementos, como sistemas de pontos, tabelas de classificação, distintivos ou outros, para a consecução de objetivos de aprendizagem. Por seu lado, a aprendizagem baseada em jogos implica conceber atividades de aprendizagem que incorporam algumas características ou princípios dos jogos (University of Waterloo, s.d.). Estas abordagens têm a potencialidade de melhorar o desempenho académico, o envolvimento e a motivação dos alunos (Dahalan et al., 2024). De facto, a meta-análise sobre o uso da aprendizagem baseada em jogos em educação em ciências realizada por Cadiz et al. (2023) também concluiu que é eficaz e que pode ser produtiva para a aprendizagem das ciências. Há também estudos que mostram que a aprendizagem baseada em jogos tem um impacto positivo nos alunos quando estão a aprender matemática (Erşen & Ergül, 2022; Hui & Mahmud, 2023). Os jogos digitais são, frequentemente, utilizados em educação matemática e estão,

maioritariamente, associados à área de aprendizagem dos números e operações (Erşen & Ergül, 2022). A investigação sugere que a aprendizagem baseada em jogos impacta, favoravelmente, o domínio cognitivo (Hui & Mahmud, 2023) e vários aspetos de domínio afetivo (realização, atitude, motivação, interesse e envolvimento) (Hui & Mahmud, 2023; Vankúš, 2021) associados à aprendizagem da matemática.

Em seguida são apresentados alguns exemplos de jogos educativos sobre a água, a nível internacional e nacional, que podem apoiar a tomada de decisão relativamente à escolha do jogo a implementar em sala de aula.

A nível internacional, a plataforma *Water Games*, uma iniciativa conjunta do *International Institute for Applied Systems Analysis* e do *Centre for Systems Solutions*, recolheu e organizou um conjunto de jogos destinados a abordar diferentes temáticas associadas à água. A tabela 1 lista alguns exemplos desses jogos, os quais podem ser úteis para professores e futuros professores interessados nesta abordagem.

**Tabela 1** - Exemplos de jogos da plataforma *Water Games* sobre temáticas associadas à água.

Nome do jogo	Descrição
<a href="#"><u>Flood Resilience Game</u></a>	Trata-se de um jogo que permite aos jogadores experimentar, explorar e aprender sobre o risco de cheias e a resiliência das comunidades que habitam em vales de rios. O jogo ocorre numa comunidade que vive numa zona exposta a inundações que ocorrem com diferentes graus de gravidade. Os jogadores assumem o papel de membros de diferentes grupos de cidadãos (trabalhadores, agricultores, empresários, agentes de serviços financeiros), funcionários da administração local e do conselho da água.  O jogo foi concebido para ajudar os participantes - como funcionários de ONG que trabalham em programas centrados nas inundações - a identificar novas políticas e estratégias que melhorem a resiliência às inundações.
<a href="#"><u>Game of Floods</u></a>	Neste jogo, os participantes têm de gerir o futuro de uma hipotética ilha, designada Marin. A sua principal tarefa é escapar a uma inundação. Os jogadores definem estratégias para proteger as parcelas que escolheram, preocupando-se, constantemente, com o bem-estar e os recursos da comunidade. Têm de considerar a potencial perda ou deterioração de casas, instalações comunitárias, estradas, terrenos agrícolas, praias, zonas húmidas, lagoas e outros recursos.
<a href="#"><u>PIPES (Public Infrastructure Participatory Engagement Simulation)</u></a>	Este jogo foi concebido para recriar as características essenciais de situações da vida real, destacando os desafios da tomada de decisões e as suas consequências. Os jogadores assumem os papéis de autoridades locais, gestores de infraestruturas e cidadãos, cujas diferentes necessidades criam uma rede complexa de inter-relações. As autoridades, sob a pressão constante dos cidadãos, recolhem recursos através de impostos e decidem depois as despesas orçamentais numa variedade de possíveis sistemas de água.

A nível nacional refere-se o jogo [AquaQuiz](#), desenvolvido pela empresa Águas de Portugal, que se destina a alunos dos 2.º e 3.º Ciclos do Ensino Básico. O jogo pode ocorrer num tabuleiro físico ou digital e inclui perguntas sobre diferentes dimensões associadas à temática da água, organizadas em quatro categorias: Planeta Azul, Aqua Lab, Fábricas de Água e Uso Eficiente. Cada pergunta tem dois níveis de dificuldade e cada participante pode escolher o nível a que pretende dar resposta. As respostas corretas às questões mais difíceis permitem obter mais pontos.

### 3. DESCRIÇÃO DA PRÁTICA EDUCATIVA E SUA IMPLEMENTAÇÃO

O trabalho de desenvolvimento do jogo *Desafio da Água* ocorreu em diversos momentos do ano letivo 2023/24. O jogo foi criado colaborativamente por cinco futuras professoras, com o apoio dos docentes da unidade curricular de Didática das Ciências Físicas e Naturais e da unidade curricular de Didática da Matemática. A figura 1 apresenta as etapas de desenvolvimento do jogo.



**Figura 1** Etapas de desenvolvimento do jogo *Desafio da água*.

Na etapa de integração curricular, as futuras professoras identificaram as aprendizagens essenciais das disciplinas de Matemática e Ciências Naturais do 2.º CEB a explorar no jogo. De seguida, num momento de *brainstorming*, discutiram, em conjunto com os professores, as características gerais e específicas do jogo. Foram recolhidos dados desses momentos através de observação participante dos docentes das didáticas, complementados por registos fotográficos e notas de campo. Posteriormente, o jogo foi implementado em contexto de prática de ensino supervisionada em Matemática e Ciências Naturais, no 2.º CEB. Cada par de estágio elaborou uma reflexão sobre a concretização do jogo no estágio, com suporte em evidências do trabalho dos alunos, registadas em notas de campo e fotografias. O momento de avaliação envolveu a aplicação de um questionário aos alunos do 2.º CEB, para aferir a sua opinião sobre os elementos, regras e interação com o jogo, assim como as aprendizagens que concretizaram. Os dados desse inquérito foram analisados e organizados, com o intuito de se identificarem oportunidades de melhoria do jogo. Essa informação foi mobilizada para a melhoria do jogo, na última etapa. Nesta secção descrevem-se as etapas 1 a 4 em detalhe. As etapas de avaliação e melhoria do jogo, etapa 5 e etapa 6, respetivamente, são apresentadas na secção 4 deste artigo.

#### 3.1 Etapa 1 | Integração curricular em Ciências Naturais e Matemática

Nesta etapa, as futuras professoras, com o apoio dos docentes das unidades curriculares de didática, analisaram as orientações curriculares para o 2.º CEB e identificaram os temas e as aprendizagens essenciais que pretendiam explorar no jogo para o 5.º ano e para o 6.º ano de escolaridade, considerando os documentos curriculares de cada uma das disciplinas – ME/DGE (2018a, 2018b) e Canavarro et al. (2021a, 2021b) (Tabela 2). O jogo foi ainda enquadrado no ODS6, no qual a distribuição da água e a importância da higiene e saneamento adequados para a saúde humana são tópicos sugeridos para exploração sobre esta temática (UNESCO, 2017).

Numa perspetiva de flexibilização curricular, os temas e objetivos de aprendizagem contemplados visam permitir ao aluno realizar interligações com os saberes adquiridos no 1.º CEB e aprofundá-los no 2.º CEB. Assim pretende-se que compreenda cada vez melhor a estrutura e o funcionamento do planeta e dos diversos subsistemas que o compõem, numa perspetiva de educação para a sustentabilidade, tal como vinculado nas aprendizagens essenciais de Ciências Naturais. O conhecimento matemático surge em algumas questões que os alunos devem responder sobre a água durante o jogo, mobilizando a compreensão de percentagens e

informação apresentada em diversas unidades de medida, de capacidade e de volume. Ainda na articulação com a Matemática foi contemplado um tópico específico do 6.º ano, o volume, cuja abordagem foi integrada num desafio final de modo a tornar tangível a quantidade de água recolhida ao longo do jogo e aprofundar o conhecimento sobre esse tópico matemático. Este último desafio pode ser adaptado pelo professor ao conhecimento dos seus alunos.

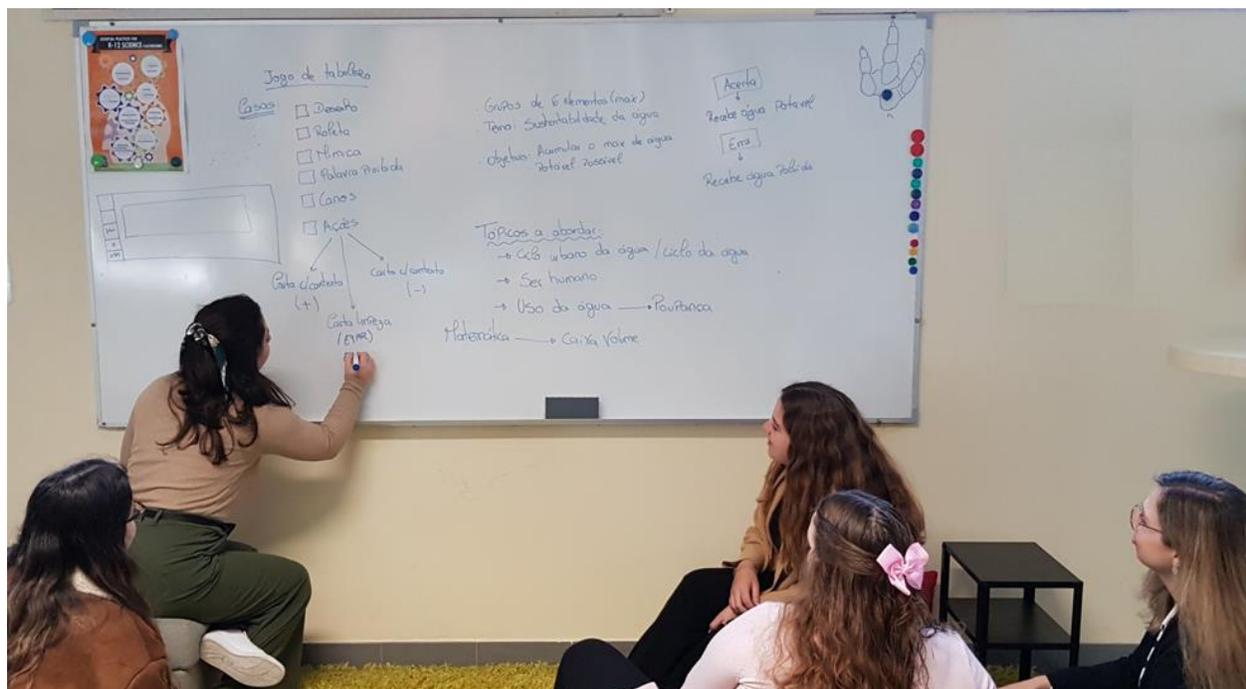
**Tabela 2 - Temas e aprendizagens essenciais de Ciências Naturais e Matemática contemplados no jogo Desafio da água.**

Ano	Disciplina e Temas	Aprendizagens essenciais
5.º ano	<p><b>Ciências Naturais</b></p> <p><b>Tema</b>   Água, ar, rochas e solo – Materiais terrestres</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar as propriedades da água, relacionando-as com a função da água nos seres vivos.</li> <li>• Distinguir água própria para consumo (potável e mineral) de água imprópria para consumo (salobra e inquinada), analisando questões problemáticas locais, regionais ou nacionais.</li> <li>• Interpretar os rótulos de garrafas de água e justificar a importância da água para a saúde humana.</li> <li>• Discutir a importância da gestão sustentável da água ao nível da sua utilização, exploração e proteção, com exemplos locais, regionais, nacionais ou globais.</li> </ul>
	<p><b>Matemática</b></p> <p><b>Tema</b>   Números</p> <p><b>Tópico</b>   Frações, decimais e percentagens</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relacionar percentagens com frações de denominador 100.</li> </ul>
6.º ano	<p><b>Ciências Naturais</b></p> <p><b>Tema</b>   Processos vitais comuns aos seres vivos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relacionar a existência dos nutrientes com a função que desempenham no corpo humano, partindo da análise de documentos diversificados e valorizando a interdisciplinaridade.</li> </ul>
	<p><b>Matemática</b></p> <p><b>Tema</b>   Geometria e medida</p> <p><b>Tópico</b>   Figuras no espaço</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compreender o que é o volume de um objeto e explicar por palavras suas.</li> <li>• Medir o volume de um objeto, usando unidades de medida não convencionais e unidades convencionais (metro cúbico e o centímetro cúbico) adequadas.</li> <li>• Reconhecer a correspondência entre o decímetro cúbico e o litro.</li> </ul>

### 3.2 Etapa 2 | Brainstorming

Nesta etapa, as futuras professoras reuniram-se junto a um quadro (Figura 2) e discutiram o tipo de jogo, os seus elementos, as principais regras e os temas a abordar. Decidiram que o jogo deveria ser uma adaptação da dinâmica do “Jogo da Glória”, tendo as decisões sobre os elementos e conteúdos sido baseadas nas aprendizagens essenciais do 2.º ciclo. A opção de desenvolvimento de um jogo de tabuleiro físico visou promover o contacto dos alunos do 2.º ciclo com a diversidade de materiais manipuláveis que este envolve, favorecer o relacionamento interpessoal e a cooperação tendo em conta o objetivo do jogo e aprimorar as suas habilidades motoras finas, persistência e perseverança. Além disso, considerou-se que a interação humana proporcionada pelo jogo físico poderia favorecer uma melhor compreensão e gestão das regras.

Por outro lado, o jogo em tabuleiro físico possibilita a criação de elementos do jogo com reutilização de materiais, reforçando práticas associadas à sustentabilidade.



**Figura 2** Momento de discussão sobre as características do jogo *Desafio da água*.

Os docentes das didáticas apoiaram este processo, orientando a discussão para as características do jogo que podiam contribuir para dinâmicas diversificadas e promotoras da colaboração entre os alunos e do desenvolvimento de competências de sustentabilidade, bem como para a consecução dos objetivos de aprendizagem específicos de Ciências Naturais e de Matemática (ver Tabela 2).

### 3.3 Etapa 3 | Criação

Esta etapa implicou a criação física dos materiais do jogo (tabuleiro, cartas e outros elementos), a elaboração do conteúdo das cartas e das regras do jogo, que são descritos em seguida. A complexidade do processo e o tempo necessário para a sua concretização constituíram um desafio. A criação do jogo exigiu um elevado envolvimento e disponibilidade das futuras professoras e dos professores das didáticas para a organização e distribuição de tarefas e em momentos de discussão conjunta para avaliar o desenvolvimento do trabalho e fazer revisão de elementos do jogo e conteúdos.

#### 3.3.1 Materiais do jogo e conteúdo das cartas

**Tabuleiro.** O tema principal do jogo é o ciclo urbano da água e a utilização sustentável da água. O tabuleiro ilustra esse ciclo através de uma representação visual de uma zona de captação da água, associada à casa de partida, à qual se seguem, sequencialmente, uma estação de tratamento de água, um local de armazenamento de água, uma zona de consumo de água (cidade), uma estação de tratamento de águas residuais e uma zona de devolução de água à

natureza, relacionada com a casa de chegada. O *design* do tabuleiro foi criado usando os recursos do *software Microsoft PowerPoint®*, imagens de livre acesso e outras criadas pelos autores do jogo. A versão final do tabuleiro tem 32 casas e quatro espaços destinados à colocação das cartas correspondentes (Figura 3).



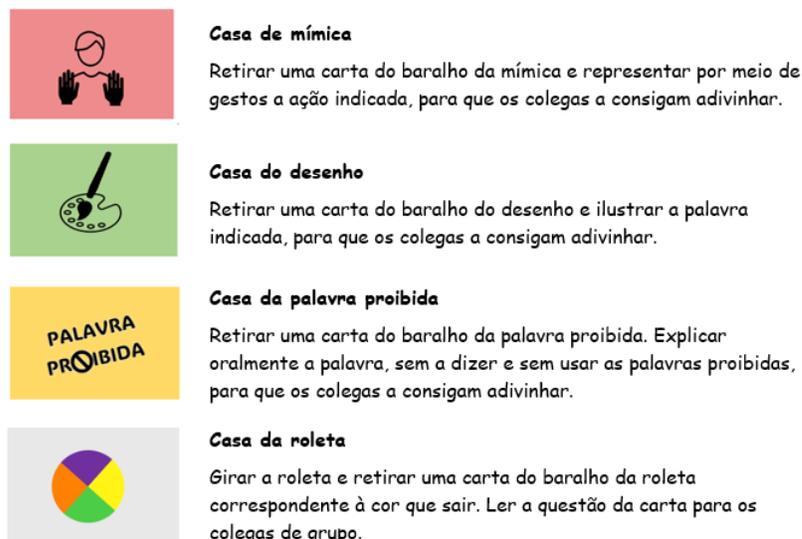
Figura 3 Versão final do tabuleiro do jogo *Desafio da água*.

O jogo inclui casas designadas “casas fixas”. Nessas casas, o jogador tem de agir em função da ação indicada (Figura 4).

	<p><b>Casa de partida</b></p> <p>Início do jogo. Todos os participantes devem colocar o seu peão na casa de partida no início do jogo.</p>
	<p><b>Casa de avanço</b></p> <p>O jogador tem de andar para a frente tantas casas como o número de setas representado.</p>
	<p><b>Casa de retrocesso</b></p> <p>O jogador tem de andar para trás tantas casas como o número de setas representado.</p>
	<p><b>Casa bônus</b></p> <p>O jogador lê em voz alta o que é indicado na carta que tirou do baralho e realiza a instrução da carta.</p>
	<p><b>Casa de chegada</b></p> <p>Corresponde ao desafio final. Este desafio é realizado quando um dos jogadores do grupo alcançar esta casa.</p>

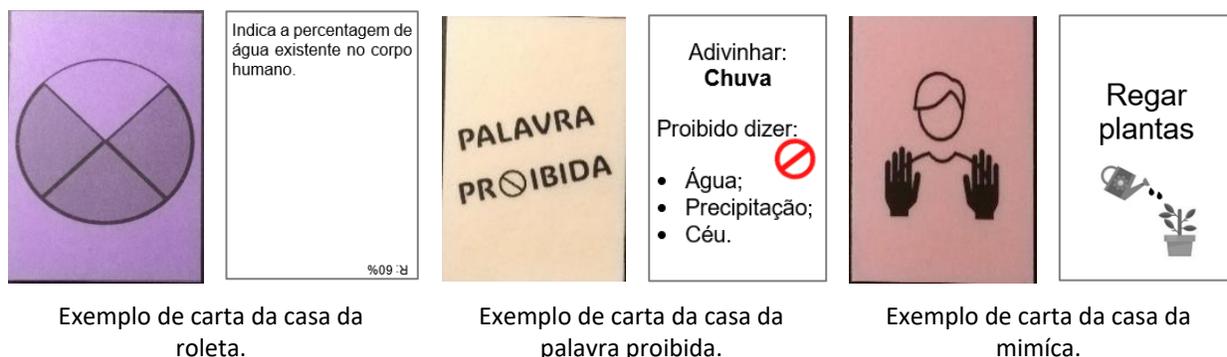
Figura 4 Descrição das casas fixas do tabuleiro do jogo *Desafio da água*.

Com uma natureza diferente da anterior, existem casas designadas “casas de atividade”. Estas casas implicam ações específicas por parte do jogador e da sua equipa. Na figura 5, apresenta-se o *design* final e descrição de cada uma das casas de atividade.



**Figura 5** Descrição das casas de atividade do tabuleiro do jogo *Desafio da água*.

**Cartas e o seu conteúdo.** Associadas às casas de bónus, mímica, desenho, palavra proibida e roleta existem cartas físicas que o jogador retira para saber a ação a realizar. A figura 6 mostra exemplos de algumas dessas cartas e do seu conteúdo. As cartas foram plastificadas para maior durabilidade.



**Figura 6** Exemplos de cartas de diferentes casas de atividade do tabuleiro do jogo *Desafio da água*.

**Outros elementos do jogo.** Na casa da roleta, o jogador deve fazer girar uma roleta. A roleta foi construída com um mecanismo de rotação que permite movimentar a parte superior. A parte superior da roleta foi dividida em quatro partes iguais, cada uma identificada por uma cor diferente (Figura 7A). O mecanismo de rotação foi colado sobre uma base de cortiça. No sentido de reutilizar materiais, a roda é uma tampa de plástico reutilizada e a cor de cada parte da roleta é identificada por uma tampa de garrafa. Quando a roleta para de girar, o jogador observa a cor

para a qual a seta aponta, retira do baralho de cartas da roleta uma carta da cor respectiva e lê a questão para os colegas de equipa indicarem a resposta que consideram correta.

Para identificar cada jogador foram criados peões de diferentes cores, a partir de rolhas de cortiça usadas (Figura 7B).



**Figura 7** Elementos do jogo *Desafio da água*: **(A)** roleta e **(B)** peões.

O jogo inclui ainda outros elementos, como um cartão para a identificação de cada grupo, um dado recuperado de outro jogo, uma ampulheta e tampas de garrafas de plástico de cor branca (que representam água imprópria para consumo) e de cor azul (que representam água própria para consumo). Essas tampas são armazenadas em caixas de alimentos reutilizadas.

### 3.3.2 Regras do jogo

Foi elaborado um documento com as regras do jogo para orientar a sua implementação. Numa primeira fase, as regras não estavam todas explicitamente definidas e redigidas, deixando algumas ambiguidades para os alunos, o que resultou em diferentes dinâmicas entre os grupos. Após reformulação, determinaram-se as principais regras do jogo, apresentadas de seguida:

- O jogo é realizado em grupos de 2 a 6 jogadores. O grupo funciona como equipa e deve recolher a maior quantidade possível de água própria para consumo.
- Na sua vez, um jogador lança o dado, desloca o peão no tabuleiro o número de casas indicado e realiza a tarefa da casa em que o peão para.
- Quando o jogador alcança uma casa de bônus retira uma carta do baralho, lê a indicação e recebe o número e tipo de tampas que está indicado na carta.
- Quando o jogador alcança uma casa de atividade: palavra proibida, mímica, desenho ou roleta, realiza a atividade respectiva e os colegas do grupo tentam responder corretamente.
- Sempre que a resposta está correta, o grupo recebe uma tampa de água própria para consumo (tampa azul). Quando a resposta está errada, o grupo recebe uma tampa de água imprópria para consumo (tampa branca).
- Na casa de chegada, o grupo vai filtrar a água imprópria para consumo que acumulou ao longo do jogo, num desafio final.

A descrição das cartas, apresentada nas figuras 4 e 5, também passou a integrar as regras do jogo.

### 3.4 Etapa 4 | Implementação

A implementação do jogo foi planeada de modo colaborativo pelas cinco futuras professoras, com supervisão dos docentes das didáticas específicas e da prática de ensino supervisionada. A planificação procurou explicitar os conhecimentos, capacidades e atitudes envolvidas no jogo e contemplar dinâmicas de aula promotoras do desenvolvimento de competências de sustentabilidade nos alunos. Especificamente, procurou-se promover a sua sensibilização para os desafios globais no âmbito da água potável e saneamento e fomentar as suas ações em prol da sustentabilidade da água. O jogo foi implementado após a exploração da temática da água com os alunos, em aulas anteriores.

Após a planificação, as futuras professoras implementaram o jogo no estágio em 2.º CEB, no 1.º semestre do ano letivo 2023/24, em duas escolas diferentes (Figura 8). Participaram 169 alunos, de duas turmas de 5.º ano e seis turmas de 6.º ano, a maioria com 11 anos.



**Figura 8** Momentos da implementação do jogo *Desafio da água*, numa turma do 2.º CEB.

Em cada aula, antes da concretização do jogo, as futuras professoras organizaram o espaço da sala em ilhas. Colocaram um jogo em cada ilha com o intuito de ser explorado por uma equipas de 3 a 5 alunos por tabuleiro, consoante a dimensão das turmas. Durante o jogo, as futuras professoras acompanharam o trabalho dos grupos, verificando o cumprimento das regras e esclarecendo as suas dúvidas sempre que necessário. Por ser um jogo de cooperação, os alunos deviam cumprir os desafios de modo adequado, colocar as questões aos colegas com correção e revelar empenho nos diversos desafios. Coube, também, ao professor a organização dos materiais necessários à filtração da água e a discussão final sobre práticas sustentáveis de utilização da água a partir das ideias que emergiram no jogo.

Numa das escolas, o jogo foi realizado em salas com diferentes características. Numa foi implementado num ambiente educativo inovador, cuja flexibilidade permitiu adaptar os materiais às necessidades da atividade, favorecendo um ambiente cooperativo (Figura 9A). Além disso, este espaço permitiu uma dinâmica organizada em três momentos: i) o primeiro na área de apresentação, em que se introduziu o jogo aos alunos; ii) o segundo na área de interação, na qual os alunos jogaram, e iii) o terceiro, associado à área de investigação, na qual foi realizado o desafio final de filtração da água. Noutra escola, o jogo foi implementado num ambiente educativo tradicional, tendo as mesas sido organizadas em ilhas para facilitar o trabalho em grupo (Figura 9B).



**Figura 9 (A)** Ambiente educativo inovador e **(B)** ambiente educativo tradicional em que foi implementado o jogo *Desafio da água*, com turmas do 2.º CEB.

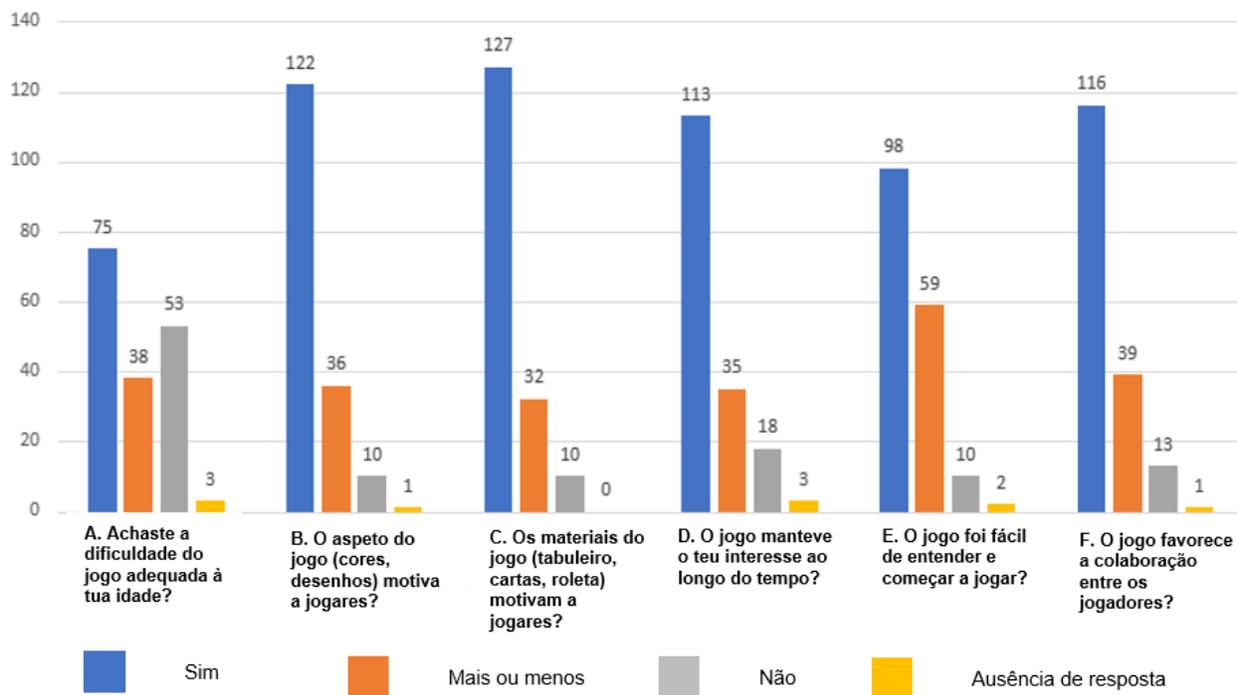
No momento introdutório, uma das futuras professoras explicou o jogo com apoio da apresentação do tabuleiro físico, o qual também foi projetado para facilitar a visualização da sua estrutura e das diferentes casas. Foram apresentadas com detalhe as regras do jogo para que os alunos ficassem a conhecer a função de cada casa e as respetivas cartas.

Durante o jogo, os alunos foram percorrendo o tabuleiro realizando as atividades e recolhendo tampas de garrafas que simulavam água própria para consumo (tampas azuis) e água imprópria para consumo (tampas brancas). Cada tampa correspondia a 10 cl do tipo de água respetivo. Após cada grupo ter alcançado a casa de chegada, o número de tampas associado à água imprópria para consumo recolhida foi convertido na respetiva quantidade de água em centilitros. De seguida, através de uma atividade prática, filtraram a água imprópria para consumo. Foi salientado que esse procedimento, embora melhorasse a qualidade da água, por si só não era suficiente para a transformar em água potável.

## 4 AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DA PRÁTICA E PRINCIPAIS RESULTADOS

### 4.1 Resultados da opinião dos alunos do 2.º CEB sobre o jogo e das suas aprendizagens

Imediatamente após a conclusão do jogo foi aplicado aos alunos um questionário organizado em duas partes e constituído por questões de carácter aberto e fechado. As questões da primeira parte e os respetivos resultados são apresentados no gráfico da figura 10.



**Figura 10** Gráfico dos resultados da percepção dos alunos sobre determinadas características do jogo *Desafio da água*.

Os resultados mostram que, na sua maioria, os alunos reconheceram o jogo como apropriado à sua faixa etária, consideraram o visual do jogo apelativo e motivador e que o tabuleiro, as cartas e a roleta os motivaram a jogar e os mantiveram envolvidos ao longo do tempo. Consideraram, ainda, que o jogo foi fácil de entender e de começar a jogar e que favoreceu a colaboração entre os jogadores. Contudo, na questão A verificou-se que um número elevado de alunos não o considerou apropriado à sua idade, o que pode dever-se à dificuldade de algumas questões que encontraram nas cartas do jogo.

Ainda na primeira parte do questionário, foi solicitado aos alunos que justificassem a sua resposta à questão “E”. Estes consideraram que a explicação prévia das regras, em grande grupo, foi favorável à compreensão e concretização do jogo. Por exemplo, um aluno mencionou “Eu disse que foi fácil porque a professora explicou bem e eu entendi logo como funcionava” (aluno 9), outro referiu que “Sim, foi porque foi muito bem explicado no início e tivemos ajuda sempre que precisámos” (aluno 5). De facto, a apresentação detalhada das regras e das dinâmicas do jogo antes da sua concretização e a explicação da atividade prática de filtração (Figura 11) parecem ter concorrido para que os alunos entendessem o jogo e o seu propósito.



**Figura 11** Explicação da dinâmica da filtração.

A última questão da primeira parte do questionário visava aferir se os alunos pretendiam propor alguma melhoria ou alteração no jogo. Apenas 20% dos alunos indicaram que pretendiam mudar ou melhorar algo no jogo. De seguida, tiveram oportunidade de explicar a sua resposta, detalhando as oportunidades de mudança ou de melhoria do jogo. Os aspetos do jogo que referiram nas suas respostas foram categorizados e os resultados expressos na Tabela 3.

Os resultados mostram que cinco alunos apresentaram sugestões quanto ao nível de dificuldade, com maior ocorrência na subcategoria “mais difícil”. A resposta seguinte exemplifica o entendimento dos alunos nessa subcategoria: “queria que o jogo fosse mais complexo” (aluno 3). Os alunos também sugeriram melhorias ao nível do tabuleiro, nomeadamente quanto ao número e tipologia de casas, tal como é evidenciado nas respostas seguintes: “melhorava uma coisa que seria aumentar o jogo, ser maior” (aluno 16), que se refere a ter mais casas: “colocar mais mímicas e mais perguntas” (aluno 6). Sugeriram também alterações nas cartas, principalmente nas cartas da palavra proibida, tal como é sugerido nas afirmações: “eu tirava a palavra proibida do jogo” (aluno 6) e “quando calharmos na palavra proibida em vez de serem 3 palavras poderiam ser 2 palavras [proibidas]” (aluno 13). Também foram identificadas outras melhorias, nomeadamente ao nível das regras, duração do jogo e elementos do jogo, como sendo a utilização de mais dados, a disponibilização de mais tampas por grupo e a pintura dos peões de cortiça, com o intuito de serem distinguidos com mais facilidade.

**Tabela 3** - Resultados da categorização das respostas dos alunos sobre as oportunidades de mudança ou de melhoria do jogo *Desafio da água*.

<b>Categorias</b>	<b>Subcategorias</b>	<b>Número de ocorrências</b>	
Nível de dificuldade	Mais difícil	4	
	Geral (não específica)	1	
Duração	Aumento do tempo de jogo	2	
Regras do jogo	Competição entre jogadores	1	
Elementos do jogo	Número de Casas	2	
	Tipologia de Casas	2	
	Tabuleiro	Casas da Roleta (mais casas)	1
		Casas de Desenho (mais casas)	1
		Casas de Mímica (mais casas)	1
		Casa com QR Code (eliminar)	1
	Cartas	Retirar	1
		Alterar	2
	Dados		1
	Tampas		1
	Peões		1

A segunda parte do questionário era constituída por duas perguntas de carácter aberto sobre as aprendizagens relativas à água. A primeira questionava os alunos sobre o que aprenderam quanto à temática da água, sendo a categorização das suas respostas apresentada na tabela 4. Destaca-se a categoria “poupança de água” como a aprendizagem mais significativa, mais concretamente no que respeita ao seu desperdício, “não devemos desperdiçar água” (aluno 2), e à sua poupança, “eu aprendi que temos de poupar água” (aluno 10).

Os alunos também mostraram ter desenvolvido conhecimentos sobre o ciclo urbano da água, como evidenciam as suas afirmações: “aprendi que o processo da água leva muito tempo até chegar às nossas casas” (aluno 5) e “aprendi que antes da água de vir para as nossas casas tem que ser tratada na ETA” (aluno 6). A aprendizagem sobre o processo de filtração de água também foi identificada pelos alunos, possivelmente, devido à realização da atividade prática. Também se evidenciam aprendizagens sobre a poluição da água, como mostram as seguintes respostas: “devemos ter mais cuidado e não poluir a água” (aluno 22), a importância da água, “a água é importante para a vida humana” (aluno 12) e “a água é muito importante no nosso dia a dia” (aluno 5). Também foi referido várias vezes o consumo da água e os seus efeitos na saúde humana: “a água é muito importante para vivermos se não bebermos podemos ganhar doenças” (aluno 19) e “aprendi que a água suja é ruim para o corpo” (aluno 5).

**Tabela 4** - Resultados da categorização das respostas dos alunos o que aprenderam sobre a água no jogo “Desafio da água”.

<b>Categorias</b>	<b>Subcategorias</b>	<b>Número de ocorrências</b>
Poupança de água	Desperdício	17
	Poupança	40
	Reutilização	5
Ciclo urbano da água	Geral (não específica)	16
	Etapas de tratamento	13
Poluição	Da água	13
	Do ambiente	2
Importância da água	Para a vida humana	11
	Geral (não específica)	11
Unidades de medida	Volume	1
	Capacidade	2
Usos da água	Geral (não específica)	2
Sustentabilidade		6
Filtração (atividade)		14
Constituição da água		1
Ciclo da água		1
Consumo de água e efeitos na saúde		13
Outros		25

A segunda questão de caráter aberto focava-se no entendimento do significado da expressão “sustentabilidade da água”. A tabela 5 apresenta a categorização das respostas. No que respeita à sustentabilidade, a categoria com mais ocorrências foi a poupança da água, com respostas relativas à poupança, à reutilização e ao desperdício da água. Estas ocorrências são exemplificadas pelas afirmações seguintes: “significa que temos de poupar a água e reutilizá-la como, por exemplo, a água da lavagem dos legumes pode-se usar para regar as plantas” (aluno 13) e “para mim a sustentabilidade da água é economizar água e reutilizar para um futuro melhor” (aluno 7). Salienta-se, também, o número de ocorrências sobre a proteção da água, sendo reconhecida a importância do “cuidar”, como evidenciado na afirmação seguinte “preservar e cuidar da água” (aluno 7). Os alunos reconhecem a importância da água e a sua disponibilidade como se verifica na resposta: “a sustentabilidade da água significa manter água limpa e abundante que estará disponível para nós e para as gerações futuras” (aluno 19). Adicionalmente, houve referência a aspetos do ciclo urbano da água, do aquecimento global, da poluição da água, da constituição e usos da água.

**Tabela 5 - Resultados da categorização das respostas dos alunos o significado de “sustentabilidade da água”.**

<b>Categorias</b>	<b>Subcategorias</b>	<b>Número de ocorrências</b>
Poupança de água	Desperdício	10
	Poupança	64
	Reutilização	11
Ciclo urbano da água	Geral (não específica)	1
	Etapas de tratamento	4
Importância da água	Para a vida humana	4
	Geral (não específica)	4
Poluição	Da água	2
Aquecimento global		1
Constituição da água		1
Disponibilidade da água		7
Usos da água		1
Proteger a água		11
Outros		30

## **4.2 Alterações ao jogo**

Nesta secção é apresentada uma síntese das alterações ao jogo decorrentes da opinião dos alunos, da vivência de implementação do jogo pelas futuras professoras e da observação pelos docentes das didáticas que acompanharam essa implementação.

### **4.2.1 Regras do jogo**

Após a implementação do jogo, percebeu-se que as suas regras careciam de maior explicitação e clarificação. Além disso, foi necessário clarificar o objetivo do jogo, sendo este obter a maior quantidade de água própria para consumo possível pela equipa. Nas regras do jogo foram também sistematizadas as instruções relativamente a cada tipo de casa. Por exemplo, houve necessidade de clarificar o papel dos vários jogadores nas atividades. Assim, ficou expresso que o jogador quando chega a uma casa de atividade tira a carta e desempenha a instrução da mesma. Aos restantes colegas de grupo cabe alcançar a resposta correta, para que dessa forma ganhem mais tampas de água própria para consumo. Salienta-se que, no caso das questões da roleta, o grupo tinha de chegar a consenso e obter uma única resposta. Outra oportunidade de melhoria foi limitar o tempo disponível para um jogador realizar a ação e os restantes responderem, disponibilizando-se, para isso, uma ampulheta a cada grupo. Foi também necessário deixar explícito quando termina o jogo. Assim, ficou estabelecido que o jogo termina quando um dos elementos do grupo alcança a casa de “chegada”. No processo de melhoria do jogo foi também clarificado o papel do desafio final de filtração da água imprópria para consumo e da conexão com a Matemática, nomeadamente quanto o volume de água recolhida ao longo do jogo e relações entre unidades de medida.

#### 4.2.2 Elementos do jogo

Alguns elementos do jogo também foram melhorados. A roleta passou a estar fixada numa base de cortiça, mais resistente, para impedir que a parte que roda se deslocasse aquando da rotação. Outra melhoria foi a impressão das cartas da roleta em papel colorido, da mesma cor de cada uma das quatro secções da roleta, para facilitar a identificação da carta respetiva. A dimensão das cartas das restantes casas foi reduzida para que ficasse igual à do espaço que lhes foi destinado no tabuleiro. Outra melhoria foi disponibilizar a cada grupo uma caixa individual com tampas brancas e azuis para facilitar a recolha dessas tampas, em função do resultado obtido em cada casa. No tabuleiro do jogo foi reduzido o número de casas e foram reformuladas algumas casas. Foram introduzidas atividades em casas que inicialmente eram apenas um espaço vazio do tabuleiro e foram substituídas duas casas com QRCode, nas quais os alunos deviam visualizar vídeos sobre a temática da água. Durante a implementação, verificou-se que essa tarefa causou perturbação na dinâmica do jogo, uma vez que se um segundo jogador calhasse nessa casa não faria sentido uma segunda visualização pelo grupo. Por essa razão, decidiu-se que a análise dos vídeos sobre o ciclo urbano da água e a sustentabilidade da água deveria ser realizada num momento anterior ao jogo.

#### 4.2.3 Conteúdo do jogo

No decorrer do jogo verificou-se que o vocabulário de algumas cartas era complexo para os alunos, o que dificultava a sua compreensão da tarefa a realizar. Assim, o conteúdo dessas cartas foi revisto, tendo-se substituído determinadas palavras ou expressões por outras mais adequadas aos conhecimentos dos alunos do 2.º CEB. Por vezes, também se simplificou a instrução da carta através da redução do número de palavras. Outra melhoria foi adicionar um ícone à mensagem escrita nas cartas de mímica, para facilitar a compreensão do seu significado. O procedimento de filtração e o cálculo da quantidade de água recolhida também foi clarificado. As regras agora indicam de forma explícita que o grupo que possui a carta bônus para a filtração da água pode usá-la no final do jogo para filtrar a quantidade de água imprópria para consumo que recolheu. Caso um grupo não disponha dessa carta, um outro grupo pode cedê-la se tiver mais do que uma carta. Essa melhoria nas regras do jogo e no reforço da interdisciplinaridade levou à criação de um cartão de identificação do grupo, no qual passaram a registar o volume de água própria para consumo, o volume de água resultante do processo de filtração e o volume de água imprópria para consumo, não filtrada, no caso de não terem possibilidade de fazer a filtração. Na outra face desse cartão solicita-se ao grupo que registre ações que aprendeu para promover a sustentabilidade da água, reforçando a abordagem dessa temática no jogo.

### 5. CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

O desenvolvimento do jogo Desafio da Água exigiu uma grande capacidade de articulação entre as futuras professoras e os professores das didáticas específicas, o que implicou a definição de um intervalo de tempo apropriado no horário da turma para a realização das diferentes etapas. Além disso, a conclusão de todas as etapas foi demorada e exigiu a definição de metas rigorosas que viabilizassem o cumprimento de cada tarefa sem comprometer etapas seguintes, nomeadamente de implementação e avaliação que se articulou com a prática de ensino supervisionada. Esta exigência de organização temporal pode constituir uma limitação ao desenvolvimento de trabalhos desta natureza na formação inicial de professores.

Foi notório que o processo de conceção, criação, implementação e avaliação do jogo criou oportunidades de desenvolvimento pedagógico das futuras professoras em diferentes dimensões, como uma melhor compreensão da abordagem de gamificação e do modo como podem mobilizar conexões entre as ciências e a matemática para explorar temáticas relacionadas com a sustentabilidade da água. A continuação da concretização do jogo pode ainda permitir a identificação de novas melhorias e de outras oportunidades de reforço da interdisciplinaridade a serem exploradas.

## REFERÊNCIAS

- AquaQuiz (s.d.). *Águas de Portugal*. <http://www.aquaquiz.pt/>
- Cadiz, G. S., Lacre, G. J. R., Delamente, R. L., & Diquito, T. Jr. A. (2023). Game-based learning approach in science education: A meta-analysis. *International Journal of Social Science and Human Research*, 6(3), 1856-1865. <https://doi.org/10.47191/ijsshr/v6-i3-61>
- Canavarro, A.P., Mestre, C., Gomes, D., Santos, E., Santos, L., Brunheira, L., Vicente, M., Gouveia, M. J., Correia, P., Marques, P., & Espadeiro, R.G. (2021a). *Aprendizagens Essenciais de Matemática. 5.º ano. 2.º Ciclo do Ensino Básico*. Ministério da Educação/Direção-Geral da Educação. [https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens\\_Essenciais/2\\_ciclo/ae\\_mat\\_5.o\\_ano.pdf](https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/2_ciclo/ae_mat_5.o_ano.pdf).
- Canavarro, A.P., Mestre, C., Gomes, D., Santos, E., Santos, L., Brunheira, L., Vicente, M., Gouveia, M. J., Correia, P., Marques, P., & Espadeiro, R.G. (2021b). *Aprendizagens Essenciais de Matemática. 6.º ano. 2.º Ciclo do Ensino Básico*. Ministério da Educação/Direção-Geral da Educação. [https://dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens\\_Essenciais/2\\_ciclo/ae\\_mat\\_6.o\\_ano.pdf](https://dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/2_ciclo/ae_mat_6.o_ano.pdf).
- Chen, S., Zhang, S., Qi, G. Y., & Yang, J. (2020). Games literacy for teacher education. *Educational Technology & Society*, 23(2), 77-92. <https://www.jstor.org/stable/26921135>
- Dahalan, F., Alias, N., & Shaharom, M.S.N. (2024). Gamification and Game Based Learning for Vocational Education and Training: A Systematic Literature Review. *Education and Information Technologies*, 29, 1279–1317. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11548-w>
- Erşen, Z. B., & Ergül, E. (2022). Trends of game-based learning in mathematics education: A systematic review. *International Journal of Contemporary Educational Research*, 9(3), 603-623. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1363615.pdf>
- Hui, H. B., & Mahmud, M. S. (2023). Influence of game-based learning in mathematics education on the students' cognitive and affective domain: A systematic review. *Frontiers in Psychology*, 14, 1105806. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1105806>
- Ministério da Educação/Direção-Geral da Educação [ME/DGE] (2018a). *Aprendizagens essenciais. Articulação com o perfil dos alunos. 5.º ano. 2.º Ciclo do Ensino Básico. Ciências Naturais*. ME/DGE
- Ministério da Educação/Direção-Geral da Educação [ME/DGE] (2018b). *Aprendizagens essenciais. Articulação com o perfil dos alunos. 6.º ano. 2.º Ciclo do Ensino Básico. Ciências Naturais*. ME/DGE.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) (2017). *Education for Sustainable Development Goals. Learning objectives*. UNESCO.
- University of Waterloo (s.d.). *Gamification and Game-Based Learning*. University of Waterloo. Centre for Teaching Excellence. <https://uwaterloo.ca/centre-for-teaching-excellence/catalogs/tip-sheets/gamification-and-game-based-learning>
- Vankúš, P. (2021). Influence of game-based learning in mathematics education on students' affective domain: A systematic review. *Mathematics*, 9(9), 986. <https://doi.org/10.3390/math9090986>
- Water Games (s.d.). *International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA)*. Centre for Systems Solutions. <https://games4sustainability.org/water-games/>