Aprender Química investigando a qualidade da água: uma abordagem *inquiry* para a educação científica e cidadã no 7.º ano de escolaridade

Joana Pontes Rebelo
Mestrado em Ensino e Divulgação das Ciências
Unidade de Ensino das Ciências
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
2026



Aprender Química investigando a qualidade da água: uma abordagem *inquiry* para a educação científica e cidadã no 7.º ano de escolaridade

Joana Pontes Rebelo

Dissertação realizada no âmbito do Mestrado em Ensino e Divulgação das Ciências

Unidade de Ensino das Ciências

2026

Orientador
Carla Susana Lopes Morais, Professora Auxiliar, com Agregação
Unidade de Ensino das Ciências, FCUP
Centro de Investigação em Química, UP

Agradecimentos

Agradeço, em primeiro lugar, à minha orientadora e professora, a Professora Doutora Carla Morais, pelo seu incansável apoio e constante incentivo, excelente orientação e valiosas sugestões, sem os quais não seria possível ter conseguido aprender, evoluir e acreditar que era capaz de realizar este trabalho.

Agradeço ao Professor Doutor Paulo Simeão pelas aulas inspiradoras e apoio que me proporcionou durante o curso de mestrado.

Agradeço às minhas colegas Isabel Fernandes Pinto e Patrícia Soares pela ajuda na validação do pré e pós-teste, e pela amizade e apoio.

Agradeço aos meus alunos e à direção da escola sem os quais não seria possível ter realizado este estudo.

Por fim, agradeço à minha família a paciência e o apoio incondicional nos momentos mais difíceis.

A todos os que me proporcionaram esta oportunidade, muito obrigada!

Resumo

A abordagem *inquiry*, ou ensino por investigação, na sua forma guiada, revela vantagens no ensino da Química, na aquisição de conhecimentos conceptuais e processuais, e no desenvolvimento do interesse e atitudes positivas relativamente à ciência, fomentando a ligação da ciência aos temas atuais de sustentabilidade e ambiente e contribuindo para uma educação científica e cidadã dos alunos. Neste estudo, pretendeu-se averiguar qual o contributo da implementação de uma sequência de ensino baseada em *inquiry* sobre técnicas de separação de misturas e aplicação no tratamento de águas de consumo para as aprendizagens conceptuais e processuais dos alunos do 7.º ano do ensino básico, para as suas perspetivas sobre a importância da Química e a qualidade da água e para o seu envolvimento nas atividades de aprendizagem propostas. No grupo experimental, a sequência didática *inquiry* foi elaborada com base no modelo do 5 E de Bybee. No grupo de controlo, a única diferença esteve na apresentação dos conteúdos, feita de forma centrada no professor, em vez das fases de Envolvimento, Exploração e Explicação. Recorreu-se a uma metodologia mista, com aplicação de pré e pós-teste, rubricas de avaliação, entrevistas semiestruturadas e notas de campo, com triangulação de resultados. Os resultados sugerem que não houve diferenças entre os dois grupos nas aprendizagens conceptuais ligadas às técnicas de separação de misturas, no reconhecimento da ligação entre a Química e a qualidade da água e na mudança para atitudes mais sustentáveis. Por outro lado, os alunos do grupo experimental revelaram maiores aprendizagens processuais no laboratório e maior envolvimento nas atividades, sugerindo que a abordagem *inquiry* poderá apresentar algumas vantagens no desenvolvimento de aprendizagens processuais e no interesse dos alunos. No entanto, são necessários mais estudos com grupos maiores e durante um período de tempo mais longo.

Palavras-chave: *inquiry*, ensino da Química, técnicas de separação de misturas, modelo dos 5E, educação científica e cidadã, aprendizagens processuais, laboratório, tratamento de águas.

Abstract

Inquiry-based learning, in its guided form, has shown advantages in student´s learning outcomes in chemistry education, This study investigated 7th grade students' conceptual and procedural learning, their views on the importance of chemistry in water quality, and their engagement in an inquiry-based teaching approach about mixture separation techniques. In the experimental group, a Bybee's 5E model teaching sequence was implemented. In the control group, the only difference was the teacher-centred presentation of the content, rather than organised according to the Engage, Explore, and Explain phases. A mixed-methods methodology was adopted, involving one pre and post-test, assessment rubrics, semi-structured interviews, and field notes, with triangulation of the results. The results suggest no advantage in learning outcomes in the experimental group regarding the importance of Chemistry in water quality, sustainable attitudes and conceptual learning. However, students in the experimental group showed greater procedural learning outcomes in the laboratory and higher levels of engagement in the activities. These findings suggest that the inquiry-based approach may offer some advantages in the development of procedural learning and students' interest. Nevertheless, further studies involving larger samples and longer intervention periods are needed.

Keywords: inquiry-based learning, chemistry education, mixture separation techniques, 5E instructional model, citizen science education, laboratory skills, water treatment.

Índice

Lista de Tabelas vi
Lista de Gráficos vii
Lista de Figuras viii
Lista de Abreviaturas ix
1. Introdução 1
1.1. Contextualização da investigação 1
1.2. Problema de investigação 3
1.2.1. Questões de investigação 3
1.3. Organização e estrutura da dissertação 4
2. Revisão de literatura 5
2.1. O *inquiry-based learning* 5
2.2. O *inquiry* no ensino da Química 7
2.3. O *inquiry* guiado 9
2.4. O modelo dos 5 E 10
3. Metodologia 12
3.1. Caracterização metodológica do estudo 12
3.2. Participantes 13
3.3. Descrição das estratégias de intervenção adotadas nos grupos de investigação 16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolha de dados 21
3.5. Considerações sobre a recolha de dados 26
3.6. Considerações sobre o tratamento de dados 27
4. Apresentação dos resultados 29
4.1. Pré e pós-teste 29
4.2. Rubricas de avaliação 35
4.3. Entrevistas 38
4.4. Notas de campo 42

4.5 Triangulação dos resultados 43

5. Discussão dos resultados 47

6. Conclusões, limitações e sugestões para futuras investigações 49

6.1. Conclusões 49

6.2. Limitações e sugestões para futuras investigações 50

Referências Bibliográficas 52

Anexos 58

Anexo 1 – Declaração de consentimento informado 59

Anexo 2 – Declaração de assentimento informado 61

Anexo 3

– Notícias analisadas no grupo experimental 63

Anexo 4 – Pré e pós-teste 65

Anexo 5 – Rubricas de avaliação 68

Anexo 6 – Guião da entrevista semiestruturada 71

Anexo 7 – Transcrição das entrevistas semiestruturadas aos alunos do grupo experimental 73

Anexo 8 – Parecer da Comissão de Ética da FCUP 87

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Articulação entre as atividades desenvolvidas em ambos os grupos, controlo e experimental, e o Perfil do Aluno à Saída da Escolaridade Obrigatória. Adotado de DGE, 2018 (pp. 7-10) 17
Tabela 2 – Sequências pedagógicas adotadas no grupo experimental e no grupo de controlo. 18
Tabela 3 - Categorização do pré e pós-teste 22
Tabela 4 – Critérios e ponderação das rubricas de avaliação. 23
Tabela 5 - Categorização do guião da entrevista semiestruturada. 25
Tabela 6 - Dados recolhidos, instrumentos utilizados e procedimentos de análise, organizados por questão de investigação 28
Tabela 7 – Estatística descritiva dos resultados do pré-teste do grupo de controlo (GC) e do grupo experimental (GE) 29
Tabela 8 – Teste *U* de Mann-Whitney para amostras independentes para os resultados do pré-teste. 29
Tabela 9 - Estatística descritiva dos resultados para o pré e pós-teste do grupo experimental 30
Tabela 10 – Teste *W* de Wilcoxon para amostras emparelhadas para o pré e pós-teste do grupo experimental 30
Tabela 11 – Estatística descritiva dos resultados para o pré e pós-teste do grupo de controlo. 30
Tabela 12 – Teste *W* de Wilcoxon para amostras emparelhadas para o pré e pós-teste do grupo de controlo 30
Tabela 13 – Estatística descritiva relativa aos ganhos normalizados individuais de Hake do grupo de controlo (GC) e grupo experimental (GE) 31
Tabela 14 – Teste U de Mann-Whitney para amostras independentes para o ganho normalizado de Hake 31
Tabela 15 – Categorização da entrevista semiestruturada 38
Tabela 16 – Triangulação dos resultados obtidos 46

Lista de Gráficos

Gráfico 1 – Primeira língua dos participantes no estudo. 15
Gráfico 2 – Respostas dos alunos à questão Q3 de escala de Likert do pré e pós-teste – "*Podemos deitar todo o tipo de resíduos no lavatório, incluindo molhos, gorduras e restos de comida"* 32
Gráfico 3 – Respostas dos alunos à questão Q7 de escala de Likert do pré e pós-teste – "*Podemos deitar todo o tripo de resíduos na sanita, incluindo rolos de papel, fraldas, cabelos e restos de comida"* 33
Gráfico 4 – Respostas dos alunos à questão Q9 do pré e pós-teste Q9 – "*Qual das ciências pensas que contribui mais para a resolução de problemas relacionados com o tratamento da água da torneira?"* 34
Gráfico 5 – Resultados da aplicação da rubrica 1, de avaliação da prática. 36
Gráfico 6 – Resultados da aplicação da rubrica 2, de avaliação da apresentação, das observações, dos resultados e conclusões da atividade prática 37

Lista de Figuras

Figura 1 – Esquema com as principais etapas da metodologia mista, seguida neste estudo. Adaptado de Mills & Gay, 2019, p. 432 13
Figura 2 - Cronograma do estudo 26

Lista de Abreviaturas

FCUP	FACULDADE DE CIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DO PORTO
UP	UNIVERSIDADE DO PORTO
AE	APRENDIZAGENS ESSENCIAIS
FQ	FÍSICO-QUÍMICA
IBL	INQUIRY-BASED LEARNING
ETA	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS
ETAR	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS

1. Introdução

1.1. Contextualização da investigação

Para ensinar ciência, não basta saber transmitir conceitos científicos. Vivemos numa sociedade que atravessa mudanças cada vez mais rápidas, que exigem adaptação quase imediata, muito diferente do tempo em que o conhecimento e as competências eram previsíveis e, por isso, transmitidas e repetidas de forma centrada no professor, ao longo de várias gerações (Jegstad, 2025). Apesar de o ensino das ciências ter, ainda hoje, um peso considerável do ensino tradicional, a literatura sugere que esta forma tradicional de ensinar, centrada no professor, não prepara tão bem os alunos para os desafios que os esperam atualmente, nem promove um conhecimento profundo dos conceitos por parte dos alunos (Gomez, 2025).

De acordo com o último relatório PISA (2026), o conceito de educação científica passou a integrar a sustentabilidade e as ciências do ambiente, "valorizando não apenas o conhecimento dos alunos, mas também a sua capacidade de investigar, avaliar e utilizar informação científica para fundamentar as suas ações e decisões perante desafios globais" (p. 29).

A educação em ciência deve, então, promover o desenvolvimento de diferentes aspetos ou domínios. O domínio conceptual inclui o conhecimento de factos, teorias e princípios científicos; o domínio processual refere-se ao conhecimento da prática experimental e laboratorial; o domínio epistemológico inclui o conhecimento de como a ciência evolui; o domínio social, de educação científica cidadã, inclui a capacidade de ligar o conhecimento conceptual e epistemológico da ciência às questões sociais, ambientais e de sustentabilidade, com desenvolvimento de capacidades de análise crítica e argumentativa e tomada de decisões, e finalmente o domínio afetivo, relativo ao reconhecimento da importância das atividades realizadas para o próprio conhecimento e ao gosto pela ciência (Bybee, 2006; Jegstad, 2024; PISA, 2026).

No currículo nacional, a disciplina de Físico-Química (FQ) do 3.º ciclo do ensino básico, que se inicia no 7.º ano e se prolonga até ao 9.º ano, «visa contribuir para o desenvolvimento da literacia científica dos alunos, despertando a curiosidade acerca do mundo que nos rodeia e o interesse pela Ciência» (Ministério da Educação e Ciência, 2018, p. 1). Neste sentido, as Aprendizagens Essenciais (AE) da disciplina no 7.º ano do ensino básico «pressupõem a centralidade do trabalho prático, incluindo o laboratorial e o experimental, por forma a desenvolver o raciocínio e a capacidade de resolver

problemas (observação, formulação de hipóteses e interpretação), estimular a autonomia e o desenvolvimento pessoal e, dadas as potencialidades do trabalho prático para ser desenvolvido em equipa, contribuir para a capacidade de o aluno desenvolver relações interpessoais. Por outro lado, os alunos devem ser incentivados a trabalhar em grupo, designadamente na realização das atividades laboratoriais, comunicando as suas aprendizagens oralmente e por escrito e usando vocabulário científico próprio da disciplina.» (Ministério da Educação e Ciência, 2018, p.2). Além de se promover uma educação científica dos alunos, há lugar, ainda, a uma educação cidadã, prevendo-se que, à saída do ensino básico, os alunos fiquem «dotados de competências ao nível da literacia científica que lhes permitam a mobilização da compreensão de processos e fenómenos científicos para a tomada de decisão» (Ministério da Educação e Ciência, 2018, p.2).

A disciplina de FQ contempla aulas que se realizam no laboratório, com a turma dividida em dois grupos mais pequenos, até cerca de 15 alunos, para que se possam realizar as atividades prático-laboratoriais previstas. Em cada ano de escolaridade, a disciplina divide-se em duas componentes, Física e Química, ocupando, cada uma, metade do tempo letivo total previso para o ano letivo.

No caso do 7.º ano de escolaridade, na escola onde decorreu o presente estudo, a disciplina começou com a componente de Física, que terminou no fim do primeiro semestre, no início de fevereiro. Esta é uma escolha da escola, do Departamento em que se insere a disciplina (Departamento de Matemática e Ciências Experimentais, neste caso). A componente de Química iniciou-se em fevereiro e decorreu até junho, quando terminaram as aulas. O estudo incidiu sobre o Domínio *Separação das substâncias de uma mistura*, da componente de Química, abordado durante o mês de maio, para o qual as AE, em articulação com o Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória preveem o seguinte:

«- Identificar técnicas para separar componentes de misturas homogéneas e heterogéneas e efetuar a separação usando técnicas laboratoriais básicas, selecionando o material necessário e comunicando os resultados.

- Pesquisar a aplicação de técnicas de separação necessárias no tratamento de águas para consumo e de efluentes e a sua importância para o equilíbrio dos ecossistemas e qualidade de vida, comunicando as conclusões.» (Ministério da Educação e Ciência, 2018, p.10)

As AE de Físico-Química sugerem abordagens didáticas mais centradas no aluno. Importa, portanto, estudar o efeito dessas abordagens mais próximas do contexto em que se faz ciência, para que os alunos adquiram não só conhecimentos conceptuais e processuais ligados à Química, como também competências sobre a construção do conhecimento científico e relação da ciência com situações do dia a dia e problemas ambientais e de sustentabilidade, contribuindo para uma educação científica e cidadã. Neste estudo, foram investigadas as aprendizagens dos alunos nos domínios conceptual e processual no conhecimento de técnicas de separação de misturas, de laboratório na planificação e realização de uma atividade prática de separação de componentes de uma mistura, de envolvimento nas atividades desenvolvidas e de cidadania na ligação da Química ao tratamento de águas e atitudes dos alunos relativamente a práticas sustentáveis de descarte de resíduos pelos esgotos (lavatório e sanita).

1.2. Problema de investigação

O problema de investigação que norteou a presente dissertação consistiu em averiguar qual o contributo da implementação de uma sequência de ensino baseada em *inquiry* para o desenvolvimento de uma educação científica e cidadã de alunos do 7.º ano. De forma mais específica, consistiu em averiguar qual o contributo da implementação de uma sequência de ensino baseada em *inquiry* sobre técnicas de separação de misturas e aplicação no tratamento de águas de consumo para as aprendizagens conceptuais e processuais dos alunos sobre conteúdos de Química, para as suas perspetivas sobre a importância da Química e a qualidade da água e para o seu envolvimento nas atividades de aprendizagem propostas.

1.2.1. Questões de investigação

As questões de investigação (QI) que derivam do problema de investigação foram as que a seguir se apresentam:

QI1. Como evoluem as perspetivas dos alunos sobre a relação entre a Química e a qualidade da água antes e depois da implementação da sequência de ensino?

QI2. Que aprendizagens conceptuais e processuais desenvolvem os alunos ao longo da sequência de ensino sobre separação dos componentes de uma mistura e aplicação no tratamento de águas de consumo?

QI3. Como se caracteriza o envolvimento e a participação dos alunos nas principais fases da sequência de ensino (investigação, comunicação e reflexão)?

1.3. Organização e estrutura da dissertação

A presente dissertação está organizada em seis capítulos, referências bibliográficas e anexos. No capítulo 1, Introdução, faz-se uma breve contextualização do estudo realizado (1.1), apresentam-se o problema de investigação (1.2) e as questões de investigação que nortearam este estudo (1.2.1) e explica-se a organização da dissertação (1.3). No capítulo 2, Revisão de literatura, sustenta-se o problema de investigação e as estratégias utilizadas à luz da literatura mais recente, iniciando-se com a descrição do *inquiry-based learning* ou aprendizagem por investigação (2.1), o *inquiry* no ensino da Química (2.2), a forma *inquiry* guiado utilizado neste estudo (2.3) e o modelo dos 5E de Roger Bybee, que se seguiu na abordagem inquiry guiada (2.4). Segue-se o capítulo 3, Metodologia, em que se apresenta e justifica a metodologia mista utilizada (3.1), se faz a caracterização da amostra de participantes (3.2), se descreve as estratégias de intervenção adotadas (3.3), se apresentam as técnicas e instrumentos de recolha de dados (3.4) e se destacam algumas considerações sobre a recolha (3.5) e o tratamento dos dados (3.6). No capítulo 4, Apresentação dos resultados, apresentam-se os resultados obtidos a partir dos diferentes instrumentos utilizados, a saber, do pré e pós-teste (4.1), das rubricas de avaliação (4.2) e das entrevistas (4.3), e comparam-se e agregam-se estes resultados (4.5). No capítulo seguinte, Discussão, faz-se o cruzamento entre os resultados obtidos e a literatura apresentada no capítulo 2, Revisão da literatura, explicando-se os principais padrões encontrados à luz do que se conhece atualmente sobre o *inquiry*. No capítulo 6, Conclusão, limitações e sugestões para futuras investigações, apresentam-se de forma sumariada as principais conclusões do estudo (6.1), respondendo-se explicitamente às questões de investigação e faz-se uma reflexão sobre as principais limitações do estudo (6.2), apresentando-se algumas sugestões para investigações futuras. Nas Referências bibliográficas, encontra-se a literatura consultada e, nos Anexos, os instrumentos elaborados, a transcrição das entrevistas realizadas, o parecer da comissão de ética da FCUP, as declarações de assentimento e consentimento informado e outros recursos utilizados durante a implementação do estudo.

2. Revisão de literatura

Contrariamente à visão tradicional e obsoleta de um conhecimento científico reduzido a factos decorados e cálculos mecanizados (Borrow, 2006), no ensino das ciências pretende-se que os alunos sejam capazes não só de conhecer os factos e realizar cálculos, como também de mobilizar conhecimentos, de os relacionarem com saberes de áreas diferentes, de adotar um espírito crítico e de resolver problemas. Ou seja, pretende-se que os alunos aprendam ciência para que saibam lidar com situações novas e desconhecidas, à semelhança do que faz um cientista ou investigador (Gomez, 2025; Minner et. al., 2010). O *inquiry-based learning* (IBL), ou ensino por investigação, é reconhecido como uma abordagem pedagógica em que os alunos participam, de forma ativa e progressivamente autónoma, em atividades como a formulação ou identificação de problemas/questões; a planificação de investigações; a recolha e análise de dados; a construção de explicações; a comparação entre explicações alternativas, e a comunicação e argumentação com base em evidências (Borrow, 2006; Gomez, 2025; Minner et. al., 2010). O IBL é, portanto, uma abordagem pedagógica que promove a literacia científica que se pretende nos dias de hoje.

2.1. O *inquiry-based learning*

De acordo com Borrow (2006), o IBL resulta de uma evolução histórica de ideias filosóficas, psicológicas e pedagógicas, após uma mudança de paradigma: do aluno passivo, que recebe do professor os conhecimentos, para o aluno ativo, que participa na construção do conhecimento. O IBL fundamenta-se, pois, no paradigma construtivista, que coloca o aluno no centro do processo de aprendizagem, como construtor da sua própria aprendizagem que decorre de forma ativa e contextualizada (Borrow, 2006). De acordo com o paradigma construtivista de Piaget, Vygotsky e Bruner, a aprendizagem acontece quando o aluno se envolve ativamente, explora e reflete a partir de conhecimentos já existentes anteriormente (Minner et. al., 2006). O professor, apesar de já não ser o centro do processo de aprendizagem, assume um papel diferente e, igualmente fundamental, pois é o responsável pelas práticas, instruções e adaptações das atividades, à medida que o aluno avança no processo de construção do conhecimento.

A mudança da figura central, do professor para o aluno, está na base o *inquiry* e adapta-se muito bem ao ensino de conteúdos de natureza científica (Borrow, 2006, Gomez, 2025), uma vez que a própria ciência se desenvolve através da formulação de questões,

recolha e análise de evidências, construção de explicações e da sua revisão à luz de novos dados, práticas que fazem parte da abordagem *inquiry*.

De acordo com Bevins & Price (2016):

"Acreditamos que o *inquiry* seja atualmente a melhor forma de os estudantes aproveitarem o seu conhecimento e habilidades investigativas para encontrar e internalizar novos conhecimentos e soluções para as questões que formularam. Esta abordagem proporciona aos estudantes uma melhor apropriação da aprendizagem e permite que naveguem ativamente pelos caminhos para chegarem a um maior entendimento, maior motivação, atitudes aprimoradas em relação ao esforço científico e crescimento da autoestima e da capacidade de lidar com novos dados num mundo cada vez mais complexo" (p. 19).

Quando implementado de forma correta, o *inquiry* promove o conhecimento de factos e fenómenos científicos através da experimentação, interpretação de dados e reflexão que desenvolve o pensamento crítico e competências de resolução de problemas (Gomez, 2025; Arfin et al., 2025), além de promover a motivação e o interesse pela ciência (Bybee, 2006; Gomez, 2025; Salchegger et al., 2021). Esta forma de aprender, mais semelhante ao modo como um cientista trabalha, leva os alunos a pensarem mais aprofundadamente sobre o seu próprio conhecimento, promovendo a metacognição (Gomez, 2025). Os efeitos do IBL dependem da área científica e da familiaridade dos alunos a esta abordagem, observando-se ganhos moderados em Química (Jegstad, 2024) e maiores ganhos em alunos habituados ao IBL (Teplá & Distler, 2025).

Por outro lado, Kirschner et al. (2006) apontaram que "mesmo no caso de estudantes com conhecimentos prévios consideráveis, verifica-se que, na maioria das vezes, uma orientação sólida durante o processo de aprendizagem é tão eficaz quanto as abordagens sem orientação. A instrução sem orientação não só é, geralmente, menos eficaz, como existem também evidências de que pode produzir resultados negativos quando os estudantes adquirem conceções erradas ou conhecimentos incompletos ou desorganizados." (p. 84)

Teig et al. (2018) afirmam que o tempo despendido em abordagens *inquiry* num determinado grupo de alunos não deve ser excessivo, ou seja, estes autores encontraram uma otimização das aprendizagens em alunos sujeitos a doses moderadas de *inquiry*, avançando que, quando em demasia e por requerer muito tempo de aula, o inquiry não deixa espaço para outras abordagens pedagógicas relevantes para a aprendizagem dos alunos.

Areepattamannil et al. (2020) concluíram que tanto a abordagem *inquiry* como a centrada no professor podem associar-se a atitudes mais positivas dos alunos em relação à ciência; no entanto apenas o ensino centrado no professor levou ao desenvolvimento de ideias mais avançadas sobre o conhecimento científico da parte dos alunos, recomendando-se por isso uma abordagem mista, isto é, de combinação de ambos os métodos no ensino das ciências. Ahmad et al. (2023) conduziram uma meta-análise em que comparam 35 abordagens pedagógicas no ensino da Química do ensino básico e secundário, concluindo que as abordagens que recorriam a estratégias de aprendizagem ativa (ou significativa) apresentavam melhores resultados do que as que utilizavam apenas o ensino expositivo. Ainda de acordo com estes autores, as abordagens mais eficazes combinavam *inquiry* com explicação dos conceitos e *feedback* por parte do professor.

Estas abordagens pedagógicas mais inovadoras ficam sujeitas à disponibilidade de tempo, de materiais e equipamento de laboratório e, em última análise, da capacidade de o professor dominar e saber implementá-las em sala de aula (Gomez, 2025). O ensino baseado em *inquiry* apresenta, por isso, alguns desafios para o professor, como o maior tempo despendido na planificação e implementação das atividades, a necessidade de se ter uma boa gestão na sala de aula e de se saber elaborar e utilizar instrumentos diferentes dos testes para avaliar os alunos, a necessidade de se ter formação específica e ainda as diferentes concepções que se possa ter acerca do que é o IBL (Baptista, 2009; Gomez, 2025; Rundgren, 2018; Strat et al., 2023; Karlsen et. al., 2025).

2.2. O *inquiry* no ensino da Química

Tal como já foi referido, o IBL é considerado uma abordagem eficaz para o ensino das ciências, pois mobiliza e desenvolve o raciocínio necessário para encarar e resolver problemas complexos, o pensamento crítico fundamentado em evidências e não em opiniões, que constituem competências fundamentais para a ciência, e também a autorregulação (Gomez, 2025).

A aprendizagem das ciências, quando inserida em contextos reais, traz vantagens na preparação dos estudantes para lidar com problemas ambientais e de sustentabilidade, contribuindo para uma educação científica e cidadã (Azevedo et al., 2026; Gorito & Morais, 2025; Igboanugo & Naiho, 2024). Park & Kim (2026) notaram que:

"Ainda hoje prevalece a convicção de que a educação para a cidadania é da competência das disciplinas de ciências sociais e de ética. No entanto, dado que o desenvolvimento tecnológico e os riscos que lhe estão associados são fundamentais para a sociedade moderna, as questões sociocientíficas devem ser abordadas numa perspetiva integrada. Por isso, é crucial que o ensino das ciências assuma a responsabilidade de fomentar a cidadania neste contexto." (p. 24)

De acordo com Poya (2026), "as atividades de Química baseadas em *inquiry* desempenham um papel fundamental (…), permitindo aos alunos explorarem problemas do mundo real através de experiências práticas e de aprendizagem colaborativa. Tem-se demonstrado que estas abordagens melhoram a compreensão conceptual, promovem o pensamento crítico e reforçam a confiança na aplicação de princípios científicos a contextos reais" (p.1607). No entanto, comparando as aprendizagens conceptuais dos alunos após abordagens *inquiry* em diferentes áreas científicas, Gomez (2025) concluiu que em Química o impacto é moderado, ao contrário do que acontece em Física e em Biologia, em que o impacto é grande.

O ensino prático e laboratorial é uma componente central do ensino da Química, pois estabelece uma ligação entre os conceitos químicos abstratos e os fenómenos observáveis, contribui para o desenvolvimento de competências práticas e proporciona oportunidades para a investigação científica (Zhang et al., 2026). A literatura sugere que o trabalho prático e laboratorial baseado em *inquiry* melhora o conhecimento e a compreensão conceptuais e processuais (De Amuedo et al, 2026; Chen et al., 2026; Twizeyimana & Shyiramunda, 2026), o desenvolvimento de competências de argumentação científica e promoção da literacia científica (Jitso & Jantrasee, 2026) e o pensamento crítico (Gabi et al., 2026). Além disso, as atividades laboratoriais concebidas em formato de *inquiry* guiado melhoram o envolvimento cognitivo e as atitudes dos alunos em relação à Química (Hanyurwumutima et al, 2026), sejam elas decorrentes em ambientes reais, virtuais ou numa combinação dos dois (Ramnarain, 2026), e reduzem a ansiedade dos alunos no laboratório (Gomez, 2025). No entanto, o trabalho prático e laboratorial no ensino da Química ainda recorre frequentemente a protocolos fechados, do tipo «receita», que restringem a autonomia dos alunos e limitam o desenvolvimento do seu pensamento científico. Analisando o impacto de duas atividades laboratoriais distintas, uma com um protocolo do tipo «receita» e outra baseada em *inquiry*, De Amuedo et al. (2026) verificaram que os alunos que beneficiaram da abordagem *inquiry* apresentaram uma compreensão conceptual mais profunda, com referências explícitas ao método científico e uma melhor perceção da aprendizagem.

Minner, Levy & Century (2010) concluíram, numa revisão de literatura, que as atividades investigativas estão associadas a aprendizagens mais significativas quando incluem a construção ativa de explicações por parte dos alunos, e não apenas a realização de experiências.

Adauyah & Aznam (2024) mostraram que o *inquiry* guiado no ensino da Química melhora a compreensão conceptual, o pensamento crítico e as competências processuais laboratoriais dos alunos, salientando que o professor continua a desempenhar um papel fundamental como orientador das experiências e das aprendizagens. Numa meta-análise mais recente, Rindiany & Aini (2025) concluíram que o *inquiry* guiado apresentava um efeito elevado na aprendizagem da Química.

Numa revisão publicada recentemente, Jegstad (2024) analisou 102 estudos, realizados entre 2000 e 2020, sobre ensino da Química baseado em investigação. A conclusão geral foi que o IBL produz efeitos positivos na compreensão dos conceitos, na motivação e interesse pela Química, nas atitudes dos alunos em relação à ciência e no desenvolvimento de competências de investigação científica. No entanto, a autora também salienta que os efeitos variam bastante conforme a forma como o IBL é implementado. As formas mais abertas de *inquiry* podem levar ao aparecimento de mais dificuldades nos alunos, que ficam sobrecarregados quando têm de formular hipóteses, planear experiências, interpretar resultados e aprender novos conceitos simultaneamente, com consequências negativas na sua aprendizagem.

2.3. O *inquiry* guiado

A literatura contemporânea distingue formas mais abertas de *inquiry* e formas mais estruturadas e guiadas (Bevins & Price, 2016), sendo esta última considerada a mais adequada por vários autores, em especial para alunos que não têm conhecimentos prévios suficientes que lhes permita conduzir autonomamente todo o processo investigativo (Minner et al., 2010; Furtak et al., 2012).

Furtak et al. (2012), numa meta-análise sobre o IBL, concluiu que as formas mais abertas de *inquiry* apresentam um efeito positivo moderado, mas este efeito quase duplica quando existe orientação explicita por parte do professor, revelando que as formas guiadas de *inquiry* têm vantagens na aprendizagem dos alunos.

Kirschner, Sweller & Clark (2006) defendem que o *inquiry* totalmente aberto, com orientação mínima do professor, aumenta a carga cognitiva sobre os alunos, e que os

alunos com poucas bases aprendem melhor quando recebem orientações explícitas do professor.

De acordo com Gomez (2025), o IBL leva a uma aprendizagem mais significativa, incluindo o pensamento crítico, competências metacognitivas e pensamento científico, verificando-se melhorias significativas quando as atividades são mais estruturadas, com instruções e materiais de suporte fornecidos pelo professor, e o ambiente de sala de aula é propício à aprendizagem, havendo alguma autonomia dos alunos.

Em alunos de baixo nível socioeconómico ou com dificuldades de aprendizagem, a literatura sugere vantagens na abordagem guiada, pois estes alunos beneficiam quando recebem questões orientadoras, têm apoio do professor durante a investigação, trabalham em pequenos grupos e utilizam dados experimentais para construir explicações (Igboanugo, 2024; Jegstad, 2024; Orosz et al., 2023: Van Dusen *et al.*, 2024). Do mesmo modo, a motivação tende a aumentar quando a abordagem *inquiry* é guiada (Gomez, 2025; Orosz et al., 2023), havendo maior envolvimento, participação mais ativa e atitudes mais positivas em relação à Química e sustentabilidade (Baptista et al., 2025; Igboanugo & Naiho, 2024). Isto acontece, sobretudo, quando as atividades estão relacionadas com problemas ou experiências que envolvem atividades práticas laboratoriais (Jegstad, 2024).

Assim, a literatura sugere que os alunos com mais dificuldades de aprendizagem e menos pré-requisitos possam ter vantagens em participar uma abordagem *inquiry* mais guiada, com orientação do professor, trabalhando em pequenos grupos e recorrendo ao trabalho laboratorial. No estudo que realizámos, os alunos provinham de meios sociais e económicos mais desfavoráveis, no geral, pelo que se optou por esta forma guiada de *inquiry*, com as características referidas.

2.4. O modelo dos 5 E

A abordagem *inquiry* adotada no presente estudo foi esquematizada de acordo com o modelo dos 5E, *Engage*, *Explore*, *Explain*, *Elaborate* e *Evaluate* de Rodger Bybee (2002). Na primeira fase, de envolvimento (*Engage*), recolhem-se as ideias prévias dos alunos sobre o tema a abordar e problematiza-se o tema, com o objetivo de despertar o interesse dos alunos nesse assunto. Durante a segunda fase, de exploração (*Explore*), pretende-se que o aluno reflita sobre os seus conhecimentos e também sobre a necessidade de compreender os conceitos com maior profundidade. Nesta fase, o professor não pode, ainda, explicar os conceitos nem tirar as dúvidas dos alunos,

apenas deve guiá-los na sua exploração. O objetivo é promover uma mudança conceptual, o que pode ser conseguido, por exemplo, através de uma pesquisa. Na fase seguinte, de explicação (*Explain*), o aluno mostra o que aprendeu, apresentando as suas conclusões e expondo as suas dúvidas, para que, partindo destas questões, o professor explique os conceitos, esclareça as dúvidas apresentadas e elucide o aluno, levando-o a uma compreensão mais aprofundada dos conceitos envolvidos. Na fase seguinte, de elaboração (*Elaborate*), o aluno aplica os conhecimentos adquiridos em situações novas, com atividades complementares, que podem assumir a forma de uma atividade investigativa ou de laboratório, por exemplo. Esta fase é fundamental para esclarecimento das dúvidas que possam ainda existir e consolidação das aprendizagens. A avaliação (*Evaluate*) pode ser realizada ao longo das várias fases mencionadas, e tem como objetivo promover a reflexão pelos alunos e também do professor sobre os conhecimentos e competências adquiridos pelos alunos e/ou sobre as atividades realizadas (Bybee et al., 2006).

Polanin e os seus colaboradores (2024), na primeira revisão e meta-análise de estudos que utilizavam o modelo de Bybee, publicados a partir de 1990, concluíram que este modelo contribui de forma significativa para a aprendizagem das ciências, quando comparado com o ensino tradicional. De acordo com os mesmos autores, a forma como o modelo é implementado é fundamental, destacando-se três aspetos que fazem diferença na qualidade de aprendizagem dos alunos: os alunos devem explorar os fenómenos abordados antes de o professor avançar com a sua explicação formal, os alunos devem construir explicações baseadas nos dados recolhidos, e a fase de Elaboração (*Elaborate*) é crucial, pois é aqui que os alunos aplicam os conhecimentos a situações novas, consolidando-os.

No presente estudo, foram tidas em consideração as conclusões mais recentes da literatura, e as diferentes fases foram planificadas de acordo com o que foi referido neste capítulo.

3. Metodologia

Neste capítulo, far-se-á a justificação e a exposição da metodologia utilizada para recolher os dados da presente investigação, a caracterização dos participantes no estudo, a descrição da planificação das atividades realizadas, dos instrumentos utilizados e da recolha de dados.

3.1. Caracterização metodológica do estudo

Em educação, estudam-se fenómenos complexos, com muitas variáveis de natureza social, cognitiva, afetiva, contextual. A escolha da metodologia de investigação num estudo em educação depende, fundamentalmente, do seu propósito e das condições em que vai decorrer (Mills & Gay, 2019). A utilização de métodos quantitativos e qualitativos num mesmo estudo permite obter dados de natureza quantitativa e de natureza qualitativa, respetivamente, sendo que a escolha desta metodologia mista significa que o problema de investigação não pode ser respondido recorrendo apenas a métodos qualitativos ou quantitativos, separadamente (Creswell & Creswell, 2023; Coutinho, 2014). A combinação de métodos tem a principal vantagem de contribuir para uma visão mais completa do fenómeno em estudo, pois possibilita uma análise mais aprofundada, comparativamente ao que seria conseguido se se recorresse apenas a métodos qualitativos ou a métodos quantitativos, separadamente (Creswell & Creswell, 2023; Mills & Gay, 2019). Idealmente, pretende-se rentabilizar ao máximo as vantagens de ambas abordagens (Creswell, 2014). Enquanto os dados quantitativos permitem obter informações sobre a magnitude de um efeito, ou seja, sobre o que acontece, comparando o antes e o depois, os dados qualitativos permitem compreender como é que as aprendizagens foram conseguidas ou não, e também a razão de tal resultado (Creswell & Creswell, 2023). A triangulação permite comparar os resultados e interpretar o mesmo fenómeno à luz de diferentes perspetivas (Creswell & Creswell, 2023; Mills & Gay, 2019; Zhou et al., 2024).

A combinação de métodos, ou métodos mistos (Creswell, 2014), traz alguns desafios e desvantagens, tais como o maior tempo consumido pelo investigador na análise de resultados de naturezas distintas, a necessidade de o investigador dominar ambos os métodos (qualitativos e quantitativos) e a maior exigência na triangulação dos resultados, que pode ser o maior desafio desta metodologia (Mills & Gay, 2019; Zhou et al., 2024).

Zhou et al. (2024), numa revisão de 119 estudos que usavam métodos mistos em educação, publicados em 2018, sugerem que a triangulação dos resultados constitui a fase mais sensível. A triangulação implica que se encontrem pontos convergentes e pontos divergentes na análise dos dados, o que exige uma comparação integrada e de maior dificuldade de resultados qualitativos e quantitativos, havendo vantagens em se recorrer a estratégias criativas de triangulação de resultados, como a visualização dos dados em esquemas, por exemplo. Os autores indicam, ainda, que é fundamental começar por um problema de investigação que aponte já para esta metodologia mista e utilizar instrumentos de recolha de dados que permitam obter em simultâneo dados de natureza quantitativa e qualitativa. Um dos exemplos destacados é o uso de inquéritos que integrem perguntas fechadas seguidas de perguntas de resposta aberta sobre o mesmo tema, permitindo recolher mais facilmente dados quantitativos e qualitativos, respetivamente, sobre o mesmo assunto, de forma a facilitar a sua comparação e interpretação posterior.

Neste estudo, utilizou-se a metodologia mista, com triangulação de dados (Creswell, 2014), sistematizado na Figura 1, por ser a metodologia que melhor se adequava ao problema de investigação.

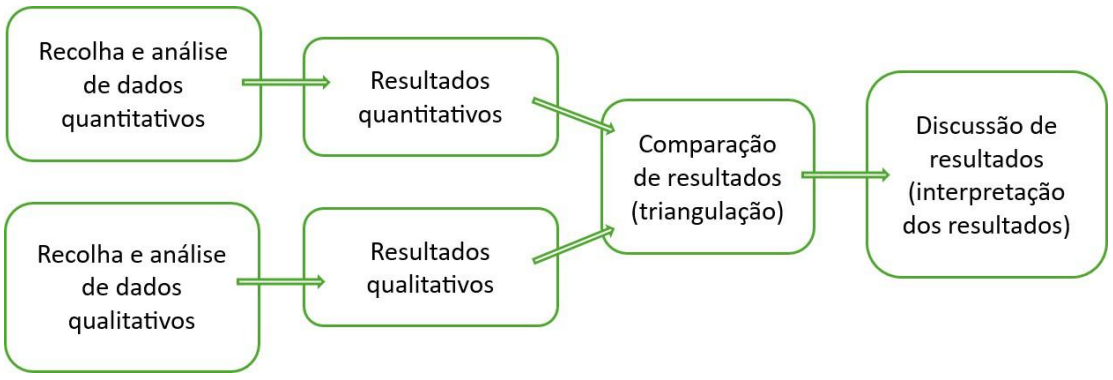


Figura 1 – Esquema com as principais etapas da metodologia mista, seguida neste estudo. Adaptado de Mills & Gay, 2019, p. 432.

3.2. Participantes

Os participantes deste estudo foram os alunos de duas turmas do 7.º ano de escolaridade, com idades entre os 11 e os 13 anos, de uma escola básica e secundária pública do concelho de Vila Nova de Gaia. As duas turmas corresponderam às turmas atribuídas à professora-investigadora. Uma das turmas foi escolhida para grupo de controlo e a outra para grupo experimental. Embora as turmas fossem equiparadas

(como adiante se explicita), a escolha da turma para grupo experimental partiu da perceção da professora-investigadora de que esta turma poderia beneficiar de uma abordagem de ensino baseada em *inquiry*, atendendo às dificuldades reveladas ao longo do ano letivo. A outra turma constituiu o grupo de controlo.

Cada uma das turmas tinha cerca de 28 alunos no início do ano letivo, contudo, à medida que o ano avançou, houve alterações no número e constituição das turmas. Alguns alunos foram transferidos de escola e outros evidenciaram fraca assiduidade, acabando por não estar presentes em todas as fases, invalidando a sua participação no estudo. Além disso, nem todos os alunos entregaram o consentimento informado assinado pelo respetivo encarregado de educação. Houve, também, alunos estrangeiros que foram chegando ao longo do ano letivo e que precisaram de se adaptar à escola e à língua portuguesa. Destes casos, só participaram os alunos que já estavam há mais de um mês na escola à data do início do estudo e que dominavam minimamente a língua. Verificou-se, por todos estes motivos, uma redução do número de alunos participantes inicialmente previsto, tendo efetivamente participado no estudo apenas 18 alunos da turma experimental, 9 raparigas e 9 rapazes, e 21 da turma de controlo, 14 raparigas e 7 rapazes.

Os participantes estavam inseridos em turmas com alunos de várias nacionalidades, que não falavam ou dominavam a língua portuguesa. No grupo de controlo, três dos alunos tinham como primeira língua o russo e um o francês. Ainda assim, participaram no estudo pois conheciam a língua portuguesa o suficiente para conseguirem ler e escrever, uma vez que frequentavam há mais de um ano a disciplina de Português Língua Não Materna (PLNM). No grupo experimental, um aluno tinha como língua primeira o russo e outro o árabe, e, como frequentavam PLNM há mais de um ano, participaram no estudo. Para estes alunos, foram esclarecidas todas as dúvidas de vocabulário não científico, durante o pré e pós teste. Ainda neste grupo experimental, dois alunos não falavam português, pois tinham chegado diretamente do país de origem (Estados Unidos da América e Vietname) durante o ano letivo e, apesar de terem estado presentes em todas as fases da sequência didática, não foram incluídos no estudo porque a barreira linguística era demasiado alta.

O elevado número de alunos provenientes de outros países, falantes ou não de português, é a principal característica de ambos os grupos, aliás, ilustrativo do contexto da própria escola. No Gráfico 1, encontra-se representada a percentagem de participantes falantes de diferentes variantes do português e de outras línguas, nos grupos de controlo e experimental.

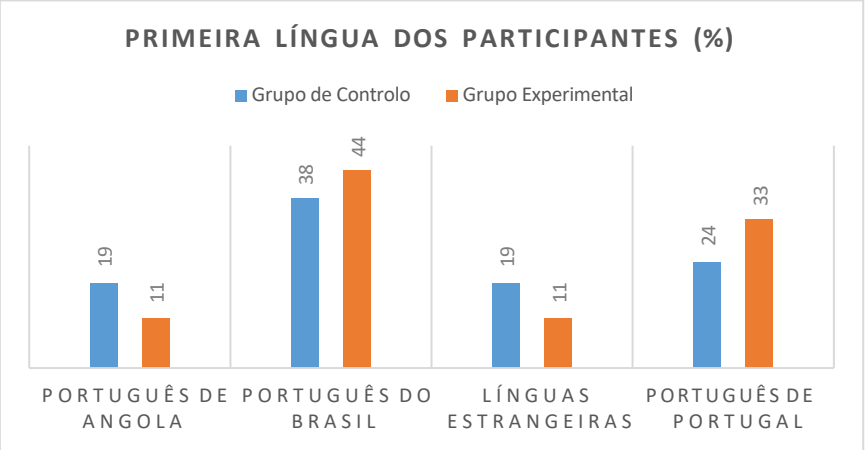


Gráfico 1 – Primeira língua dos participantes no estudo.

Apenas 24% dos alunos falava português de Portugal no grupo de controlo e 33% no grupo experimental. Os restantes alunos falantes de português eram oriundos de Angola e do Brasil, sendo o português do Brasil a língua mais falada em ambos os grupos, 38% no grupo de controlo e 44% no grupo experimental. Embora falando a mesma língua, estes alunos apresentavam pouco vocabulário e falhas na construção frásica, tanto oral como escrita, decorrentes das diferenças nas variantes linguísticas e também das dificuldades dos próprios alunos na aplicação e uso correto da língua. Esta diversidade de percursos linguísticos e escolares é uma característica relevante da amostra, pois traduz-se em diferentes experiências educativas e em níveis distintos de familiaridade com os conteúdos científicos abordados e com a língua de escolarização. Por conseguinte, considerou-se que este aspeto era importante para a interpretação dos resultados, uma vez que algumas tarefas e instrumentos de recolha de dados exigiam leitura e compreensão, produção escrita e argumentação científica.

De uma forma geral, os alunos das duas turmas apresentavam dificuldades a várias disciplinas, eram pouco empenhados, distraíam-se facilmente e o seu comportamento era tendencialmente agitado e conversador. No final do ano, à disciplina de FQ, a maioria dos alunos das duas turmas obteve nível três, numa escala de um a cinco, tendo havido poucos alunos com nível abaixo (dois) ou acima (níveis quatro ou cinco). O elevado número de níveis três foi conseguido graças à adoção, desde o início do ano letivo, de medidas de promoção do sucesso escolar previstas na lei (ao abrigo do DL n.º 54/2018 de 6 de julho). Nenhum dos participantes se encontrava a repetir o 7.º ano de escolaridade, pelo que a disciplina de FQ era uma novidade para todos.

3.3. Descrição das estratégias de intervenção adotadas nos grupos de investigação

Uma vez que os participantes eram todos menores de idade, as questões de ética foram devidamente salvaguardadas. Efetuou-se um pedido à Comissão de Ética da FCUP, de acordo com todos os requisitos estabelecidos, tendo sido obtida autorização para utilização dos instrumentos de recolha de dados (pré e pós-teste, das rubricas e da entrevista), estando garantidos o sigilo e o anonimato dos participantes (Anexo 8). Além disso, a professora-investigadora solicitou uma autorização à Direção da escola para o mesmo fim, tendo obtido resposta afirmativa. Após o recebimento das duas autorizações mencionadas, foi entregue o consentimento informado (Anexo 1) a todos os alunos das duas turmas, antes do início do estudo, para que os encarregados de educação tomassem conhecimento dos objetivos e atividades previstas. Os alunos assinaram, por sua vez, o assentimento informado (Anexo 2), onde constava que a participação no estudo era voluntária e que poderiam desistir a qualquer momento e sem justificação.

Tanto no grupo de controlo como no grupo experimental, as atividades desenvolvidas tiveram em conta as AE da disciplina e a sua articulação com o perfil dos alunos (Ministério da Educação e Ciência, 2018), de acordo com a sistematização na Tabela 1. Deste modo, a diferença de abordagem pedagógica não pôs em causa as aprendizagens previstas, tendo ambos os grupos beneficiado de atividades promotoras das competências previstas no perfil do aluno.

Aprendizagens Essenciais	Atividades desenvolvidas	Articulação prevista com o Perfil do aluno	Perfil do aluno
- Identificar técnicas para separar componentes de misturas homogéneas e heterogéneas e efetuar a separação usando técnicas laboratoriais básicas, selecionando o material necessário e comunicando os resultados. - Pesquisar a aplicação de técnicas de separação necessárias no tratamento de águas para consumo e de efluentes e a sua importância para o equilíbrio dos ecossistemas e qualidade de vida, comunicando as conclusões.	Pesquisa de informação sobre as técnicas de separação.	Promover estratégias que envolvam, por parte do aluno: - incentivo à procura e ao aprofundamento de informação; - tarefas de pesquisa enquadrada por questões-problema.	Questionador/ Investigador (A, C, D, F, G, I, J)
	Comunicação dos resultados e conclusões da atividade laboratorial.	Promover estratégias que impliquem, por parte do aluno: - comunicar resultados de atividades laboratoriais e de pesquisa, oralmente e por escrito, usando vocabulário científico próprio da disciplina, recorrendo a diversos suportes.	Comunicador / Interventor (A, B, D, E, G, H, I)
	Apoio e feedback após a pesquisa, durante a planificação da atividade laboratorial; Realização da atividade laboratorial.	Promover estratégias que criem oportunidades para o aluno: - fornecer *feedback* para melhoria ou aprofundamento do trabalho de grupo; - realizar trabalho colaborativo em diferentes situações (atividades experimentais).	Participativo/ colaborador (B, C, D, E, F)
	Realização da atividade laboratorial; Comunicação dos resultados e conclusões da atividade laboratorial.	Promover estratégias e modos de organização das tarefas que impliquem por parte do aluno: - assumir responsabilidades adequadas ao que lhe for solicitado e contratualizar tarefas, apresentando resultados.	Responsável/ autónomo (C, D, E, F, G, I, J)
	Realização da atividade laboratorial.	Promover estratégias que induzam o aluno a: - posicionar-se perante situações de ajuda a outros e de proteção de si, designadamente adotando medidas de proteção adequadas a atividades laboratoriais.	Cuidador de si e do outro (A, B, E, F, G, I, J)

Tabela 1 - Articulação entre as atividades desenvolvidas em ambos os grupos, controlo e experimental, e o Perfil do Aluno à Saída da Escolaridade Obrigatória. Adaptado de DGE, 2018 (pp. 7-10).

Em ambos os grupos, o pré-teste foi realizado no fim de abril, antes da primeira aula da sequência pedagógica. Para o grupo experimental, esta abordagem foi organizada seguindo o modelo *inquiry* dos cinco E de Bybee (Bybee, 2002; Ruiz-Martín & Bybee, 2022): envolvimento, exploração, explicação, elaboração e avaliação. Para o grupo de controlo, a abordagem só foi diferente nas primeiras três aulas, em que seguiu um modelo de apresentação dos conteúdos centrado no professor, tendo as atividades que se seguiram sido as mesmas nos dois grupos. Portanto, as principais diferenças entre as duas abordagens, no grupo experimental e no grupo de controlo, situam-se nas primeiras fases da sequência pedagógica, nomeadamente no envolvimento dos alunos com o problema, na exploração/planificação e no momento em que ocorre a explicitação dos conhecimentos, sendo as atividades posteriores comuns aos dois grupos.

As duas sequências encontram-se resumidas na Tabela 2. Todas as aulas tiveram a duração de 50 minutos. As aulas 1 e 4 decorreram no laboratório, com cada grupo dividido em dois turnos. As restantes quatro aulas, agrupadas duas a duas com duração de 100 minutos sem intervalo, decorreram na sala de aula.

	Aula 1	Aula 2	Aula 3	Aula 4	Aula 5	Aula 6
Local e duração	Laboratório 50 min	Sala de aula 50 min + 50 min		Laboratório 50 min	Sala de aula 50 min + 50 min	
Grupo experimental	Envolvimento: Análise de notícias. Lançamento do problema e formação de grupos. Exploração: Planificação da atividade laboratorial.	Exploração: Planificação da atividade laboratorial.	Explicação: Apresentação das planificações e esclarecimento de dúvidas, com toda a turma. Apresentação das técnicas de separação.	Elaboração e avaliação: Realização da atividade laboratorial planificada.	Elaboração: Elaboração do cartaz de apresentação da atividade.	Avaliação: Apresentação do cartaz.
Grupo de controlo	Apresentação das técnicas de separação e das aplicações no tratamento de água.	Lançamento do problema e formação de grupos. Planificação da atividade laboratorial.	Planificação da atividade laboratorial. Esclarecimento de dúvidas grupo a grupo.	Realização da atividade laboratorial planificada.	Elaboração do cartaz de apresentação da atividade.	Apresentação do cartaz.

Tabela 2 – Sequências pedagógicas adotadas no grupo experimental e no grupo de controlo.

A seguir, explicam-se detalhadamente as estratégias adotadas nos dois grupos.

Na primeira aula do grupo experimental, os alunos começaram por ler e analisar notícias sobre a qualidade e tratamento das águas. Esta atividade constituiu o envolvimento e durou aproximadamente 10 minutos. A aula decorreu no laboratório e a turma estava dividida em turnos, o que facilitou a discussão. A professora-investigadora acedeu às notícias pela *internet* e projetou-as no quadro. Discutiu-se uma notícia sobre um *fatberg* encontrado no esgoto de Londres, nomeadamente: a composição do *fatberg*, a origem do problema e como se trataram estes resíduos (https://www.publico.pt/2025/12/26/azul/noticia/ha-icebergue-gordura-100-toneladas-esgotos-londres-2159308, Anexo 3). De seguida, leu-se e discutiu-se uma notícia sobre a falta de qualidade da água da torneira após situações de mau tempo, relembrando as tempestades e inundações no Porto e Gaia em janeiro e fevereiro de 2026, poucos meses antes. Os alunos deram exemplos de situações pessoais em que a água da torneira não estava própria para consumo, e debateu-se a origem destes problemas (https://sicnoticias.pt/saude-e-bem-estar/2026-01-30-dgs-alerta-para-cuidados-com-agua-e-alimentos-apos-tempestade-kristin-30c511c9, Anexo 3). Prosseguiu-se com

questões como: Como e onde é tratada a água? Que diferença existe entre Estações de Tratamento de Água (ETA) e Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR)? Que processos estão envolvidos no tratamento das águas? Praticamente todos os alunos conheciam e distinguiam as ETA e as ETAR, e tiveram oportunidade de questionar e esclarecer as suas dúvidas.

Seguidamente, a professora-investigadora prosseguiu para a atividade que constituiu a exploração. Organizaram-se os alunos em quatro grupos de quatro a seis elementos e apresentou um problema: *Supõe que és um técnico de uma estação de tratamento de águas. Após uma tempestade, tens de tratar a água para consumo. Imagina uma mistura de água suja: indica os seus componentes e planifica a sua separação*.

Em grupos de trabalho, os alunos começaram por imaginar a mistura e, depois, foram pesquisar no manual adotado as técnicas adequadas para separar os componentes e obter água própria para consumo. Não foi permitido aceder à *internet*.

No grupo de controlo, a primeira aula foi também de turnos e no laboratório, mas planificada para ser mais expositiva e direcionada. Começou-se por fazer uma apresentação das técnicas de separação e dos exemplos mais significativos, incluindo as usadas no tratamento de água nas ETA e ETAR, com recurso a apresentações e vídeos disponibilizados *online* por editoras de manuais escolares.

Na segunda aula do grupo experimental, de 50 minutos de duração e que decorreu na sala de aula com a turma toda, os alunos continuaram a planificação da separação da mistura imaginada, em grupo. A pouco tempo do fim da aula, a professora-investigadora pediu a cada grupo de trabalho que apresentasse a mistura e as técnicas que tinham encontrado. Desta primeira apresentação, surgiram dúvidas sobre as técnicas, por exemplo, para que serviam, que material precisavam, como se procedia, entre outras, que foram sendo esclarecidas. Na aula seguinte, a aula três, procedeu-se à explicação. Foram abordadas as técnicas de separação, a pedido dos alunos, tendo-se recorrido a vídeos tutoriais e apresentações projetados no quadro. Após a explicação das técnicas e esclarecimento das dúvidas, os alunos concluíram a planificação da atividade laboratorial e surgiram mais dúvidas, que foram esclarecidas grupo a grupo. Por fim, entregaram a planificação à professora-investigadora.

No grupo de controlo, a segunda aula iniciou-se com a revisão das técnicas de separação apresentadas anteriormente, e, de seguida, apresentou-se o mesmo problema: *Supõe que és um técnico de uma estação de tratamento de águas. Após uma tempestade, tens de tratar a água para consumo. Imagina uma mistura de água suja:*

indica os seus componentes e planifica a sua separação. Separaram-se os alunos em grupos de trabalho de quatro a seis elementos, pediu-se-lhes que imaginassem uma mistura e apresentassem uma sequência de técnicas de separação adequada. A professora-investigadora esclareceu as dúvidas grupo a grupo e, no fim da aula, recolheu as planificações dos grupos.

Com base nas planificações dos diferentes grupos de trabalho das duas turmas, foi possível preparar as aulas laboratoriais com a devida antecedência, tendo a professora-investigadora reunido previamente o material e equipamento necessários à execução das atividades planeadas pelos alunos.

A quarta aula do grupo experimental, em turnos e no laboratório, constituiu a elaboração. Os alunos puderam preparar a sua mistura e executar o plano de separação, em grupo de trabalho. Os alunos foram encorajados pela professora-investigadora a registarem todas as ideias, impressões, dúvidas, dificuldades, resultados da atividade prática e sugestões de melhoria, para que depois servissem de base para a elaboração do cartaz.

No grupo de controlo, a quarta aula decorreu do mesmo modo.

As aulas cinco e seis decorreram na sala de aula, quer no grupo experimental quer no de controlo. Distribuiu-se uma cartolina a cada grupo, onde foram registados o procedimento, os resultados e as conclusões, incluindo sugestões de melhoria. Antes de terminarem os cartazes, os alunos apresentaram-nos aos colegas e foram feitas sugestões de melhoria pela professora-investigadora e por alguns colegas. No fim da última aula, as cartolinas foram recolhidas para avaliação.

Durante a sequência de ensino, alunos do grupo experimental e do grupo de controlo produziram registos escritos. Optou-se por registos escritos à mão pelos alunos e pesquisa com base no manual, durante as aulas, sem recurso à *internet*. Esta opção justifica-se com base na perceção da professora-investigadora de que os alunos destas turmas recorriam frequentemente a ferramentas de inteligência artificial para a realização de trabalhos pedidos pelos professores, trabalhos estes que eram depois apresentados sem qualquer tipo de revisão ou leitura crítica. Para evitar esta situação, não foi permitido aceder à *internet* durante nenhuma das fases do estudo, de forma a promover a concentração, o questionamento, a análise crítica e o raciocínio.

A avaliação foi feita durante a preparação e realização da atividade laboratorial e durante a apresentação do cartaz, com base em duas rubricas, tanto no grupo de controlo como no grupo experimental. O pós-teste foi aplicado a ambos os grupos, um mês após o pré-teste. As entrevistas foram realizadas apenas a alunos do grupo

experimental, na semana seguinte ao pós-teste. Durante todo o estudo, a professora-investigadora tirou notas de campo sobre as dúvidas e dificuldades dos alunos, assim como o interesse e participação evidenciados pelos alunos dos dois grupos, experimental e controlo.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolha de dados

A recolha de dados foi feita com recurso a técnicas e instrumentos qualitativos e quantitativos. As técnicas usadas foram o inquérito por entrevista e por questionário, recolha de produções escritas e observação. Os instrumentos utilizados foram questionário diagnóstico e final (pré e pós-teste), com itens de escolha múltipla, resposta aberta e de escala de Likert, guião de entrevistas semiestruturadas, rubricas e grelhas de avaliação e notas de campo.

Apresentam-se e descrevem-se, de seguida, os diferentes instrumentos utilizados neste estudo para recolher os dados.

Pré e pós-teste

Foi desenvolvido um pré e pós-teste, com o objetivo de averiguar as aprendizagens conceptuais que os alunos desenvolveram ao longo da sequência didática, e as perspetivas que os alunos têm sobre a relação entre a Química e a qualidade da água, antes e depois da sequência didática, comparando os grupos experimental e de controlo. Relativamente ao domínio conceptual, com este pré e pós-teste pretendeu-se averiguar o desenvolvimento nos alunos de competências de maior exigência, como a conceção de experiências, o raciocínio científico, a articulação entre a ciência e os contextos sociais e o desenvolvimento do pensamento crítico (Szalay et al., 2024).

O pré e pós-teste (Anexo 4) era constituído por nove questões, das quais cinco eram questões de escolha múltipla, duas de escala de Likert e duas de escolha múltipla com resposta aberta (justificações), e uma cotação total de 100. O pré-teste foi dado a analisar a dois docentes com vários anos de experiência na lecionação da disciplina, para validação. Ambos consideraram o teste adequado e não foram sugeridos ajustes.

O pré-teste e pós-teste eram exatamente iguais e foram aplicados com um mês de intervalo. As questões foram agrupadas em duas secções, conceptual e cidadania, e cada secção foi subdividida, tal como se pode ver na Tabela 3.

Secção		Questões	Tipologia
Conceptual e processual	**i)** conhecimentos de Química relativos a substâncias e misturas	Q1 Q2	Escolha múltipla Escolha múltipla e resposta aberta
	ii) conhecimentos de Química relativos a técnicas de separação de misturas	Q5	Escolha múltipla
	i) aplicação dos conhecimentos relativos a técnicas de separação a situações do dia a dia	Q6	Escolha múltipla
	ii) aplicação dos conhecimentos relativos a técnicas de separação a estações de tratamento de água	Q4, Q8	Escolha múltipla
Cidadania	**i)** atitudes e comportamentos relativamente ao que se pode deitar fora pelas canalizações de casa	Q3, Q7	Escala de Likert
	ii) ligação da Química ao tratamento de águas de consumo	Q9	Escolha múltipla e resposta aberta

Tabela 3 - Categorização do pré e pós-teste

Rubricas de avaliação

Foram elaboradas duas rubricas de avaliação (Anexo 5), uma para a preparação e realização da atividade prática (rubrica 1 – avaliação da prática) e outra para apresentação das observações, dos resultados e conclusões decorrentes dessa atividade prática (rubrica 2 – avaliação da apresentação das observações, dos resultados e conclusões). As rubricas foram aplicadas durante a realização do trabalho de grupo, incluindo a planificação na sala de aula, trabalho laboratorial, elaboração e apresentação do cartaz, tanto ao grupo experimental e ao de controlo. Os critérios utilizados em cada uma das duas rubricas, assim como a sua ponderação, encontram-se resumidos na Tabela 4.

Rubrica 1: Avaliação da prática					
Critérios	Pertinência da mistura proposta	Adequação das técnicas de separação e da sequência proposta	Destreza e cumprimento das regras do laboratório	Cooperação	Resolução de problemas
Ponderação	20	20	20	20	20
Total	100				

Rubrica 2: Avaliação da apresentação das observações, dos resultados e conclusões					
Critérios	Observações	Resultados e conclusões	Discussão	Correção científica e de linguagem	Responsabilidade
Ponderação	20	20	20	20	20
Total	100				

Tabela 4 – Critérios e ponderação das rubricas de avaliação.

Tanto na rubrica 1 como na rubrica 2, a cada critério foi atribuída uma ponderação de 20 pontos em 100, distribuída, por sua vez, por cinco níveis de desempenho: 1 – Insuficiente (5 pontos), 2 – Suficiente (10 pontos), 3 – Bom (15 pontos) e 5 – Muito Bom (20 pontos). Para cada rubrica, foi elaborada uma grelha de registo dos níveis de desempenho para cada critério, por aluno.

A rubrica 1, de avaliação da prática, incidia nos seguintes critérios: Pertinência da mistura proposta, Adequação das técnicas de separação e da sequência proposta, Destreza e cumprimento das regras do laboratório, Cooperação e Resolução de problemas. Os primeiros dois critérios foram referentes ao grupo de trabalho e avaliaram todos os seus elementos por igual, enquanto os restantes três critérios avaliaram cada aluno do grupo separadamente, e esta avaliação foi feita com base na observação direta.

Na rubrica 2, de avaliação da apresentação das observações, dos resultados e conclusões da atividade prática, foram usados os critérios: Observações, Resultados e conclusões, Discussão, Correção científica e de linguagem e Responsabilidade, sendo apenas este último diferenciador do aluno no grupo. Os primeiros quatro critérios foram avaliados com base no cartaz elaborado por cada grupo. O último critério foi avaliado com base na observação direta durante a realização do cartaz.

Guião da entrevista

As entrevistas foram realizadas apenas no grupo experimental, com os alunos que se voluntariaram para tal, num horário combinado com os alunos e em ambiente informal. O objetivo das entrevistas foi obter dados complementares sobre as aprendizagens conceptuais e processuais que os alunos deste grupo desenvolveram ao longo da sequência didática, e avaliar o seu envolvimento e participação nas diferentes fases da atividade (investigação, comunicação e reflexão).

O guião da entrevista semiestruturada (Anexo 6) era constituído por nove perguntas, organizadas em três categorias, definidas durante a análise dos dados: A. Relação entre a Química e o tratamento de águas, B. Comportamentos que ajudam ao tratamento das águas e C. Avaliação das atividades, e em cinco subcategorias, tal como se encontra descrito na Tabela 5.

Categoria	Subcategoria	Questão	Objetivo da questão
A. Relação entre a Química e o tratamento de águas	**A.1**	**Q1** – Consegues explicar por palavras tuas como é tratada a água de consumo?	Avaliar se o aluno consegue explicar, de forma resumida e por palavras próprias, como é tratada a água de consumo.
		Q2 – Sabes dar alguns exemplos de locais onde se tratam as águas de consumo?	Verificar se o aluno identifica as estações de tratamento de águas de consumo.
		Q3 – Sabes dar alguns exemplos de técnicas laboratoriais de química que existem nas estações de tratamento de água?	Averiguar se o aluno indica técnicas que existem nas estações de tratamento de águas.
	A.2	**Q4** – Consideras que o tratamento das águas de consumo é importante? Porquê?	Perceber a opinião do aluno sobre a importância do tratamento da água de consumo.
B. Comportamentos que ajudam ao tratamento de águas	**B**	**Q5** – Dá alguns exemplos de comportamentos que trazem problemas ao tratamento das águas de consumo.	Verificar se o aluno consegue indicar exemplos de comportamentos que trazem problemas ao tratamento da água de consumo.
		Q6 – Mudarás algum comportamento depois das atividades que realizaste nestas aulas de Físico-Química? Qual?	Averiguar se o aluno mudou algum comportamento após a realização das atividades, e conhecer esse comportamento.
C. Avaliação das atividades	**C.1**	**Q6** – Consideras que foi importante participar nas atividades? Porquê?	Perceber se o aluno considerou importante participar nas atividades e conhecer os motivos da sua resposta.
		Q8 – Alguma das atividades te fez mudar de opinião em relação à importância da Química na qualidade da água de consumo? Qual?	Averiguar se algumas das atividades levou o aluno mudar de opinião em relação à importância da Química na qualidade da água de consumo, e saber qual foi.
	C.2	**Q7** – Qual das atividades gostaste mais de realizar? Porquê?	Determinar qual das atividades é que o aluno mais gostou e porquê.
		Q9 – O que mudarias nas atividades que realizaste? Porquê?	Perceber se o aluno mudava alguma das atividades e porquê.

Tabela 5 - Categorização do guião da entrevista semiestruturada.

3.5. Considerações sobre a recolha de dados

Os instrumentos foram aplicados durante o mês de maio e no início de junho, de acordo com o cronograma da Figura 2.

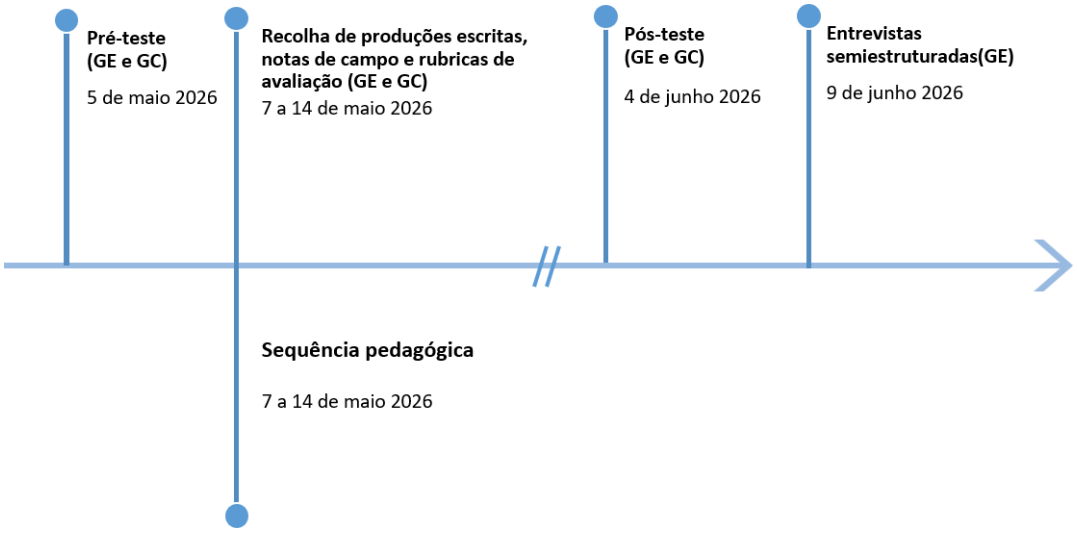


Figura 2 - Cronograma do estudo

Tanto o pré como o pós-teste foram distribuídos a todos os alunos dos grupos de controlo e experimental. A aplicação do pós-teste decorreu aproximadamente um mês depois do pré-teste, em ambas as turmas.

Após a implementação da sequência pedagógica sobre as técnicas de separação de misturas e aplicação no tratamento de águas, e antes do pós-teste, as aulas de FQ incidiram sobre outros conteúdos, tendo sido entretanto aplicado um teste sumativo em que não era avaliado o tópico relativo às técnicas de separação e suas aplicações. Assim, durante as duas semanas que se seguiram à sequência pedagógica, e antes do pós-teste, os alunos não tiveram nenhum tipo de contacto com as técnicas de separação de misturas e tratamento de águas. Entre o pré-teste e o pós-teste, decorreram quatro semanas e dois dias. Deste modo, minimizou-se o risco de, durante a realização do pós-teste, os alunos se lembrarem das questões do pré-teste.

As rubricas de avaliação da atividade prática e da apresentação do trabalho de grupo foram aplicadas nas duas turmas e utilizadas pela professora-investigadora como recurso educativo na avaliação dos alunos à disciplina de FQ. Para cada turma, elaborou-se uma grelha de avaliação, com base em cada rubrica, com os níveis de desempenho de cada aluno para cada critério considerado. Este instrumento foi o único do estudo com dupla finalidade, de ensino e de investigação.

As notas de campo foram recolhidas durante a sequência pedagógica, em ambas as turmas. A professora-investigadora anotou as suas impressões relativas ao interesse e dificuldades dos alunos, e registou ainda o tempo que cada atividade durava, além das diferenças mais significativas entre as duas turmas, observadas durante as atividades da sequência pedagógica, nomeadamente, participação e interesse dos alunos, duração de cada atividade e dúvidas mais frequentes.

Relativamente às entrevistas, estas foram realizadas no grupo experimental, aos seis alunos que se voluntariaram para o efeito, em grupos de dois. Os alunos foram agrupados por pertenceram ao mesmo grupo de trabalho.

3.6. Considerações sobre o tratamento de dados

Apenas se consideraram os dados dos alunos que acompanharam as aulas relativas à sequência didática em estudo e responderam ao pré e pós-teste, tanto na turma de controlo como na turma experimental, constituindo, respetivamente, o grupo de controlo e o grupo experimental.

Os dados de natureza quantitativa, relativos ao pré e pós-teste e às rubricas, foram tratados com recurso aos programas *Jamovi* e *Microsoft Excel*, para depois se proceder à sua análise. Como a amostra era de conveniência e não probabilística, a análise dos dados quantitativos foi feita recorrendo a testes não-paramétricos. Para analisar os dados das entrevistas semiestruturadas, de natureza qualitativa, recorreu-se à análise de conteúdo (Bardin, 1977).

Com o objetivo de analisar a evolução dos alunos entre o pré-teste e o pós-teste, calculou-se o ganho normalizado de Hake (1998) para cada participante e, depois, a média e o desvio-padrão para os grupos de controlo e experimental. O ganho normalizado de Hake, *g*, mede a evolução do aluno, entre o pré e o pós-teste, relativamente ao que é possível, aplicando-se a seguinte expressão:

$$g = \frac{\text{pós} - \text{pré}}{\text{máximo} - \text{pré}}$$

Nesta expressão, *pós* é o valor obtido pelo aluno no pós-teste, *pré* é o valor obtido no pré-teste e *máximo* é o valor máximo do teste. Neste caso, o valor máximo do teste era 100, pelo que a expressão ficou:

$$g = \frac{\text{pós} - \text{pré}}{100 - \text{pré}}$$

De acordo com Hake (1998), valores abaixo de 0,30 representam um ganho baixo, entre 0,30 e 0,70, um ganho médio e acima de 0,70, um ganho elevado. O ganho de Hake tem limitações, pelo que deve ser usado em conjunto com testes estatísticos adequados para analisar os dados.

Na análise dos dados do pré e pós-teste recorreu-se, ainda, à estatística descritiva e a testes estatísticos não paramétricos de Mann-Whitney para amostras independentes (Mann & Whitney, 1947) e Wilcoxon (1945) para amostras emparelhadas, adequados ao desenho do estudo e à dimensão da amostra (controlo, *N* = 21; experimental, *N* = 18). Esta análise permitiu articular a magnitude descritiva dos ganhos de Hake com a verificação da significância estatística das diferenças observadas.

Na Tabela 6, encontram-se sistematizados os dados recolhidos, instrumentos utilizados e procedimentos de análise, organizados de acordo com cada questão de investigação.

Questões de investigação	**Dados recolhidos**	**Instrumentos**	**Procedimentos de análise**
QI1. Como evoluem as perspetivas dos alunos sobre a relação entre a Química e a qualidade da água antes e depois da implementação da sequência de ensino?	- Respostas dos alunos a itens do pré/pós-teste (questões abertas e de escala Likert); - Registos de entrevistas.	- Questionário diagnóstico e final (pré/pós-teste); - Guião da entrevista semiestruturada.	- Comparação descritiva pré/pós (tendências e categorias); - Análise de conteúdo das respostas abertas e entrevistas.
QI2. Que aprendizagens conceptuais e processuais desenvolvem os alunos ao longo da sequência de ensino sobre separação dos componentes de uma mistura e aplicação no tratamento de águas de consumo?	- Respostas dos alunos a questões conceptuais e processuais do pré/pós-teste; - Registos de entrevistas; - Rubricas preenchidas;	- Questionário diagnóstico e final; - Guião da entrevista semiestruturada; - Rubricas de avaliação.	- Comparação de ganhos conceptuais de Hake e análise não-paramétrica; - Análise de conteúdo das entrevistas; - Análise descritiva por critérios das rubricas.
QI3. Como se caracteriza o envolvimento e a participação dos alunos nas principais fases da sequência de ensino (investigação, comunicação e reflexão)?	- Rubricas preenchidas; - Registos de entrevistas; - Notas de campo da professora-investigadora	- Rubricas de avaliação; - Entrevistas semiestruturadas; - Notas de campo.	- Análise descritiva por critérios das rubricas; - Análise de conteúdo das entrevistas. - Triangulação com notas de campo.

Tabela 6 - Dados recolhidos, instrumentos utilizados e procedimentos de análise, organizados por questão de investigação

4. Apresentação dos resultados

Neste capítulo, apresentam-se os resultados obtidos a partir do tratamento dos dados provenientes dos diferentes instrumentos aplicados durante o estudo. Começar-se-á pela análise dos dados do pré e pós-teste, ao que se seguirá a análise das grelhas das rubricas, das produções escritas e, finalmente, das entrevistas semiestruturadas.

4.1. Pré e pós-teste

Com o objetivo de verificar a equivalência inicial dos grupos de controlo e experimental, comparam-se os resultados do pré-teste através do teste *U* de Mann-Whitney para amostras independentes (Tabelas 7 e 8).

	Grupo	***N***	**Média (*M*)**	**Mediana**	**Desvio-padrão (*DP*)**
Pré	GC	21	43.8	40.0	13.2
	GE	18	42.2	40.0	14.9

Tabela 7 – Estatística descritiva dos resultados do pré-teste do grupo de controlo (GC) e do grupo experimental (GE).

		Estatística	***p***		**Dimensão do Efeito**
Pré	*U* de Mann-Whitney	166	.504	Correlação biserial de ordens	-0.124

Nota. $H_a\ \mu_{GC} \neq \mu_{GE}$

Tabela 8 – Teste *U* de Mann-Whitney para amostras independentes para os resultados do pré-teste.

Entre o grupo experimental (*M* = 42,2; *DP* = 14,9) e o grupo de controlo no pré-teste (*M* = 43,8; *DP* = 13,2), não se observaram diferenças estatisticamente significativas (*U* = 166; *p* = 0,504; correlação bisserial = −0,124). Estes resultados indicam que os grupos eram equivalentes antes da implementação da sequência pedagógica.

Para avaliar a evolução do grupo experimental, realizou-se um teste *W* de Wilcoxon para amostras emparelhadas, comparando os resultados do pré e pós-teste (Tabelas 9 e 10).

	N	**Média (*M*)**	**Mediana**	**Desvio-padrão (*DP*)**	**Erro-padrão**
Pré	18	42.2	40.0	14.9	3.51
Pós	18	53.6	50.0	20.0	4.71

Tabela 9 - Estatística descritiva dos resultados para o pré e pós-teste do grupo experimental.

			Estatística	***p***		**Dimensão do Efeito**
Pré	Pós	*W* de Wilcoxon	14.0[a]	.030	Correlação biserial de ordens	-0.692

Nota. H_a $\mu_{Medida\ 1 - Medida\ 2} \neq 0$

[a] 5 par(es) de valores empatados

Tabela 10 – Teste *W* de Wilcoxon para amostras emparelhadas para o pré e pós-teste do grupo experimental.

Verificou-se um aumento da média de 42,2 (*DP* = 14,9) para 53,6 (*DP* = 20,0) entre o pré e o pós-teste, melhoria esta que foi estatisticamente significativa (*W* = 14; *p* = 0,030), correspondendo a um tamanho do efeito grande (correlação biserial = −0,692).

A mesma análise foi feita para o grupo de controlo (Tabelas 11 e 12).

	N	**Média (*M*)**	**Mediana**	**Desvio-padrão (*DP*)**	**Erro-padrão**
Pré	21	43.8	40	13.2	2.88
Pós	21	56.9	55	21.4	4.67

Tabela 11 – Estatística descritiva dos resultados para o pré e pós-teste do grupo de controlo.

			Estatística	***p***		**Dimensão do Efeito**
Pré	Pós	*W* de Wilcoxon	40.0[a]	.028	Correlação biserial de ordens	-0.579

Nota. H_a $\mu_{Medida\ 1 - Medida\ 2} \neq 0$

[a] 2 par(es) de valores empatados

Tabela 12 – Teste *W* de Wilcoxon para amostras emparelhadas para o pré e pós-teste do grupo de controlo.

Neste grupo, verificou-se igualmente uma melhoria entre a média inicial (*M* = 43,8; *DP* = 13,2) e a média final (*M* = 56.9; *DP* = 21,4) que foi estatisticamente significativa (*W* = 40; *p* = 0,028).

Por fim, para averiguar se a evolução do grupo experimental foi superior à do grupo de controlo, realizou-se um teste *U* de Mann-Whithney para amostras independentes sobre o ganho normalizado de Hake (Tabelas 13 e 14).

	Grupo	***N***	**Média (*M*)**	**Mediana**	**Desvio-padrão (*DP*)**
g	GC	21	0.175	0.222	0.487
	GE	18	0.182	0.113	0.313

Tabela 13 – Estatística descritiva relativa aos ganhos normalizados individuais de Hake do grupo de controlo (GC) e grupo experimental (GE).

		Estatística	***p***		**Dimensão do Efeito**
g	*U* de Mann-Whitney	187	.955	Correlação biserial de ordens	-0.0132

Nota. $H_a\ \mu_{GC} \neq \mu_{GE}$

Tabela 14 – Teste U de Mann-Whitney para amostras independentes para o ganho normalizado de Hake.

Em ambos os grupos, os ganhos normalizados médios foram baixos (g_{GE} = 0,182; g_{GC} = 0,175), correspondentes a ganhos reduzidos. Embora o grupo experimental tenha apresentado um ganho normalizado médio ligeiramente superior ao grupo de controlo, esta diferença não foi estatisticamente significativa (*U* = 187; *p* = 0,955; correlação bisserial = −0,013). Assim, os resultados obtidos não permitem concluir que a abordagem *inquiry* tenha levado a uma evolução superior no grupo experimental.

O pré e pós-teste tinha duas questões de escala de Likert, Q3 – "*Podemos deitar todo o tipo de resíduos no lavatório, incluindo molhos, gorduras e restos de comida"* – e Q7 – "*Podemos deitar todo o tripo de resíduos na sanita, incluindo rolos de papel, fraldas, cabelos e restos de comida"*. As respostas a estas questões são apresentadas nos gráficos seguintes (Gráficos 2 e 3, respetivamente).

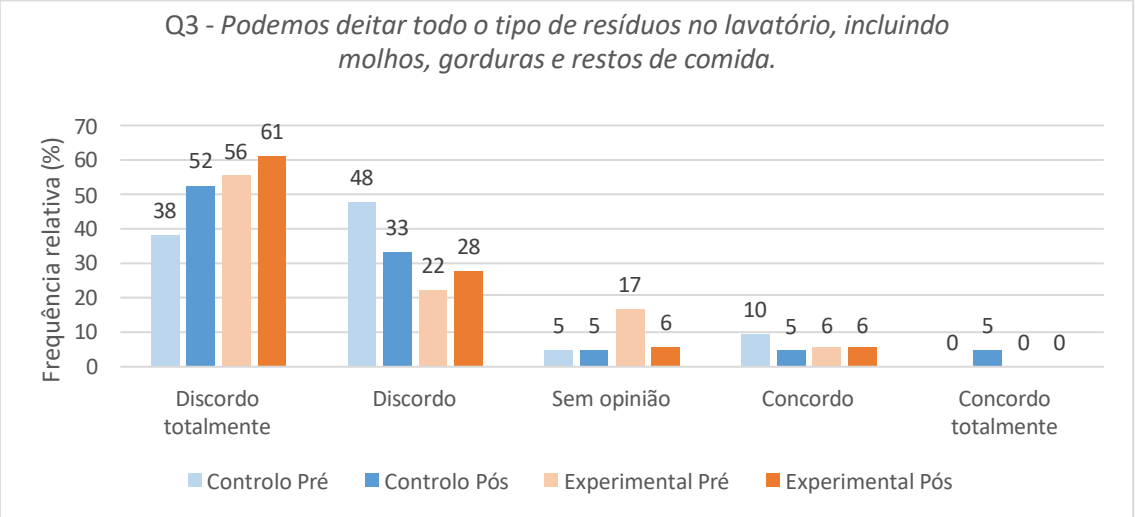


Gráfico 2 – Respostas dos alunos à questão Q3 de escala de Likert do pré e pós-teste – "*Podemos deitar todo o tipo de resíduos no lavatório, incluindo molhos, gorduras e restos de comida*".

Na questão Q3 – "*Podemos deitar todo o tipo de resíduos no lavatório, incluindo molhos, gorduras e restos de comida*" – ambos os grupos apresentavam, já no pré-teste, predominância de respostas de discordância. Anda no pré-teste, no grupo experimental, verificou-se que 17% dos alunos não tinha opinião e no grupo de controlo 10% dos alunos concordava com esta prática. No pós-teste, tanto no grupo de controlo como no grupo experimental, as frequências de respostas de concordância e sem opinião são baixas e semelhantes. Verificou-se, entre o pré e o pós-teste, um aumento da frequência relativa dos alunos que selecionaram "Discordo totalmente", em ambos os grupos, observando-se, em simultâneo, uma redução das respostas de concordância. Assim, no pós-teste, o padrão de respostas foi semelhante nos grupos de controlo e experimental, realçando-se uma maior rejeição desta prática no grupo experimental, com 61% de alunos a discordarem completamente, comparando com 52% de alunos do grupo de controlo.

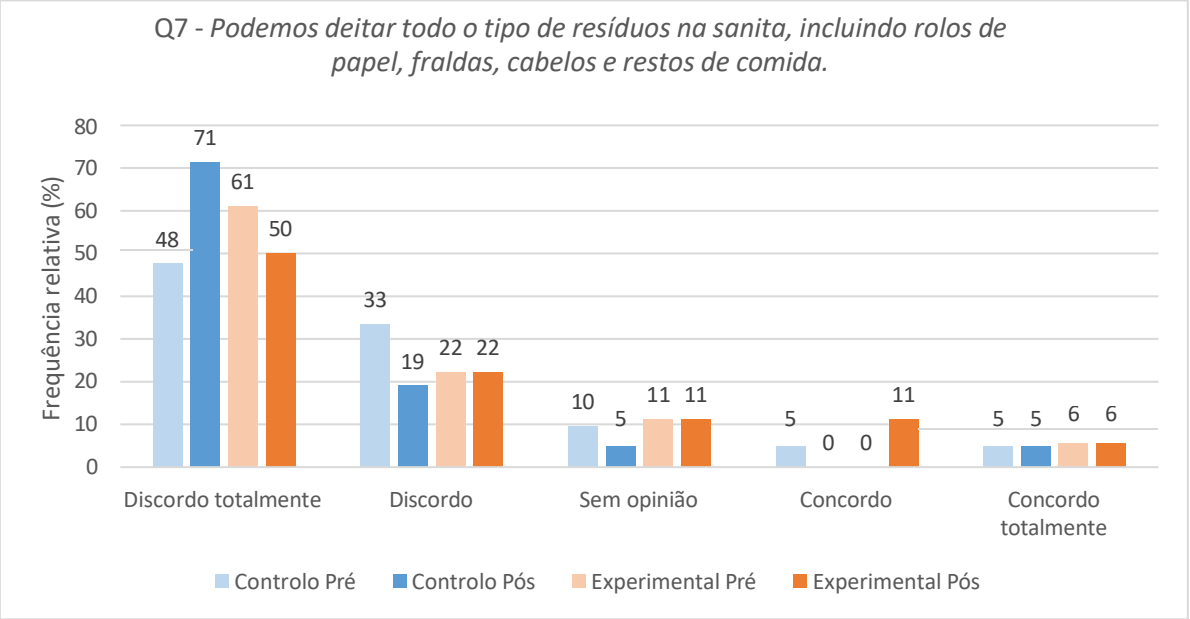


Gráfico 3 – Respostas dos alunos à questão Q7 de escala de Likert do pré e pós-teste – "*Podemos deitar todo o tipo de resíduos na sanita, incluindo rolos de papel, fraldas, cabelos e restos de comida*".

No que concerne à questão Q7 – "*Podemos deitar todo o tipo de resíduos na sanita, incluindo rolos de papel, fraldas, cabelos e restos de comida*" – evidencia-se, tal como no caso anterior, uma predominância das respostas de discordância no pré-teste, tanto no grupo de controlo como no grupo experimental. As frequências de alunos que não tinham opinião e que concordavam totalmente eram, também, semelhantes em ambos os grupos. No pós-teste, o grupo de controlo apresentou mais repostas de discordância total, com diminuição das respostas de apenas discordância, sem opinião e de concordância, reforçando a rejeição desta prática. Ainda no pós-teste, o grupo experimental apresentou maior frequência de respostas concordantes, menor frequência de respostas discordantes e igual frequência de respostas sem opinião, verificando-se uma regressão quanto à rejeição desta prática. Assim, entre o pré e o pós-teste, no grupo de controlo, aumentaram as respostas de discordância total, enquanto no grupo experimental se verificou uma diminuição das respostas de discordância total, revelando-se que os dois grupos não tiveram o mesmo padrão de resposta. Notou-se uma maior rejeição desta prática no grupo de controlo e uma maior aceitação desta prática no grupo experimental.

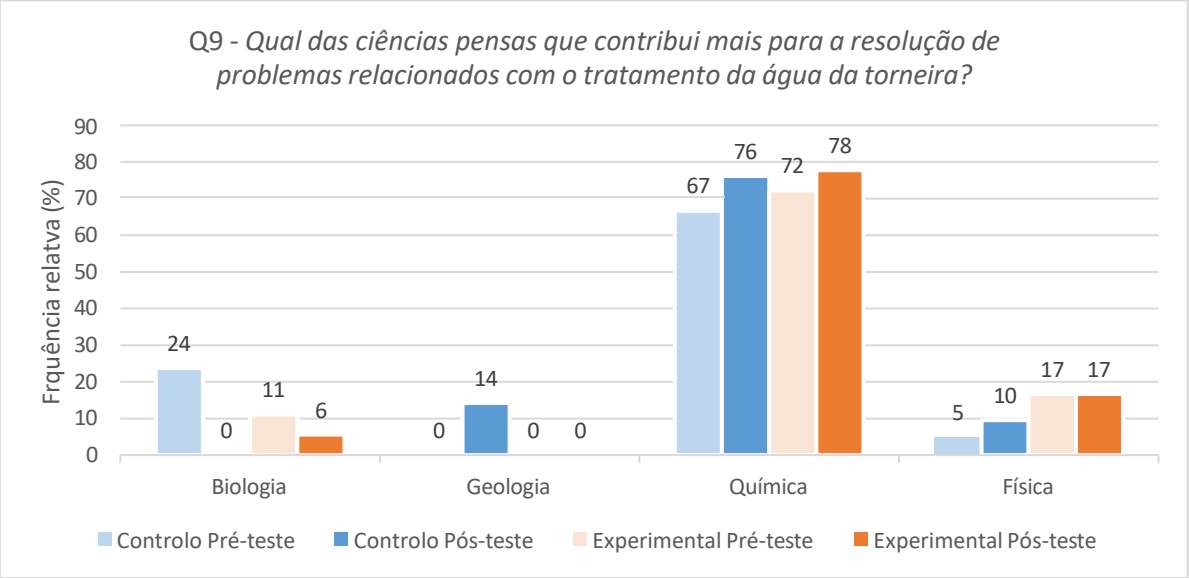


Gráfico 4 – Respostas dos alunos à questão Q9 do pré e pós-teste Q9 – "*Qual das ciências pensas que contribui mais para a resolução de problemas relacionados com o tratamento da água da torneira?"*

Relativamente às respostas dos alunos à questão Q9 – "*Qual das ciências pensas que contribui mais para a resolução de problemas relacionados com o tratamento da água da torneira?"* –, organizadas no Gráfico 4, observou-se, no pré-teste, uma predominância da Química nos dois grupos, de controlo e experimental. Ainda no pré-teste, o grupo de controlo apresentou a Biologia como a segunda opção mais frequente e, por fim, a Física. O grupo experimental apresentou a Física como segunda opção mais frequente, seguido da Biologia. No pós-teste, no grupo de controlo observou-se maior frequência da escolha da Química, da Física e da Geologia, enquanto no grupo experimental foi maior a escolha da Química, menor a da Biologia e a da Física. Entre o pré e o pós-teste, tanto no grupo de controlo como no experimental, verificou-se um aumento da escolha da Química, apresentando-se como a opção da grande maioria dos alunos no pós-teste, em ambos os grupos, com frequências relativas muito semelhantes, 76% no grupo de controlo e 78% no grupo experimental.

No que toca às justificações das escolhas, poucos alunos responderam. No pré-teste, no grupo de controlo, cinco alunos apresentaram uma justificação, enquanto no grupo experimental apenas três alunos justificaram a sua escolha. No pós-teste, no grupo de controlo, seis alunos justificaram e, no grupo experimental, apenas quatro alunos justificaram a opção. Verificou-se, então, do pré para o pós-teste e em ambos os grupos, um pequeno aumento do número de alunos que apresentaram uma justificação. No grupo de controlo, houve sempre mais alunos a justificarem a sua escolha, tanto no pré-teste como no pós-teste, relativamente ao grupo experimental. As respostas foram todas bastante resumidas, em ambos os grupos e no pré e pós-teste.

Não se encontraram diferenças na qualidade das respostas entre o pré e o pós-teste, tanto no grupo de controlo como no grupo experimental. De seguida, transcrevem-se as respostas mais exemplificativas para a escolha da Química:

Porque a água passa por processos químicos. (Aluno BB, GE, pós-teste)

A Química permite analisar a composição da água. (Aluno AG, GC, pós-teste)

Como já foi referido, no grupo de controlo aumentou o número de alunos que considerava a Física como sendo a ciência que mais contribui para a resolução de problemas do tratamento de água e, no grupo experimental, este número manteve-se. Das poucas justificações obtidas, destacam-se as seguintes:

Porque tem mais a ver com transformações e tratamentos. (Aluno BK, GE, pós-teste)

A Física fala sobre o estado de líquidos, objetos, etc… (Aluno AI, GC, pós-teste)

4.2. Rubricas de avaliação

As duas rubricas de avaliação foram aplicadas ao grupo de controlo e ao grupo experimental, na avaliação da realização da atividade laboratorial e na apresentação que os grupos fizeram dessa atividade.

Relativamente à rubrica 1, de avaliação da prática, os resultados encontram-se no Gráfico 5.

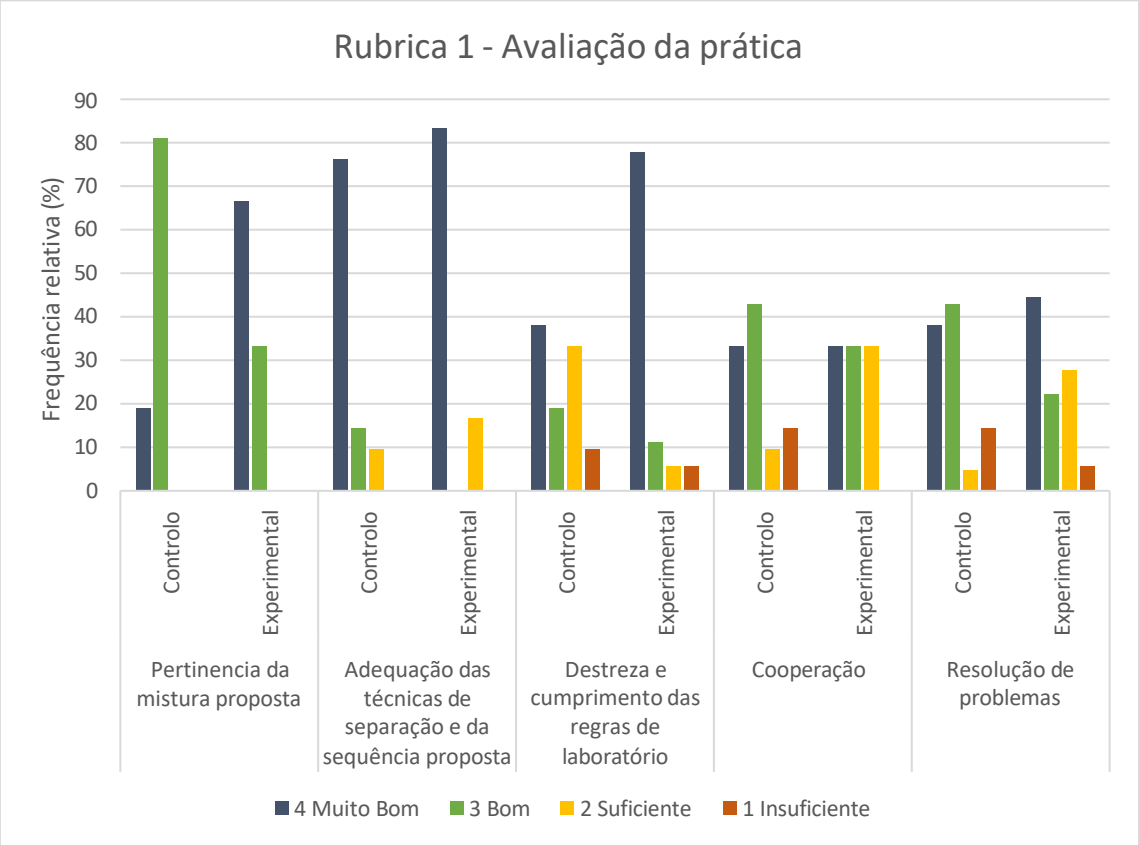


Gráfico 5 – Resultados da aplicação da rubrica 1, de avaliação da prática.

No grupo de controlo, verificou-se que a pertinência da mistura proposta pelos alunos atingiu maioritariamente o nível de desempenho Bom, enquanto o grupo experimental o atingiu maioritariamente o nível de desempenho Muito Bom. Nenhuma das misturas propostas, quer no grupo de controlo quer no experimental, atingiu níveis de desempenho inferiores a Bom.

Em ambos os grupos, de controlo e experimental, a adequação das técnicas e da sequência propostas atingiu maioritariamente o nível de desempenho mais elevado, Muito Bom, verificando-se, contudo, que alguns alunos obtiveram o nível de desempenho Suficiente, também em ambos os grupos. O grupo experimental, no entanto, teve maior frequência relativa do nível Muito Bom do que o grupo de controlo.

No grupo de controlo, relativamente à Destreza e cumprimento das regras de laboratório, verificou-se que os alunos obtiveram níveis de desempenho desde o Insuficiente até ao Muito Bom, com uma prevalência deste último. No grupo experimental, observa-se claramente uma maior frequência relativa do nível de desempenho mais alto, o Muito Bom, relativamente às frequências dos outros níveis de desempenho atingidos. No que toca à Cooperação, no grupo de controlo sobressaiu o

nível de desempenho Bom, enquanto no grupo experimental se verificou uma distribuição equitativa entre os níveis de desempenho mais altos, do Suficiente ao Muito Bom. Tanto no grupo de controlo como no grupo experimental, no critério da Resolução de problemas, prevaleceram os níveis de desempenho mais elevados, embora no grupo experimental tenha havido maior frequência relativa do nível Suficiente, comparativamente ao grupo de controlo.

Nestes três últimos critérios, os alunos foram avaliados individualmente e não por grupo, o que justifica uma distribuição mais evidente pelos diferentes níveis de desempenho. Já nos dois primeiros critérios, avaliados por grupo de trabalho e igual para todos os seus elementos, verificou-se uma distribuição menos variada pelos diferentes níveis de desempenho.

Relativamente à rubrica 2, de avaliação da apresentação, das observações, dos resultados e conclusões da atividade prática, os resultados encontram-se no Gráfico 6:

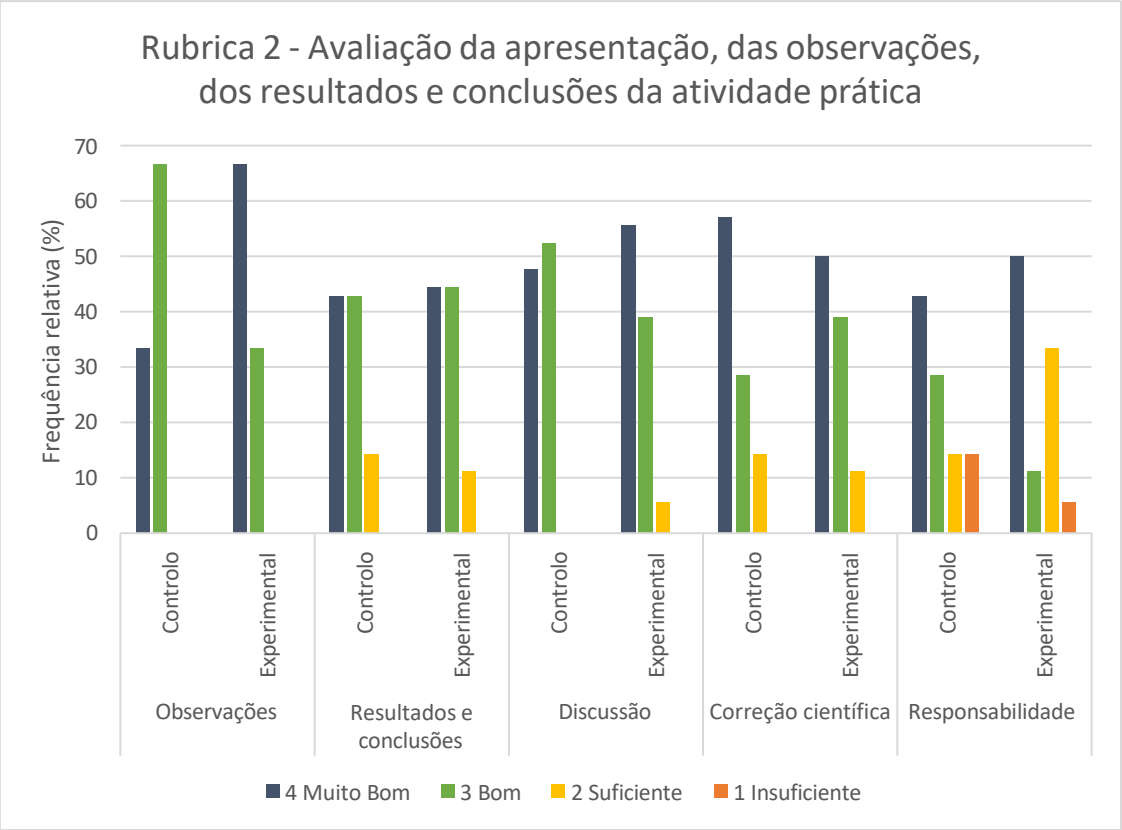


Gráfico 6 - – Resultados da aplicação da rubrica 2, de avaliação da apresentação, das observações, dos resultados e conclusões da atividade prática.

Tanto no grupo de controlo como no grupo experimental, verificou-se que os alunos atingiram predominantemente os dois níveis de desempenho mais elevados nos quatro critérios Observações, Resultados e conclusões, Correção científica e Discussão, tendo

os dois grupos obtido perfis de distribuição dos níveis de desempenho muito semelhantes. Nos dois critérios Observações e Discussão, o grupo experimental teve uma maior frequência relativa do nível Muito Bom comparativamente ao grupo de controlo. Pelo contrário, na Correção científica, o grupo de controlo obteve maior frequência relativa do Muito Bom, em comparação com o grupo experimental. Quanto ao critério da Responsabilidade, avaliado individualmente, predominaram os níveis de desempenho mais elevados nos dois grupos, controlo e experimental, embora no grupo experimental o nível Suficiente tenha sido mais expressivo.

4.3. Entrevistas

As entrevistas foram realizadas no início de junho de 2026, a seis alunos do grupo experimental, gravadas com recurso a um telemóvel e transcritas (Anexo 7) com auxílio do programa de inteligência artificial *Evernote*. Depois de feitas as correções dos erros e devidamente anonimizados os intervenientes, procedeu-se à categorização e análise das entrevistas de acordo com os critérios estabelecidos e apresentados na Tabela 15.

Categoria	Subcategoria	Descrição
A. Relação entre a Química e o tratamento de águas	**A.1.** Tratamento da água de consumo	Descrição de como é tratada a água de consumo, identificação das estações de tratamento de água de consumo (ETA) e identificação de técnicas que existem nas estações de tratamento de águas.
	A.2. Importância do tratamento da água	Importância atribuída ao tratamento da água de consumo.
B. Comportamentos relativos ao tratamento de águas	**B.** Comportamentos que trazem problemas ao tratamento da água de consumo e alterados após a realização das atividades	Identificação de comportamentos que trazem problemas ao tratamento da água de consumo e referência à adoção de comportamentos que facilitem o tratamento da água.
C. Avaliação das atividades	**C.1.** Importância das atividades, e Atividade mais relevante para mudar de opinião sobre importância da Química na qualidade da água de consumo	Importância atribuída à participação nas atividades e referência à atividade que levou a uma mudança de opinião em relação à importância da Química na qualidade da água de consumo.
	C.2. Atividade mais apreciada e dificuldades das atividades	Descrição dos aspetos positivos da atividade mais apreciada e dos aspetos menos positivos das atividades.

Tabela 15 – Categorização da entrevista semiestruturada.

A. Relação entre a Química e o tratamento de águas

A1. Tratamento da água de consumo

Os alunos foram unânimes em afirmar que o tratamento da água de consumo se realiza em estações de tratamento de água, mas tiveram muita dificuldade em explicar como se tratava a água de consumo. Três alunos responderam que a água era tratada, sem explicar como. Os outros três explicaram de forma resumida o tratamento, como no seguinte exemplo:

> *A água de consumo é tratada numa estação de tratamento. Primeiro, são retiradas as impurezas, depois a água é filtrada e desinfetada para eliminar os micro-organismos. (Aluno A2)*

Muitos alunos identificaram corretamente as técnicas da filtração e decantação como as que existem nas estações de tratamento de água, e alguns incluíram outras técnicas adequadas:

Filtração, decantação e a medição do pH. (Aluno A5)

Decantação, filtração. (Aluno A6)

Dois alunos identificaram outras técnicas não adequadas, como a centrifugação e a separação magnética, tendo esta última sido realizada durante a atividade prática:

Centrifugação, filtração e decantação, por exemplo. (Aluno A1)

Filtração, dissolução seletiva e separação magnética. (Aluno A3)

Finalmente, um aluno identificou corretamente outras técnicas, que não faziam parte dos conteúdos abordados e que foram mencionados durante as aulas, após a visualização de vídeos sobre o tratamento de águas:

Medição de cloro (…) e análises da dureza da água. (Aluno A2)

A.2. Importância do tratamento da água

Todos os alunos concordaram que o tratamento da água é muito importante. A possibilidade de se ficar doente foi a justificação mais comum para justificar o tratamento da água de consumo:

> *Sim, porque a água é muito importante, não é? Potável para nós bebermos e que pode nos trazer doenças se não for tratada.* (Aluno A3)

Eu considero que o tratamento da água é importante porque nós devemos consumir e utilizar a água limpa. (Aluno A5)

B. Comportamentos que trazem problemas ao tratamento da água de consumo e alterados após a realização das atividades

Os alunos identificaram vários exemplos de comportamentos que dificultam o tratamento das águas:

Acho que a poluição, por exemplo, porque dificulta o tratamento. (Aluno A1)

Os exemplos são deitar lixos (…) e produtos químicos, que podem dificultar o tratamento das águas. (Aluno A2)

Deitar restos de comida, em geral, como o óleo. (…) Deitar toalhetes húmidos ou remédios na sanita e alguns fertilizantes. (Aluno A5)

Três alunos afirmaram que iam alterar o seu comportamento após a sequência didática:

Sim, porque eu vou evitar desperdiçar água e não vou deitar mais lixos. (Aluno 2)

Os restantes três alunos afirmaram que não tinham este tipo de comportamentos, não identificando nenhuma mudança devido às atividades.

C. Avaliação das atividades

C.1. Importância das atividades e atividade mais relevante para mudar de opinião sobre importância da Química na qualidade da água de consumo

Relativamente à importância de participar nas atividades, todos os alunos consideraram que foi grande, destacando-se as seguintes respostas:

Eu acho que foi importante porque eu aprendi como a água é tratada. (Aluno A2)

Sim, porque pensava que era só pôr um filtro e acabou. Agora sei que tem vários processos que a água passa, antes de vir à nossa cozinha. (Aluno A3)

Eu considero que foi importante participar nas atividades, pois passei a compreender as matérias e materiais de forma mais lúdica, ou seja, sem estar sempre a ler do manual e a fazer, assim, atividades mais práticas. (Aluno A5)

No que concerne à atividade que contribuiu para uma mudança de opinião quanto à importância da Química na qualidade da água, nem todos os alunos foram capazes de responder. Três alunos reconheceram que as atividades promoveram uma mudança de opinião quanto à importância da Química sem, no entanto, destacar nenhuma delas:

É grande, porque são os processos da Química que nós utilizamos para fazer as separações para a água ser potável. (Aluno A3)

Apenas dois alunos consideraram que a atividade laboratorial foi a mais importante para uma mudança de opinião quanto à importância na Química no tratamento da água:

Sim, a do laboratório. (Aluno A1)

C.2. Atividade mais apreciada e dificuldades das atividades

Todos os alunos referiram que a atividade mais apreciada foi a laboratorial:

Acho que foi a experiência no laboratório. Foi divertido e também... aprendemos muito sobre água, só que na prática, desta vez. (Aluno A1)

Eu gostei mais da atividade da separação de misturas, porque foi interessante misturar e separar os componentes, na prática. (Aluno A2)

Um aluno referiu que gostou mais de elaborar o cartaz:

Fazer um póster. (Aluno A4)

Cinco alunos referiram que não mudariam nada nas atividades realizadas:

Não mudaria nada porque as atividades foram interessantes. Ajudaram-me a aprender melhor os conteúdos na prática. (Aluno A2)

Eu não mudaria nas atividades em si, mas eu acho que poderíamos fazer mais vezes essas atividades. (Aluno A5)

Apenas um aluno referiu que faria uma melhoria na sequência das técnicas de separação realizadas no laboratório:

Eu acho que, antes de fazer a separação magnética para separar a areia do íman, primeiro fazer uma secagem para separar mais facilmente. (Aluno A3)

Houve, ainda, um aluno (aluno A4) que não se lembrava do que tinha feito, não tendo conseguido responder à pergunta.

4.4. Notas de campo

As notas de campo foram recolhidas durante as diferentes fases do estudo. Destacam-se, de seguida, as notas recolhidas durante as aulas, tanto no grupo de controlo como no grupo experimental.

Durante a fase do envolvimento, na primeira aula do grupo experimental, os alunos foram pouco interventivos, tendo apenas um ou dois alunos participado por iniciativa própria, em cada turno, no debate sobre a notícia relativa às tempestades de janeiro/fevereiro e efeito na água de consumo, apesar de se lembrarem e de darem exemplos da má qualidade da água. Quando se passou à notícia sobre o *fatberg*, os alunos ficaram mais interessados, agitados e participativos. Surgiram muitas perguntas, entre as quais: O que fazer ao óleo usado se não se pode deitar pela pia abaixo? Porque é que juntar água quente ao óleo não funciona (o dissolve)? Os alunos revelaram conhecer onde se tratava as águas e lembravam-se, de uma forma geral, da diferença entre ETA e ETAR.

Durante a fase de exploração que se seguiu, ainda no grupo experimental, os alunos mostraram-se inicialmente interessados mas, à medida que iam explorando o manual, o interesse diminuiu. Alguns alunos desistiram de ler o manual e pediram para pesquisar na *internet*. Após lhes ter sido negado o acesso à *internet*, estes alunos revelaram falta de concentração, com conversas paralelas e muita distração. Durante a fase da explicação, surgiram muitas dúvidas relativas à composição da mistura e escolha das técnicas, nomeadamente como separar e como sequenciar as técnicas. Após a fase da explicação, os alunos ficaram mais empenhados. A maioria das misturas pensadas inicialmente foram refeitas e melhoradas. Um dos grupos destacou-se pelo empenho demonstrado, apresentando uma mistura muito rica e técnicas globalmente adequadas. Outro grupo revelou muitas dificuldades e não conseguia avançar, mesmo após o esclarecimento das dúvidas, tendo a professora-investigadora ajudado e orientado mais do que aos restantes grupos.

Relativamente ao grupo de controlo, durante a fase de planificação da atividade laboratorial, os alunos revelaram-se mais concentrados, tendo colocado dúvidas mais concretas e direcionadas para a sequência das técnicas. No entanto, as misturas propostas foram mais simples e semelhantes às que tinham sido mostradas na aula anterior.

Durante a atividade laboratorial, o grupo experimental mostrou-se muito entusiasmado, e mais interessado e cumpridor das regras de laboratório do que o grupo de controlo.

No grupo experimental, durante a elaboração do cartaz, alguns alunos revelaram dificuldades de concentração e não se lembravam das técnicas nem do trabalho prático realizado na aula anterior. Em todos os grupos, a professora-investigadora teve tirar dúvidas de linguagem, sendo de referir que muitos alunos não sabiam como descrever o procedimento ou escrever os resultados e conclusão. As apresentações dos trabalhos tiveram de ser feitas com os cartazes incompletos, embora tal se tenha revelado enriquecedor, pois seguiu-se uma discussão e partilha de ideias em que vários colegas de outros grupos também entrevieram, após a qual os alunos revelaram mais empenho e concentração e melhoraram significativamente a qualidade os cartazes elaborados. No grupo de controlo, a elaboração do cartaz foi feita com maior concentração. Surgiram menos dúvidas de linguagem e não houve tantos erros ortográficos para corrigir. As apresentações também tiveram de ser feitas com os cartazes incompletos, tendo-se verificado menos partilha de ideias e discussão. Após a apresentação, os alunos puderam concluir o cartaz, melhorando essencialmente o seu aspeto visual.

Durante a aplicação do pós-teste, especialmente na turma experimental, os alunos revelaram-se impacientes e ansiosos por terminarem a aula, tendo respondido de forma rápida e despreocupada.

4.5 Triangulação dos resultados

Segue-se uma síntese integradora dos resultados apresentados nas seções anteriores.

Relativamente ao domínio da cidadania, das atitudes e comportamentos relativamente ao que se pode deitar fora pelas canalizações da casa, observou-se, antes das abordagens pedagógicas, uma taxa de rejeição alta e semelhante em ambos os grupos. Após as atividades, observou-se, de uma forma geral, um aumento das respostas de discordância nos dois grupos. No grupo experimental, a percentagem de alunos que discordava completamente da afirmação "*Podemos deitar todo o tipo de resíduos no lavatório, incluindo molhos, gorduras e restos de comida*" foi maior do que no grupo de controlo. Por outro lado, neste grupo, relativamente à afirmação "*Podemos deitar todo o tipo de resíduos na sanita, incluindo rolos de papel, fraldas, cabelos e restos de comida*", houve um decréscimo dos alunos que discordavam completamente e um aumento de alunos que concordavam, enquanto no grupo de controlo houve uma percentagem elevada de alunos que discordavam completamente após a sequência pedagógica. Estes resultados inesperados não são concordantes, pois, se os alunos discordam totalmente do descarte de lixo pelo lavatório, deveriam também discordar totalmente (ou pelo menos discordar, na sua maioria) do descarte de lixo pela sanita.

Um fator que poderá ter levado a estas respostas pode ter sido a falta de concentração e a pressa que os alunos do grupo experimental revelaram na realização do pós-teste, ao que se terão juntado as dificuldades no domínio da linguagem destes alunos (que se observou na menor quantidade de justificações apresentadas no pré e pós-teste e na menor qualidade da linguagem nos cartazes). Estes fatores podem ter levado os alunos do grupo experimental a lerem mal a pergunta, precipitando-se para uma resposta diferente. No mesmo sentido apontam as respostas dos alunos entrevistados do grupo experimental, com alguns a dizerem que já assumiam boas práticas e não deitavam nada pelas canalizações, enquanto outros reconheceram que as atividades os levaram a mudar de comportamento, passando a não descartar lixo pelas canalizações.

Ainda no domínio da cidadania e quanto à ligação da Química ao tratamento de águas de consumo, antes da sequência pedagógica, a maioria dos alunos dos dois grupos, experimental e de controlo, reconhecia que a Química era a ciência que mais contribuía para a qualidade da água. Após as sequências, observou-se uma evolução positiva em ambos os grupos, embora pequena e semelhante, com mais alunos a reconhecerem esta ligação. Os alunos do grupo experimental entrevistados indicaram a atividade laboratorial como a mais importante para o reconhecimento da ligação entre a Química e a qualidade da água.

Assim, no domínio da cidadania, as evoluções das atitudes e do reconhecimento da Química como a ciência que mais contribui para o tratamento e qualidade da água de consumo foram semelhantes em ambos os grupos. Neste domínio, não se verificou diferenças no efeito da abordagem *inquiry* no grupo experimental.

Relativamente às aprendizagens conceptuais, houve uma evolução positiva nos dois grupos, semelhante e correspondente a ganhos pequenos, o que indica, mais uma vez, que a abordagem *inquiry* não se destacou no conhecimento conceptual adquirido pelos alunos relativamente às técnicas de separação.

No que toca às aprendizagens processuais, o grupo experimental mostrou melhor evolução do que o grupo de controlo, com melhores misturas e técnicas e sequências mais adequadas. Os alunos do grupo de controlo apresentaram misturas menos criativas e mais semelhantes às apresentadas na explicitação dos conhecimentos, que decorreu de forma centrada no professor. Pelo contrário, os alunos do grupo experimental planificaram atividades laboratoriais mais ricas e interessantes. Relativamente à avaliação da apresentação, das observações, dos resultados e conclusões da atividade prática, verificou-se que ambos os grupos obtiveram perfis muito semelhantes, embora o grupo de controlo tenha sobressaído na Correção

Científica, enquanto o grupo experimental conseguiu melhores níveis de desempenho nas Observações e Resultados. Esta última constatação está de acordo com o melhor desempenho dos alunos do grupo experimental no laboratório. Já o grupo de controlo revelou melhor domínio da linguagem, incluindo a científica, o que está de acordo com a melhor qualidade na linguagem utilizada nos cartazes neste grupo, em que não se verificaram tantos erros deste tipo como nos cartazes do grupo experimental. Na análise da Cooperação e a Resolução de problemas, verifica-se que a distribuição pelos vários níveis de desempenho é maior no grupo experimental, sugerindo que havia elementos com mais dificuldade em se manterem cooperantes e unidos para a resolução e ultrapassagem de problemas.

Também relativamente ao envolvimento e participação dos alunos ao longo das diferentes atividades das sequências pedagógicas, apesar de expressivo e globalmente semelhante nos dois grupos, notou-se um empenho maior do grupo experimental na planificação da atividade, o que é concordante com as melhores planificações apresentadas pelos alunos deste grupo. No cumprimento das regras de laboratório e na aplicação prática das técnicas de separação, os alunos do grupo experimental tiveram melhor desempenho do que os do grupo de controlo, o que pode ter sido devido ao maior empenho revelado por estes alunos. Neste sentido, os seis alunos entrevistados do grupo experimental afirmaram ter gostado das atividades e demonstraram vontade de participar em mais atividades semelhantes no futuro.

A triangulação dos resultados encontra-se resumida na Tabela 16.

	Pré e pós-teste	Rubricas	Entrevistas
Perspetivas dos alunos sobre a relação entre a Química e a qualidade da água	Pequena evolução positiva em ambos os grupos, com perfil final muito semelhante. Alguns alunos de ambos os grupos foram capazes de explicar por que motivo a Química é importante.	-----	Os seis alunos do grupo experimental mostraram uma evolução positiva do reconhecimento da importância da Química na qualidade da água, tendo a atividade laboratorial sido apontada como a que mais contribuiu para este reconhecimento.
Atitudes sustentáveis relativamente ao uso da água	Maior rejeição da prática de deitar lixo no lavatório em ambos os grupos Maior rejeição da prática de deitar lixo na sanita no grupo de controlo e maior aceitação desta prática no grupo experimental.	- - -	Os seis alunos do grupo experimental consideraram que deitar lixo pelo lavatório ou sanita era errado; alguns alunos admitiram que passaram a adotar comportamentos mais amigos do tratamento de águas.
Aprendizagens conceptuais e processuais desenvolvidas ao longo da sequência	Há evolução das aprendizagens conceptuais nos dois grupos, com ganhos pequenos e semelhantes.	O grupo experimental evidencia melhor aprendizagem processual no laboratório do que o de controlo, com melhores misturas, técnicas mais adequadas e melhor comportamento no laboratório (destreza e cumprimento das regras de laboratório).	Os seis alunos do grupo experimental revelam ter adquirido aprendizagens conceptuais relevantes, conseguindo identificar os locais de tratamento de águas e as principais técnicas utilizadas e abordadas nas aulas, dando ainda exemplos de técnicas mais avançadas. Não conseguiram, no entanto, explicar de forma satisfatória como se processa o tratamento de águas.
Caracterização do envolvimento e participação dos alunos ao longo das diferentes fases (investigação, comunicação e reflexão)	----	O envolvimento dos alunos foi expressivo e semelhante nos dois grupos, com maior empenho do grupo experimental na planificação da atividade (investigação). O grupo de controlo revelou melhor capacidade de comunicar claramente, com linguagem mais adequada. O grupo experimental demonstrou maior capacidade de registar as observações, de relacionar os resultados com as previsões e de sugerir melhorias da atividade prática (discussão).	O envolvimento do grupo experimental foi expressivo, com os seis alunos entrevistados a afirmar terem gostado de participar nas atividades, demonstrando vontade de participar em mais atividades semelhantes no futuro.

Tabela 16 – Triangulação dos resultados obtidos.

5. Discussão dos resultados

Apresenta-se, de seguida, uma discussão em que se irão confrontar os resultados do presente estudo com a literatura consultada.

No que concerne ao domínio da cidadania, na avaliação das perspetivas dos alunos sobre a relação entre a Química e a qualidade da água, antes da implementação da sequência pedagógica, tanto no grupo experimental como no grupo de controlo os alunos consideravam que a Química era a ciência que mais contribuía para a resolução de problemas do tratamento de águas. Após as sequências pedagógicas, verificou-se um aumento dos alunos com esta opinião, não se observando diferenças significativas entre o grupo de controlo e o experimental. Este resultado está de acordo com o descrito por Areepattamannil et al. (2020), ao sugerirem que tanto a abordagem *inquiry* como a centrada no professor levam a atitudes mais positivas dos alunos em relação à ciência, não havendo prevalência de nenhuma delas sobre a outra.

Os alunos de ambos os grupos consideraram que não se pode deitar todo o tipo de resíduos pelas canalizações, lavatório e sanita, notando-se uma maior rejeição desta prática nos dois grupos, após as atividades. Verificou-se, então, uma evolução positiva das atitudes dos alunos relativamente às práticas sustentáveis, que facilitam o tratamento das águas, em ambos os grupos. A evolução favorável de atitudes para práticas mais sustentáveis foi descrita por vários autores (Baptista et al., 2025; Chen et al., 2026; Igboanugo & Naiho, 2024; Jegstad, 2024).

Relativamente às aprendizagens conceptuais do grupo experimental, verificou-se uma melhoria estatisticamente significativa do pré para o pós-teste, antes e depois da implementação da sequência pedagógica baseada em *inquiry*, o que está de acordo com Gomez (2025), Minner, Levy & Century (2010). Também o grupo de controlo revelou uma melhoria estatisticamente significativa do pré para o pós-teste, não se identificando uma vantagem do grupo experimental ao nível das aprendizagens conceptuais. O facto de os ganhos de Hake terem sido baixos e semelhantes em ambos os grupos indica que resultados obtidos não permitem concluir que a abordagem *inquiry* tenha levado a uma evolução superior no grupo experimental, ao contrário do esperado (De Amuedo et al, 2026; Chen et al., 2026; Twizeyimana & Shyiramunda, 2026). Dentro do grupo experimental, a maioria dos seis alunos entrevistados identificou corretamente as técnicas da filtração e decantação como as que existem nas estações de tratamento de água, mas alguns alunos acrescentaram outras técnicas que não são adequadas ao tratamento de água nas ETA e ETAR mas que foram realizadas no laboratório, o que

sugere que as aprendizagens conceptuais não foram bem consolidadas, o que vai ao encontro de Bevins & Price (2016). Outros alunos, pelo contrário, acrescentaram, durante a entrevista, outras técnicas adequadas, provenientes da pesquisa e da visualização de vídeos durante as aulas, revelando terem adquirido conhecimentos acima do que era esperado, concordando com o esperado pela literatura mais recente (Ahmad et al., 2023; De Amuedo et al, 2026). Houve, então, heterogeneidade ao nível das aprendizagens conceptuais destes seis alunos entrevistados, o que pode ter sido devido ao facto de alguns alunos revelarem dificuldades de linguagem, de compreensão das questões colocadas e em mobilizar os conhecimentos, enquanto outros demonstraram ser capazes de responder ao que se pedia e de recuperar as aprendizagens adquiridas durante a implementação da sequência pedagógica baseada em *inquiry*.

Quanto ao conhecimento processual, o grupo experimental evidenciou padrões de desempenho mais favoráveis em alguns indicadores de aprendizagem processual, quando comparado com o grupo de controlo. Os alunos do grupo experimental propuseram misturas, técnicas e sequências mais adequadas, além de revelaram maior destreza e cumprimento das regras. Estes alunos demonstraram ainda melhor capacidade de cumprir as regras de laboratório, de se envolver no trabalho laboratorial e de resolver problemas associados à prática, o que vai ao encontro do esperado e descrito por vários autores (Bybee, 20006; Jegstad, 2024). Os alunos do grupo experimental demonstraram ser capazes de indicar mais limitações das atividades laboratoriais e sugerir mais melhorias do que os alunos do grupo de controlo, o que corrobora o facto de o *inquiry* promover a reflexão dos alunos sobre o próprio conhecimento (Bybee, 2006; Gomez, 2025). Os seis alunos entrevistados do grupo experimental foram praticamente unânimes em considerar que a atividade laboratorial foi a que mais apreciaram e a que mais contribuiu para a aprendizagem dos conceitos envolvidos. Estes resultados estão de acordo com o esperado (Adauyah & Aznam, 2024; Zhang et al., 2026).

A motivação e envolvimento dos alunos durante as atividades foi maior no grupo experimental, o que está de acordo com a tendência de aumento do envolvimento e motivação dos alunos quando as abordagens são do tipo *inquiry* (Bybee, 2006; Gomez, 2025). Neste grupo, os seis alunos entrevistados afirmaram ter gostado de participar e mostraram vontade de trabalhar mais vezes, principalmente no laboratório, mostrando maior envolvimento nas atividades e gosto pela disciplina e concordando com o esperado (Bybee, 2006; Gomez, 2025; Igboanugo et al, 2024; Jegstad, 2024; Orosz et al., 2023; Salchegger et al., 2021).

6. Conclusões, limitações e sugestões para futuras investigações

Apresentam-se, de seguida, as conclusões deste estudo, as suas implicações e algumas sugestões para futuras investigações.

6.1. Conclusões

Neste estudo, o grupo experimental beneficiou de uma abordagem *inquiry* guiada no estudo das técnicas de separação de misturas e sua aplicação ao tratamento das águas. No grupo de controlo, os conceitos foram apresentados previamente pela professora-investigadora, de forma passiva do ponto de vista dos alunos. A diferença nas abordagens pedagógicas do grupo de controlo para o grupo experimental esteve, sobretudo, na forma e no momento em que o conhecimento foi disponibilizado.

De seguida, responde-se às questões de investigação com base nos resultados obtidos e na discussão do capítulo anterior.

QI1. Como evoluem as perspetivas dos alunos sobre a relação entre a Química e a qualidade da água antes e depois da implementação da sequência de ensino baseada em *inquiry*?

Antes da implementação da sequência pedagógica, os alunos de ambos os grupos revelaram que consideravam que a Química era a ciência que mais se relacionava com a qualidade da água e, após a sequência, aumentou o número de alunos que assim pensava. No entanto, não se verificou diferença significativa entre os dois grupos. No grupo experimental, os alunos consideraram que a atividade laboratorial foi a que mais contribuiu para o reconhecimento da Química na relação com a qualidade da água. Tal conclusão não está de acordo com a literatura, que sugere que o *inquiry* promove nos alunos um maior reconhecimento da importância da ciência e sua elação com contextos do dia a dia, relativamente a outras abordagens mais tradicionais. Por outro lado, os alunos do grupo de controlo beneficiaram também de atividades de aprendizagem ativa, ao planificarem e executarem a atividade laboratorial, pelo que estas atividades terão igualmente contribuído para uma evolução positiva das perspetivas sobre a Química e a qualidade da água.

QI2. Que aprendizagens conceptuais e processuais desenvolvem os alunos ao longo da sequência de ensino sobre separação dos componentes de uma mistura e aplicação no tratamento de águas de consumo?

Relativamente às aprendizagens conceptuais dos alunos, observou-se uma evolução positiva e semelhante nos dois grupos, embora com um ganho pequeno, também semelhante. Relativamente ao conhecimento processual, os alunos do grupo experimental mostraram ter adquirido padrões de desempenho mais favoráveis em alguns indicadores de aprendizagem processual do que o grupo de controlo.

QI3. Como se caracteriza o envolvimento e a participação dos alunos nas diferentes fases da sequência de ensino (investigação, comunicação e reflexão)?

O envolvimento dos alunos foi significativo e semelhante em ambos os grupos, controlo e experimental, tendo o grupo experimental revelado maior empenho na planificação da atividade (investigação) e o grupo de controlo melhor capacidade de comunicar claramente os resultados (comunicação), com linguagem científica mais adequada. O grupo experimental revelou melhor capacidade de registar as observações, de relacionar os resultados com as previsões e de sugerir melhorias da atividade prática (discussão).

6.2. Limitações e sugestões para futuras investigações

Reconhecem-se algumas limitações do presente estudo. Uma prende-se com a amostra, constituída pelos alunos das duas turmas do 7.º ano atribuídas à professora-investigadora, e as únicas desse ano letivo na escola, o que condicionou a formação dos grupos de controlo e experimental. Este trabalho foi, por isso, implementado num grupo relativamente pequeno de alunos, circunscrito a uma só escola e contexto socioeconómico, não se podendo, por isso, generalizar-se as conclusões do estudo a outras situações e grupos de alunos. O período temporal de implementação do estudo foi curto (4 semanas), com alunos que não estavam familiarizados com a abordagem *inquiry*. Assim, sugere-se que se continue a estudar os efeitos da abordagem *inquiry* nos alunos do ensino básico, com amostras maiores e de maior significância probabilística, ao longo de um período de tempo maior, idealmente com desenvolvimento de competências prévias e recorrendo a mais e melhores instrumentos, que permitam detetar e aferir os conhecimentos conceptuais e processuais adquiridos, assim como as atitudes relativas à Química e sua relação com

problemas reais e pertinentes, ligados ao ambiente e à sustentabilidade. O facto de ter decorrido no fim do ano letivo, com os alunos a demonstrarem pouca vontade de colaborar no pós-teste, levou a resultados inesperados e pouco consistentes relativamente às aprendizagens conceptuais conseguidas. Também decorrente de condicionantes de tempo, as entrevistas foram realizadas apenas a alunos do grupo experimental, o que não permitiu ter respostas dos alunos do grupo de controlo para comparar as perspetivas sobre a relação da Química com o tratamento de água, comportamentos e avaliação das atividades. No futuro, sugere-se que a planificação da disciplina seja alterada para que as atividades de investigação sejam realizadas mais longe do fim do ano. Por fim, a pouca experiência da professora-investigadora em implementar abordagens *inquiry* e a estreia no papel de investigadora na área do ensino constituíram limitações do presente estudo.

Referências Bibliográficas

Adauyah, R., & Aznam, N. (2024). Guided Inquiry Learning Model in Chemistry Education: A Systematic Review. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, *10*(3), 77–87. https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i3.6373

Ahmad, Z., Ammar, M., Sellami, A., & Al-Thani, N. J. (2023). Effective pedagogical approaches used in high school chemistry education: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Chemical Education, 100*(5), 1796–1810. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c00739

Alexander, P. A., Fives, H., Buehl, M. M., & Mulhern, J. (2002). Teaching as persuasion. *Teaching and Teacher Education*, *18*(7), 795–813. https://doi.org/10.1016/S0742-051X(02)00044-6

Areepattamannil, S., Cairns, D., & Dickson, M. (2020). Teacher-Directed Versus Inquiry-Based Science Instruction: Investigating Links to Adolescent Students' Science Dispositions Across 66 Countries. *Journal of Science Teacher Education*, *31*(6), 675–704. https://doi.org/10.1080/1046560X.2020.1753309

Arifin, Z., Sukarmin, S., Saputro, S., & Kamari, A. (2025). The effect of inquiry-based learning on students' critical thinking skills in science education: A systematic review and meta-analysis. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *21*(3), em2592. https://doi.org/10.29333/ejmste/15988

Baptista, M. L. M. (2009). *Concepção e implementação de actividades de investigação: Um estudo com professores de Ciências Físico-Químicas do 3.º ciclo do ensino básico* (Tese de doutoramento). Universidade de Lisboa.

Baptista, M., Pinho, A. S., & Alves, A. R. (2025). Students' Learning for Action Through Inquiry-Based Science Education on a Local Environmental Problem. *Sustainability*, *17*(9), 3907. https://doi.org/10.3390/su17093907

Bardin, L. (1977). Análise de conteúdo. Edições 70, Lda.

Barrow, L. H. (2006). A Brief History of Inquiry: From Dewey to Standards. *Journal of Science Teacher Education*, *17*(3), 265–278. https://doi.org/10.1007/s10972-006-9008-5

Bevins, S., & Price, G. (2016). Reconceptualising inquiry in science education. *International Journal of Science Education*, *38*(1), 17–29. https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1124300

Bybee, R. (2002). Scientific Inquiry, Student Learning, and the Science Curriculum. In R. W. Bybee (2002) (Ed.), *Learning science and the science of learning* (25-35). Arlington, VA: NSTA Press.

Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E instructional model: Origins, effectiveness, and applications*. BSCS.

Cara, O. (2017). Mixed methods in education research. In J. Swain (Ed.) *Mixed Methods in Education Research* (Vol. 0, pp. 193-214). SAGE Publications Ltd, https://doi.org/10.4135/9781529622775.n10

Chen, C., Rabu, S. N. A., & Jamiat, N. (2026). Effects of a structured inquiry-based virtual laboratory on undergraduate students' learning achievement, laboratory skills, and perceived motivation in a flipped chemical engineering classroom. *Education for Chemical Engineers*, 100513.https://doi.org/10.1016/j.ece.2026.100513.

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2018). Research methods in education. In L. Cohen, L. Manion, & K. Morrison (Eds.), *Research methods in education* (8th ed., p. 428-449). Routledge.

Coutinho, C. P. (2014). *Metodologia de investigação em Ciências Sociais e Humanas: Teoria e prática* (2nd ed.). Edições Almedina, S. A..

Chicco, D., Sichenze, A., & Jurman, G. (2025). A simple guide to the use of Student's t-test, Mann-Whitney U test, Chi-squared test, and Kruskal-Wallis test in biostatistics. *BioData Mining*, *18*(1), Article 56. https://doi.org/10.1186/s13040-025-00465-6

De Amuedo, F. M., Cuenca, A. A., & Coto, G. G. Á. (2026). Learning Science or Learning to Become a Scientist? Effects of Inquiry-based Laboratory Work on Secondary Students' Scientific Learning. *Science Education International*, *37*(2), 188-197.

Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H., & Briggs, D. C. (2012). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 82(3), 300–329. https://doi.org/10.3102/0034654312457206

Gabi, V., Joseph, G., Ausa, A., & Ibrahim, R. (2026). Effect of Inquiry-Based Learning on Academic Performance in Chemistry and Critical Thinking among Secondary Schools Students in Urban and Rural Public Schools in Sokoto State, Nigeria. *Gidan Madi Multi-Disciplinary Journal of Teacher Education (GMMJTE)*, *2*(3), 53-71.

García-Carmona, A. (2020). From Inquiry-Based Science Education to the Approach Based on Scientific Practices: A Critical Analysis and Suggestions for Science Teaching. *Science & Education*, *29*(2), 443–463. https://doi.org/10.1007/s11191-020-00108-8

Gay, L. R., & Mills, G. E. (2019). *Educational research: Competencies for analysis and applications*. (12th ed., p. 442-452). Pearson.

Gomez, M. J. (2025). The Impact of Inquiry-Based Learning in Science Education: A Systematic Review of Student Engagement and Achievement. *Journal of Education, Learning, and Management, 2*(2), 353-363. https://doi.org/10.69739/jelm.v2i2.1143

Gorito, G., & Morais, C. (2026). Empowering Environmental Awareness Through Chemistry: A Science–Technology–Society–Environment-Based Approach to Teaching Acid–Base Reactions in 11th-Grade Science. *Education Sciences*, *16*(1), 38. https://doi.org/10.3390/educsci16010038

Grob, R., Holmeier, M., & Labudde, P. (2017). Formative assessment to support students' competences in inquiry-based science education. *The Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, *11*(2). https://doi.org/10.7771/1541-5015.1673

Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics course. *American Journal of Physics*, *66*(1), 64.

Hanyurwumutima, D., Gakuba, E., & Utetiwabo, W. (2026). Effect of Guided Inquiry-Based Laboratories on Improving Students' Performance in Chemistry Education. *Journal of Research in Education and Pedagogy*, *3*(3), 375–385. https://doi.org/10.70232/jrep.v3i3.185

Instituto de Avaliação Educativa, I. P. (2026). *PISA 2025: Relatório nacional*. EduQA, I. P.

Igboanugo, B. I., & Naiho, O. I. (2024). Effectiveness of inquiry-based chemistry learning on students' attitudes and knowledge of climate change mitigation behaviors. *Journal of Chemical Education*, *101*(8), 3318-3325.https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.4c00367

Jegstad, K. M. (2024). Inquiry-based chemistry education: a systematic review. *Studies in Science Education*, *60*(2), 251–313. https://doi.org/10.1080/03057267.2023.2248436

Jitso, L., & Jantrasee, R. (2026). Implementing model-based inquiry to foster students' generated arguments in chemistry. *Cogent Education*, *13*(1). https://doi.org/10.1080/2331186X.2026.2620193

Karlsen, S., Kersting, M., Ødegaard, M., Olufsen, M., Lill Suhr, M., & Kjærnsli, M. (2025). A comparative study of teachers' conceptualisations and enactment of inquiry-based science education. *International Journal of Science Education*, 1–31. https://doi.org/10.1080/09500693.2025.2547411

Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychologist*, *41*(2), 75–86. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_1

Mann, H. B., & Whitney, D. R. (1947). On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other. *The Annals of Mathematical Statistics, 18*(1), 50–60. https://doi.org/10.1214/aoms/1177730491

Ministério da Educação e Ciência. (2018). *Aprendizagens Essenciais.* Direção-Geral da Educação. Disponível em https://www.dge.mec.pt/aprendizagens-essenciais

Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction-what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, *47*(4), 474–496. https://doi.org/10.1002/tea.20347

Nachar, N. (2008). The Mann-Whitney U: A Test for Assessing Whether Two Independent Samples Come from the Same Distribution. *Tutorials in Quantitative Methods for Psychology*, *4*(1), 13–20. https://doi.org/10.20982/tqmp.04.1.p01

Nguyen, T. T., & Son, P. N. (2025). Enhancing scientific competency in middle school students through inquiry-based learning: A case study on Water in Life. *Journal of Science Education and Technology, 34*(6), 1418–1429. https://doi.org/10.1007/s10956-025-10227-y

Orosz, G., Németh, V., Kovács, L., Somogyi, Z., & Korom, E. (2023). Guided inquiry-based learning in secondary-school chemistry classes: A case study. *Chemistry Education Research and Practice*, *24*(1), 50-70. https://doi.org/10.1039/d2rp00110a

Park, W., & Kim, C.-J. (2026). Exploring the scientific technological citizenship of high school students participating in a board game-based climate change education program. *Discover Education, 5*, Article 241. https://doi.org/10.1007/s44217-026-01269-4

Polanin, J. R., Austin, M., Taylor, J. A., Steingut, R. R., Rodgers, M. A., & Williams, R. (2024). Effects of the 5E Instructional Model: A Systematic Review and Meta-Analysis. *AERA Open*, 10. https://doi.org/10.1177/23328584241269866

Poya, Y. (2026). A sustainability approach to inquiry-based experiential chemistry education in pre-college programs. *RSC Sustainability*, *4*(3), 1606-1614.

Ramnarain, U. (2026). A Systematic Review of Research on the Integration of Real and Virtual Laboratories for Inquiry-Based Learning. *Practical Work in Science Education in the Digital Era: Challenges and Opportunities*, 249-266.

Rindiany, N. A., & Aini, F. Q. (2024). Meta-Analysis: The Guided Inquiry Learning Model´s Effect on Students´ Learning Outcomes in Chemical Learning. *Chimica Didactica Acta*, *12*(2), 79–84. https://doi.org/10.24815/jcd.v12i2.41489

Ruiz-Martín, H., & Bybee, R. W. (2022). The cognitive principles of learning underlying the 5E Model of Instruction. *International Journal of STEM Education*, *9*(1), Article 21. https://doi.org/10.1186/s40594-022-00337-z

Rundgren, C.-J. (2018). Implementation of inquiry-based science education in different countries: some reflections. *Cultural Studies of Science Education*, *13*(2), 607–615. https://doi.org/10.1007/s11422-016-9787-8

Salchegger, S., Wallner-Paschon, C., & Bertsch, C. (2021). Explaining Waldorf students' high motivation but moderate achievement in science: is inquiry-based science education the key? *Large-Scale Assessments in Education*, *9*(1), Article 14. https://doi.org/10.1186/s40536-021-00107-3

Strat, T. T. S., Henriksen, E. K., & Jegstad, K. M. (2024). Inquiry-based science education in science teacher education: a systematic review. *Studies in Science Education*, *60*(2), 191–249. https://doi.org/10.1080/03057267.2023.2207148

Szalay, L., Tóth, Z., Borbás, R., & Füzesi, I. (2025). Effect of guided inquiry on junior high school learners' experimental design skills in solving chemistry problems. *Journal of Turkish Science Education, 22*(3), 584–611. https://doi.org/10.36681/tused.2025.030

Szalay, L., Tóth, Z., Borbás, R., & Füzesi, I. (2024). Progress in developing experimental design skills among junior high school learners. *Journal of Turkish Science Education, 21*(3), 484–511. https://doi.org/10.36681/tused.2024.026

Teplá, M., Distler, P. The impact of long-term inquiry-based science education on students' motivation and knowledge acquisition: the role of gender, subject, and level of inquiry. *Humanit Soc Sci Commun* **12**, 239 (2025). https://doi.org/10.1057/s41599-025-04437-3v

Twizeyimana, E., & Shyiramunda, T. (2026). The Effect of Inquiry-Based Chemistry Laboratory Instruction on Students' Conceptual Understanding: A Meta-Analysis. *Sage Open*, *16*(3). https://doi.org/10.1177/21582440261466348

Wilcoxon, F. (1945). Individual comparisons by ranking methods. *Biometrics Bulletin, 1*(6), 80–83. https://doi.org/10.2307/3001968

Zhang, Z., Ouyang, M., Liang, H., Li, M., Pei, H., Guo, R., ... & Mo, Z. (2026). Reframing Secondary Chemistry Laboratory Instruction: A Critical Review of Pedagogical Aims, Affordances, and Trade-Offs in JCE and CERP Studies, 2016–2025. *Journal of Chemical Education*.

Zhou, Y., Zhou, Y., & Machtmes, K. (2024). Mixed methods integration strategies used in education: *A systematic review. International Journal of Research & Method in Education*, 47(1), 71–90. https://doi.org/10.1177/20597991231217937

Anexos

Anexo 1 – Declaração de consentimento informado

U.PORTO
FACULDADE DE CIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DO PORTO

Declaração de Consentimento Informado

(para alunos menores)

Título do projeto: Aprender Química investigando a qualidade da água: uma abordagem *inquiry* para a educação científica e cidadã no 7.º ano de escolaridade

Descrição do projeto: Os alunos do 7.º ano irão investigar sobre as técnicas de separação de misturas e aplicar, no laboratório, essas técnicas, fazendo a ligação ao tratamento de águas de consumo. Os alunos responderão a um inquérito e participarão em entrevistas. O objetivo é que os alunos aprendam de forma mais significativa, reconheçam a importância da Química na garantia da qualidade da água de consumo e se envolvam com mais interesse nas atividades letivas. Esta investigação será desenvolvida no âmbito do Mestrado em Ensino e Divulgação das Ciências da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

Nome do investigador principal: Joana Pontes Rebelo

Orientador/coorientadores científicos: Professora Doutora Carla Morais

Contactos do investigador principal: uc2002119150@student.uc.pt ou joanaprebelo@gmail.com

Eu, _____, encarregado de educação abaixo assinado, declaro que:

1. Autorizo a participação do meu educando _____no projeto acima referido.

2. Compreendi as informações contidas neste documento, bem como as eventuais informações verbais que me foram transmitidas pelo investigador acima referido, sobre o projeto supracitado.

3. Compreendi que a participação do meu educando no projeto mencionado incluirá o preenchimento de um questionário e participação numa entrevista, conduzidos pela investigadora principal.

4. Compreendi que a participação do meu educando é voluntária e que este poderá desistir a qualquer momento da sua participação neste projeto, sem indicar o motivo.

5. Percebi que os dados recolhidos serão tratados pelas investigadoras, sendo garantido o anonimato para o exterior.

6. Entendi que as investigadoras irão armazenar todas as informações e dados recolhidos de forma segura e confidencial, respeitando o Regulamento Geral de Proteção de Dados, e que os dados serão utilizados exclusivamente para fins do projeto em causa. Toda a informação gerada pelos instrumentos de trabalho será limitada apenas à investigadora e à orientadora. Os registos de áudio das entrevistas serão devidamente encriptados e armazenados numa conta institucional da Universidade do Porto e o acesso às gravações estará limitado apenas à investigadora e à orientadora. As gravações serão destruídas após a correspondente análise e transcrição anonimizada.

O encarregado de educação: _____ Data: __/ __/ _____	O investigador principal: _____ Data: __/ __/ _____

Anexo 2 – Declaração de assentimento informado

U.PORTO
FACULDADE DE CIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DO PORTO

Declaração de Assentimento Informado

(de alunos menores)

Título do projeto: Aprender Química investigando a qualidade da água: uma abordagem *inquiry* para a educação científica e cidadã no 7.º ano de escolaridade

Enquadramento: Sequência pedagógica de ensino por investigação, no âmbito do projeto de investigação supra indicado, desenvolvido no âmbito do Mestrado em Ensino e Divulgação das Ciências da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

Nome do investigador principal: Joana Pontes Rebelo

Orientador/coorientadores científicos: Professora Doutora Carla Morais

Contactos do investigador principal: uc2002119150@student.uc.pt ou joanaprebelo@gmail.com

Eu, _____abaixo-assinado, aceito participar neste projeto, sabendo que é garantido o anonimato para o exterior, a confidencialidade no tratamento dos dados assim como a proteção e segurança dos dados dos intervenientes. Compreendo que a minha participação é voluntaria e anónima. Sei que posso desistir a qualquer momento da participação neste projeto, sem indicar o motivo.

O aluno:

_____

Data: __/ __/ _____

O investigador principal:

_____

Data: __/ __/ _____

Anexo 3 – Notícias analisadas no grupo experimental



AMBIENTE

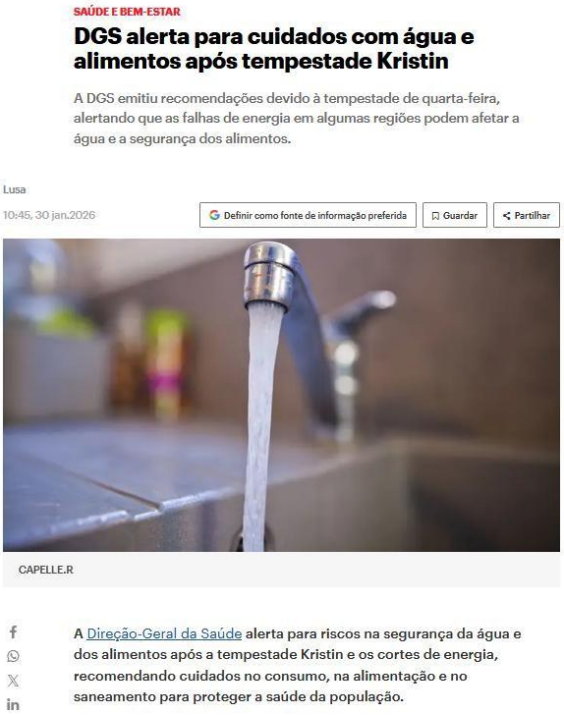
Há um icebergue de gordura de 100 toneladas nos esgotos de Londres

Em Dezembro e Janeiro, regista-se um aumento de entupimentos com gorduras e óleos provenientes de refeições festivas deitadas pelos ralos, que criam estes "monstros" nas canalizações.

Laura Ferreira
26 de Dezembro de 2025, 20:33

A massa de gorduras, óleos e resíduos solidificados tem cerca de cem metros de comprimento THAMES WATER

https://www.publico.pt/2025/12/26/azul/noticia/ha-icebergue-gordura-100-toneladas-esgotos-londres-2159308



SAÚDE E BEM-ESTAR

DGS alerta para cuidados com água e alimentos após tempestade Kristin

A DGS emitiu recomendações devido à tempestade de quarta-feira, alertando que as falhas de energia em algumas regiões podem afetar a água e a segurança dos alimentos.

Lusa
10:45, 30 jan.2026

CAPELLE.R

A Direção-Geral da Saúde alerta para riscos na segurança da água e dos alimentos após a tempestade Kristin e os cortes de energia, recomendando cuidados no consumo, na alimentação e no saneamento para proteger a saúde da população.

https://sicnoticias.pt/saude-e-bem-estar/2026-01-30-dgs-alerta-para-cuidados-com-agua-e-alimentos-apos-tempestade-kristin-30c511c9

Anexo 4 – Pré e pós-teste

Aprender Química investigando a qualidade da água:
uma abordagem *inquiry* para a educação científica e cidadã no 7.º ano de escolaridade

Instrumento: Pré e pós-teste
Código: _____

1 – A água da torneira é uma substância ou uma mistura de substâncias? Justifica a tua resposta.

2 – Qual a mistura que contém dois líquidos que não se misturam?
a) água e vinagre
b) álcool etílico e acetona
c) água e óleo alimentar
d) óleo alimentar e azeite

3 – Podemos deitar todo o tipo de resíduos no lavatório, incluindo molhos, gorduras e restos de comida.

1	2	3	4	5
Discordo totalmente	Discordo	Sem opinião	Concordo	Concordo totalmente

4 – Que técnicas de separação achas que se encontram numa estação de tratamento de água de consumo?
a) destilação
b) filtração
c) decantação
d) separação magnética
e) centrifugação
f) cromatografia
g) ebulição do solvente
h) peneiração
i) dissolução seletiva

5 – Considera uma mistura de areia e solução aquosa de cloreto de sódio. Qual é a técnica que permite separar a areia da solução aquosa?
a) Destilação
b) Decantação
c) Sublimação

6 – Existem à venda garrafas que purificam a água, impedindo que micro-organismos ou outros componentes em suspensão passem para a água que bebemos. Que técnica de separação está presente na garrafa purificadora?

a) Centrifugação
b) Decantação
c) Filtração

7 – Podemos deitar todo o tipo de resíduos na sanita, incluindo rolos de papel, fraldas, cabelos e restos de comida.

1	2	3	4	5
Discordo totalmente	Discordo	Sem opinião	Concordo	Concordo totalmente

8 – Na gradagem, o primeiro tratamento das águas numa estação, os objetos de maiores dimensões como ramos, folhas e lixo ficam retidos em grades, por onde a água é forçada a passar. Qual é a técnica que corresponde à gradagem?

a) Filtração
b) Decantação
c) Centrifugação

9 – Qual das ciências pensas que contribui mais para a resolução de problemas relacionados com o tratamento da água da torneira? Justifica a tua resposta.

a) Geologia
b) Física
c) Biologia
d) Química

Bom trabalho!

Anexo 5 – Rubricas de avaliação

Instrumento: Rubricas de avaliação

Rubrica 1 - Avaliação da prática

Critérios	Ponderação	4 Muito Bom	3 Bom	2 Suficiente	1 Insuficiente	Total
Pertinência da mistura proposta	20	A mistura proposta é exemplificativa de uma água proveniente do consumo humano e tem quatro ou mais componentes para separar.	A mistura proposta é exemplificativa de uma água proveniente do consumo humano e tem três componentes para separar.	A mistura proposta é pouco exemplificativa de uma água proveniente do consumo humano e tem três componentes para separar.	A mistura proposta é pouco exemplificativa de uma água proveniente do consumo humano e dois componentes para separar.	/20
Adequação das técnicas de separação e da sequência proposta	20	As técnicas são adequadas e a sequência permite separar com sucesso os componentes da mistura com o mínimo de etapas.	As técnicas são adequadas e a sequência permite separar todos os componentes da mistura, embora não com o mínimo de etapas.	As técnicas propostas são adequadas mas a sequência proposta não permite separar com sucesso todos os componentes da mistura.	As técnicas propostas são, em parte, adequadas mas a sequência proposta não permite separar os componentes da mistura.	/20
Destreza e cumprimento das regras de laboratório	20	Manipula corretamente os materiais e cumpre todas as regras do laboratório.	Manipula com falhas pontuais os materiais e cumpre todas as regras do laboratório.	Manipula incorretamente os materiais e cumpre todas as regras do laboratório.	Manipula incorretamente os materiais e não cumpre todas as regras do laboratório.	/20
Cooperação	20	Partilha ideias e ouve sempre os colegas, trabalhando consistentemente para o bom funcionamento do grupo.	Partilha algumas ideias e ouve quase sempre os colegas, trabalhando para o bom funcionamento do grupo.	Partilha poucas ou nenhumas ideias, ouvindo poucas vezes os colegas.	Partilha poucas ou nenhumas ideias, não ouvindo os colegas.	/20
Resolução de problemas	20	Identifica os problemas e discute as possíveis soluções, contribuindo ativamente para a resolução desses problemas.	Identifica alguns dos problemas e discute algumas das possíveis soluções, contribuindo para a resolução desses problemas.	Identifica alguns dos problemas mas discute pouco as possíveis soluções, contribuindo pouco para a resolução desses problemas.	Não identifica os problemas nem discute as possíveis soluções, não contribuindo para a resolução desses problemas.	/20
					TOTAL	/100

Rubrica 2 - Avaliação da apresentação das observações, dos resultados e conclusões da atividade prática

Critérios	Ponderação	4 Muito Bom	3 Bom	2 Suficiente	1 Insuficiente	Total
Observações	20	Regista com rigor científico e de forma organizada todos os dados e resultados experimentais.	Regista com falhas pontuais ao nível do rigor científico e/ou na organização, a maioria dos dados e resultados experimentais.	Regista os dados e os resultados das atividades laboratoriais e experimentais, apenas com a ajuda do professor	Regista os dados e os resultados das atividades laboratoriais e experimentais, de forma incorreta.	/20
Resultados e conclusões	20	Analisa criticamente os resultados e estabelece conclusões de forma coerente.	Analisa criticamente os resultados mas não estabelece todas as conclusões de forma coerente.	Apresenta falhas pontuais na análise dos resultados e nas conclusões.	Faz a análise dos resultados de forma incorreta, não tirando conclusões.	/20
Discussão	20	Avalia de forma aprofundada a adequação da atividade experimental, aponta pontos fortes e fracos e dá várias sugestões de melhoria.	Avalia de forma pouco aprofundada a adequação da atividade experimental, aponta pontos fortes e fracos e dá uma sugestão de melhoria.	Avalia de forma superficial a adequação da atividade experimental, aponta só pontos fortes ou fracos e dá apenas uma sugestão de melhoria.	Avalia de forma superficial a adequação da atividade experimental, não aponta pontos fortes ou fracos nem sugestão de melhoria.	/20
Correção científica e de linguagem	20	Usa linguagem científica adequada, isenta e de erros de ortografia, sintaxe e pontuação.	Usa linguagem científica com poucas falhas e poucos erros de ortografia, sintaxe e pontuação, que não comprometem a compreensão da informação.	Usa linguagem científica com algumas falhas, erros de ortografia, sintaxe e pontuação, que não comprometem a compreensão da informação.	Usa linguagem científica com bastantes falhas, erros de ortografia, sintaxe e pontuação, comprometendo a compreensão da informação.	/20
Responsabilidade	20	Envolve-se ativamente em todas as tarefas, demonstrando um conhecimento aprofundado dos conteúdos e respeitando os prazos estipulados.	Envolve-se ativamente em quase todas as tarefas, demonstrando um bom conhecimento dos conteúdos e respeitando os prazos estipulados.	Envolve-se parcialmente nas tarefas, demonstrando um conhecimento aceitável dos conteúdos e respeitando quase todos os prazos estipulados.	Envolve-se pouco ou muito pouco nas tarefas, demonstrando fraco conhecimento dos conteúdos e não respeitando os prazos estipulados.	/20
					TOTAL	/100

Anexo 6 – Guião da entrevista semiestruturada

Instrumento: Guião da entrevista semiestruturada

Dimensão: Relação entre a Química e o tratamento de águas

Q1 – Consegues explicar por palavras tuas como é tratada a água de consumo?

Q2 – Sabes dar alguns exemplos de locais onde se tratam as águas de consumo?

Q3 – Sabes dar alguns exemplos de técnicas laboratoriais de química que existem nas estações de tratamento de água?

Dimensão: Comportamento

Q4 – Consideras que o tratamento das águas de consumo é importante? Porquê?

Q5 – Dá alguns exemplos de comportamentos que trazem problemas ao tratamento das águas de consumo.

Q6 – Mudarás algum comportamento depois das atividades que realizaste nestas aulas de Físico-Química? Qual?

Dimensão: Avaliação das atividades

Q7 – Consideras que foi importante participar nas atividades? Porquê?

Q8 – Qual das atividades gostaste mais de realizar? Porquê?

Q9 – Alguma das atividades te fez mudar de opinião em relação à importância da Química na qualidade da água de consumo? Qual?

Q10 – O que mudarias nas atividades que realizaste? Porquê?

Anexo 7 – Transcrição das entrevistas semiestruturadas aos alunos do grupo experimental

Transcrição das entrevistas

ENTREVISTA 1 (Duração: 5 min)

Questão	Transcrição das respostas às questões do guião de entrevista
Q4	**Investigadora:** *Então, bom dia e obrigada por responderem estas perguntas (…). Consideras que o tratamento das águas de consumo é importante? [Nome do aluno A1], o que é que tu achas?* **Aluno A1** *Sim, porque o tratamento de água nos ajuda, tipo… sem ele, nós certamente teríamos algumas doenças, como é óbvio, por isso…* **Investigadora:** *Exemplos das doenças, consegues dizer?* **Aluno A1** *Acho que não.* **Investigadora:** *E tu, [nome do aluno A2], o que é que achas?* **Aluno A2** *Sim, é importante porque torna seguro para o consumo e prevenir doenças.* **Investigadora:** *Ok. E doenças, consegues dizer algumas doenças que nós podemos ter?* **Aluno A2** *Não. Faz mal.*
Q5	**Investigadora:** *(…) Dá alguns exemplos de comportamentos que trazem problemas ao tratamento das águas de consumo.* **Aluno A1** *Acho que a poluição, por exemplo, porque dificulta o tratamento.* **Investigadora:** *Ok. Dificulta como? Consegues-me dizer mais aprofundadamente?* **Aluno A1** *Porque com a poluição fica mais difícil, por assim dizer… vai haver mais coisas para fazer em vez do normal, por exemplo.* **Investigadora:** *E tu, [nome do aluno A2]?* ***Aluno A2*** *Os exemplos são deitar lixos óbvios e produtos químicos, que podem dificultar o tratamento das águas.*
Q6	**Investigadora:** *Ok. E agora, mudarás algum comportamento depois das atividades que realizaste nas aulas de Física ou Química? O que é que achas, [nome do aluno A1]?*

	Aluno A1 *Sim.* **Investigadora:** *Que comportamentos?* **Aluno A1** *Vou utilizar a água de uma forma, tipo... mais económica. Com o tratamento de água, porque um dia, tipo, a água vai acabar e eu sei disso, e também o tratamento pode acabar por acontecer alguma coisa e sem isso vai ficar mais… tipo… vai acabar por ficar mais difícil ter o consumo de água que é tão importante para nós.* **Investigadora:** *E tu [nome do aluno A2], mudarás algum comportamento?* **Aluno A2** *Sim, porque eu vou evitar desperdiçar água e não vou deitar mais lixos.* **Investigadora:** *Ok. E deitavas lixos na água, era? E que tipo de lixos é que tu deitavas?* **Aluno A2** *Por exemplo, pode dizer... pode dizer… essas coisas.*
Q7	**Investigadora:** *(…) Consideras que foi importante participar nas atividades, [nome do aluno A1]?* **Aluno A1** *Sim.* **Investigadora:** *Porquê?* **Aluno A1** *Porque conseguimos perceber mais sobre a água.* **Investigadora:** *Sobre a água, como?* **Aluno A1** *Tipo, como ela é tratada e como, tipo... nós, qual é o tipo de necessidade que nós temos de água.* **Investigadora:** *(…) E tu, [nome do aluno A2], consideras que foi importante participar nas atividades?* **Aluno A2** *Eu acho que foi importante porque eu aprendi como a água é tratada.*
Q8	**Investigadora:** *(…) Qual das atividades gostaste mais de realizar, [nome do aluno A1]?* **Aluno A1** *Acho que foi a experiência no laboratório.* **Investigadora:** *Ok, ok…* **Aluno A1** *Foi divertido e também... aprendemos muito sobre água, só que na prática, desta vez.*

	Investigadora: *Na prática, certo, a fazer, não é? Mesmo a fazer as coisas.* *E tu, [nome do aluno A2]?* **Aluno A2** *Eu gostei mais da atividade da separação de misturas, porque foi interessante misturar e separar os componentes, na prática.*
Q9	**Investigadora:** *(…) E agora, alguma das atividades te fez mudar de opinião em relação à importância da Química na qualidade de água de consumo?* **Aluno A1** *Sim. Sim, a do laboratório.* **Investigadora:** *A do laboratório, ok. E tu, [nome do aluno A2]?* **Aluno A2** *Também a do laboratório.* **Investigadora:** *Ok, também a do laboratório (…).*
Q10	**Investigadora:** *O que mudarias nas atividades que realizaste?* **Aluno A1** *Nada.* **Investigadora:** *Nada?* **Aluno A1** *Porque foi o que mais fez aprender e eu não tenho nenhuma ideia de como faria para aprender mais.* **Investigadora:** *E tu, [nome do aluno A2]?* **Aluno A2** *Não mudaria nada porque as atividades foram interessantes. Ajudaram-me a aprender melhor os conteúdos na prática.*
Q1	**Investigadora:** *(…) Consegues explicar por palavras tuas, assim, de forma muito resumida, como é tratada a água de consumo? [nome do aluno A1], consegues?* **Aluno A1** *Água de consumo é tipo água de... que é tratada especificamente para nós bebermos, para nós usarmos.* **Investigadora:** *E tu, [nome do aluno A2]? Consegue explicar por palavras tuas como é tratada a água de consumo?*

	Aluno A2 *A água de consumo é tratada numa estação de tratamento. Primeiro são retiradas as impurezas, depois a água é filtrada e desinfetada para eliminar os micro-organismos.*
Q2	**Investigadora:** *(…) E sabes dar alguns exemplos locais onde se tratam as águas de consumo, [nome do aluno A1]?* **Aluno A1** *Sim, na ETAR.* **Investigadora:** *Ok, e tu, [nome do aluno A2], sabes dar os exemplos?* **Aluno A2** *No concelho de (…)?* **Investigadora:** *Ok, no concelho de (…).*
Q3	**Investigadora:** *E sabes dar alguns exemplos de técnicas laboratoriais de Química…?* **Aluno A1** *Centrifugação, filtração e decantação, por exemplo.* **Investigadora:** *E tu, [nome do aluno A2], sabes dar algum exemplo?* **Aluno A2** *Medição de cloro. Medição de cloro, mais… e analises da dureza da água.* **Investigadora:** *Ok, muito bem. Pronto, muito bem, obrigada pela vossa colaboração.*

ENTREVISTA 2 (7 min)

Questão	Transcrição das respostas às questões do guião de entrevista
Q4	**Investigadora:** *Bom dia, (…). Obrigada por fazerem esta entrevista. Então vou começar aqui pelo [Nome do aluno A3]. Consideras que o tratamento das águas de consumo é importante?* **Aluno A3** *Sim, porque a água é muito importante, não é? Potável para nós bebermos e que pode nos trazer doenças se não for tratada.* **Investigadora:** *Ok. E que tipo de doenças é que pode trazer? Tens alguma ideia?* **Aluno A3** *Ah…* **Investigadora:** *Lembras-te, assim, de algumas?* **Aluno A3** *Não, não lembro… diarreias, talvez…* **Investigadora:** *Diarreias, ok. E tu [nome do aluno A4] consideras que o tratamento das águas de consumo é importante?* **Aluno A4** *Sim, porque a água é muito preciosa para a gente, porque sem a água a gente não sobrevive, porque a gente pode ter doenças como a pedra no rim, e se a gente não tivesse água a gente teria morrido de sede, e se a gente bebesse a água do oceano seria ruim, porque vários animais podem estar mortos ou vivos fazendo coisas lá, e a gente não pode beber água que não seja potável para nós humanos beber.*
Q5	**Investigadora:** *(…) Dá alguns exemplos de comportamentos que trazem problemas ao tratamento das águas de consumo. Exemplos de comportamentos que trazem problemas ao tratamento das águas de consumo. Queres dizer, [nome do aluno A3]?* **Aluno A3** *Deitar lixo à água…* **Aluno A4** *Poluição…* **Aluno A3** *Não fazer os processos… a dissolução… e é isso.* **Investigadora:** *E tu, [nome do aluno A4], exemplos de comportamentos que trazem problemas ao tratamento das águas de consumo?* **Aluno A4** *Poluição ambiental, jogar resíduos tóxicos na água…*

	Investigadora: *Mais…* **Aluno A4** *E também é só isso.*
Q6	**Investigadora:** *(…) Mudarás algum comportamento depois das atividades que realizaste nas aulas de Físico-Química, [nome do aluno A3]? Qual?* **Aluno A3** *Sim, que seria gastar menos água quando estiver a utilizar, usar com mais cuidado, e acho que só. Se estiver poluída também usar os processos para separar os resíduos.* **Investigadora:** *E tu, [nome do aluno A4]?* **Aluno A4** *É isso que (…) disse.* **Investigadora:** *Mas tu mudavas algum comportamento? Alguma coisa que fizesses antes que agora não faças por causa destas atividades?* **Aluno A4** *Eu nunca fui desperdiçar nada de água.* **Investigadora:** *E também não deitavas nada? Óleos e assim?* **Aluno A4** *Não.* **Investigadora:** *(…) Também não, [nome do aluno A1]?* **Aluno A3** *Não.*
Q7	**Investigadora:** *(…) Consideras que foi importante participar nas atividades, [nome do aluno A3]? Porquê?* **Aluno A3** *Sim, porque agora eu aprendi muita coisa, né? Sobre tratamentos, coisas que eu não sabia e que no futuro posso utilizar e ensinar também para outras pessoas.* **Investigadora:** *(…) E tu, [nome do aluno A4]? Consideras que foi importante participar nas atividades?* **Aluno A4** *Sim. Sim, que eu possa aprender novas coisas que eu não sabia e como lidar com as coisas.*
Q8	**Investigadora:** *(…) E olha, [nome do aluno A3], qual das atividades gostaste mais de realizar?* **Aluno A3** *Acho que foi a das separações.* **Investigadora:** *Do laboratório?* **Aluno A3** *Do laboratório, sim, (…).*

	Investigadora: *E tu, [nome do aluno A4]?* **Aluno A4** *Eu também gostei mais das separações e também da... sim. Quando eu juntava e dava outra coisa, coisa química. Sim. Transformações químicas.* **Investigadora:** *Ah, transformações químicas. Mas, nas atividades relacionadas com o tratamento das águas, que atividade gostaste de mais realizar?* **Aluno A4** *Era quando a gente estava...* **Investigadora:** *Lembras-te do que é que nós fizemos?* **Aluno A4** *Não.* **Investigadora:** *(…) Queres dizer, [nome do aluno A3], lembras-te do que é que nós fizemos?* **Aluno A3** *Fizemos as separações para a água ficar potável e adequada para nós bebermos.* **Investigadora:** *Isso, isso. E depois fizeram um póster…* **Aluno A3** *Sim.* **Investigadora:** *E apresentaram. Qual destas atividades é que gostaste mais, [nome do aluno A4]?* **Aluno A4** *Fazer um póster.*
Q9	**Investigadora:** *(…) Alguma das atividades te fez mudar de opinião em relação à importância da Química na qualidade da água de consumo? Ou seja, alguma das atividades que vocês fizeram vos fez mudar a opinião em relação à importância da Química no tratamento da água, na qualidade da água de consumo, [nome do aluno A3]?* **Aluno A3** *Sim, porque pensava que era só pôr um filtro e acabou. Agora sei que tem vários processos, que a água passa, antes de vir à nossa cozinha.* **Investigadora:** *E a importância da Química como ciência nesse processo?* **Aluno A3** *É grande, porque são os processos da Química que nós utilizamos para fazer as separações para a água ser potável.* **Investigadora:** *E tu, [nome do aluno A4]?* **Aluno A4** *Foi quase a mesma coisa que (…) disse, porque a gente tem que fazer várias soluções para a água ficar potável para a gente. Então, fez-me mudar de opinião, que era só... É a mesma coisa que o [nome do aluno A3] disse, totalmente.*

	Investigadora: *(…) E a importância da Química? Já tinhas pensado na importância da Química, na qualidade da água? (…)* **Aluno A4** *Não. Não.* **Investigadora:** *E depois destas atividades, mudaste a opinião em relação à importância da Química?* **A4** *Sim.*
Q10	**Investigadora:** *(…) E o que mudarias nas atividades que realizaste, [nome do aluno A3]?* **Aluno A3** *Eu acho que antes de fazer a separação magnética para separar a areia do íman, primeiro fazer uma secagem para separar mais facilmente.* **Investigadora:** *(…). E tu, [nome do aluno A4]? Mudavas alguma atividade que realizaste?* **Aluno A4** *Não.*
Q1	**Investigadora:** *(…) Consegues explicar por palavras tuas, de forma muito resumida, como é tratada uma água de consumo? A água de consumo, como é que ela é tratada, consegues explicar?* **Aluno A3** *É tratada depois de vários processos químicos que é feito nas estações de tratamento de água.* **Investigadora:** *(…) E tu, [nome do aluno A4], sabes explicar por palavras tuas?* **Aluno A4** *Não.*
Q2	**Investigadora:** *(…) E sabes dar alguns exemplos de locais onde se tratam as águas de consumo, [nome do aluno A3]?* **Aluno A3** *Na ETAR.* **Investigadora:** *E tu, [nome do aluno A4], sabes dar alguns exemplos?* **Aluno A4** *Na ETAR.*
Q3	**Investigadora:** *(…) Sabes dar alguns exemplos de técnicas laboratoriais da química, processos laboratoriais, que existem nas estações de tratamento de água? Consegues dar alguns exemplos?* **Aluno A3** *Filtração, dissolução seletiva e separação magnética.* **Investigadora:** *E tu, [nome do aluno A4], consegues dizer alguns exemplos?* **Aluno A4** *A filtração. Vou repetir a mesma coisa que (…), que é a filtração.*

	Investigadora: *Não te lembras mais de nenhuma?* **Aluno A4** *Não.(…)* **Investigadora:** (…) Obrigada pela vossa participação.

ENTREVISTA 3 (7 min)

Questão	Transcrição das respostas às questões do guião de entrevista
Q4	**Investigadora:** *Bom dia (…). Consideras que o tratamento das águas de consumo é importante, [nome do aluno A5]? Porquê?* **Aluno A5** *Eu considero que o tratamento da água é importante porque nós devemos consumir e utilizar a água limpa.* **Investigadora:** *E porquê é que é importante utilizar a água limpa, consegues-me dizer?* **Aluno A5** *Para a nossa saúde e o nosso bem-estar.* **Investigadora:** *(…) E tu [nome do aluno A6], consideras que o tratamento das águas de consumo é importante? É importante tratar as águas, [nome do aluno A6], e porquê?* **Aluno A6** *Para a nossa saúde, para nos fazer bem e muito mais coisas.*
Q5	**Investigadora:** *(…) [nome do aluno A5], dás alguns exemplos de comportamentos que trazem problemas ao tratamento das águas de consumo?* **Aluno A5** *Deitar restos de comida, em geral, como o óleo.* **Investigadora:** *Ok…* **Aluno A5** *Deitar toalhetes húmidos ou remédios na sanita e alguns fertilizantes podem fazer mal também.* **Investigadora:** *(…) E tu, sabes dar alguns exemplos de comportamentos que trazem problemas ao tratamento das águas? Que tornam mais difícil o tratamento das águas?* **Aluno A6** *Sim, sim. Deitar, restos de comidas, jogar lixos no mar, sujar as ruas e mais coisas.*
Q6	**Investigadora:** *(…) Mudarás algum comportamento depois das atividades que realizaste nessas aulas de Físico-Química, [nome do aluno A5]? Mudavas algum comportamento que tinhas antes?* **Aluno A5** *Eu acho que não.* **Investigadora:** *(…) Já tinhas um bom comportamento em relação às águas? Já não deitavas nada para o lixo, pela pia abaixo, etc…? (…)*

	Aluno A5 *Sim.* **Investigadora:** *E tu, [nome do aluno A6], mudarás algum comportamento?* *Não? Já tinhas um bom comportamento em relação à água? Já tratavas bem a água, não é?* **Aluno A6** *Já, já.*
Q7	**Investigadora:** *Consideras que foi importante participar nas atividades, [nome do aluno A5]?* **Aluno A5** *Eu considero que foi importante participar nas atividades, pois passei a compreender as matérias e materiais de forma mais lúdica, ou seja, sem estar sempre a ler do manual e a fazer, assim, atividades mais práticas.* **Investigadora:** *(…) E tu, [nome do aluno A6], consideras que foi importante participar nas atividades?* **Aluno A6** *Sim.* **Investigadora:** *Sim, porquê?* **Aluno A6** *Porque aprendi mais coisas, sobre mais coisas e…* **Investigadora:** *Coisas sobre o quê?* **Aluno A6** *Sobre as águas, a função química, essas coisas assim.*
Q8	**Investigadora:** *(…) E qual das atividades gostaste de mais realizar, [nome do aluno A5]? Porquê?* **Aluno A5** *Acho que a separação de impurezas…* **Investigadora:** *Ok, isso quer dizer o quê? (…) Lembras-te da atividade para separar as impurezas?* **Aluno A5** *Eu lembro mais ou menos…que nós pegámos azeite, sim, depois fomos pegar pedras pequenas… separámos com vareta… vareta, pronto.* **Investigadora:** *Ok… Misturaram com a vareta, não é…?* **Aluno A5** *Sim. E foi divertido também fazer o cartaz, por isso que eu gostei.* **Investigadora:** *(…) E tu [nome do aluno A6], o que é que gostaste mais das atividades que fizeste?* **Aluno A6** *Essas atividades, também.* **Investigadora:** *Qual delas?*

	Aluno A6 *Misturas de...* **Investigadora:** *Misturas…?* **Aluno A6** *Sim.* **Investigadora:** *De...?* **Aluno A6** *Separação de impurezas.* **Investigadora:** *Misturar e depois separá-las, foi o que gostaste mais de fazer?* **Aluno A6** *Sim.*
Q9	**Investigadora:** *(…) Alguma das atividades te fez mudar de opinião em relação à importância da química na qualidade da água de consumo, [nome do aluno A5]?* **Aluno A5** *Eu acho que não, a minha opinião é muito parecida com a que vemos nas aulas.* **Investigadora:** *Mas antes das aulas, antes das atividades, tinhas alguma ideia sobre a importância da Química?* **Aluno A5** *Não.* **Investigadora:** *E depois das aulas, tens alguma ideia sobre a importância da Química?* **Aluno A5** *Sim.* **Investigadora:** *E achas o quê? Que é importante, é pouco importante?* **Aluno A5** *Eu acho que é importante, porque são coisas que eu acho que toda a gente já sabia, porém nós nos aprofundámos mais nisso.* **Investigadora:** *E qual é que foi a atividade que te chamou mais a atenção para a importância da Química, sabes-me dizer?* **Aluno A5** *Ah…* **Investigadora:** *Das atividades que fizeste, qual foi a que te chamou mais a atenção, (…) para a Química ser importante no tratamento das águas?* **Aluno A5** *Não sei.* **Investigadora:** *(…) Sabes dizer, [nome do aluno A6]?* **Aluno A6** *Acho que foi as misturas de...*

	Investigadora: *Das daqueles materiais, não é?* **Aluno A6** *Sim.* **Investigadora:** *Que vocês misturaram?* **Aluno A6** *Sim.* **Investigadora:** *Isso fez-te pensar que a Química...* **Aluno A6** *É.* **Investigadora:** *É o quê?* **Aluno A6** *É muito importante.* **Investigadora:** *É muito importante no tratamento das águas?* **Aluno A6** *Sim.*
Q10	**Investigadora:** *(…) O que mudarias nas atividades que realizaste, [nome do aluno A5]?* **Aluno A5** *Eu não mudaria nas atividades em si, mas eu acho que poderíamos fazer mais vezes essas atividades.* **Investigadora:** Ok, ok… **Aluno A5** *É isso.* **Investigadora:** *É isso? Precisavas fazer mais vezes as atividades, não é?* *Mas em relação àquelas que fizeste, o tratamento das águas... mudavas alguma atividade, alguma coisa que gostasses de melhorar?* **Aluno A5** *Acho que não.* **Investigadora:** *(…) E tu, [nome do aluno A6]?* **Aluno A6** *Eu também não mudaria nada.* **Investigadora:** *Não mudavas nada, não alteravas nada?* **Aluno A6** *Não.*
Q1	**Investigadora:** (…) *Consegues explicar por palavras tuas como é tratada a água de consumo, assim por palavras tuas, uma forma simples, [nome do aluno A5]?* **Aluno A5** *Pela estação de tratamento de água.* **Investigadora:** *E como é que é tratada? Lembras-te, mais ou menos?*

	Aluno A5 *De alguns passos? Filtração, decantação e a medição do pH.* **Investigadora:** *E tu sabes, consegues-me dizer, como é que é tratada a água de consumo, assim de uma forma simples... (…) [nome do aluno A6]? Por palavras tuas… Não? Não, não faz mal.*
Q2	**Investigadora:** *(…) Sabes dar alguns exemplos, [nome do aluno A5], de locais onde se tratam as águas de consumo? Locais onde se tratam as águas de consumo, sabes-me dar algum exemplo?* **Aluno A5** *Estação de tratamento da água.* **Investigadora:** *Ok, estação de tratamento da água. E tu, [nome do aluno A6], sabes dar algum exemplo?* **Aluno A6** *Também.* **Investigadora:** *Também? Consegues dizer?* **Aluno A6** *Isso que (…) falou. Isso que (…) falou.*
Q3	**Investigadora:** *Está bem. Olha, e,* ***[nome do aluno A5]****, sabes dar alguns exemplos de técnicas laboratoriais de química?* **Aluno A5** *Atividades químicas, não é?* **Investigadora:** *Que se fazem no laboratório, que existem nas estações de tratamento de águas, isso.* **Aluno A5** *(…) Filtração, decantação e a medição do pH.* **Investigadora:** *Ok, muito bem. E tu,* ***[nome do aluno A6]****, sabes dar alguns exemplos de técnicas laboratoriais de Química?* **Aluno A6** *Sim.* **Investigadora:** *Que se usa no tratamento das águas?* Então, diz-me. **Aluno A6** *Decantação, filtração…* **Investigadora:** *Ok. E lembras-te dessas, não é?* **Aluno A6** *Sim.* **Investigadora:** *(…) Obrigada pela vossa colaboração.*

Anexo 8 – Parecer da Comissão de Ética da FCUP

U.PORTO
FACULDADE DE CIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DO PORTO

Comissão de Ética

Parecer

Ref.: Proc. CE2026/p647893

Relativamente ao pedido de parecer requerido por Joana Pontes Rebelo no âmbito do projeto intitulado "Aprender Química investigando a qualidade da água: uma abordagem inquiry para a educação científica e cidadã no 7.º ano de escolaridade", a Comissão de Ética nada tem a opor à realização desse projeto, uma vez que estão garantidos o anonimato para o exterior, a confidencialidade no tratamento dos dados recolhidos, o consentimento informado dos encarregados de educação/tutores responsáveis pelos alunos menores de idade e o assentimento informado desses mesmos alunos participantes no projeto.

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, 18 de março de 2026

O Presidente da Comissão de Ética

Assinado por: **João José de Faria Graça Afonso Lima**
Num. de Identificação: 07103810
Data: 2026.03.18 09:58:30+00'00'