

Ensino orientado para a aprendizagem por investigação através de trabalho prático: explorar a osmose com alunos do 10.º ano de escolaridade

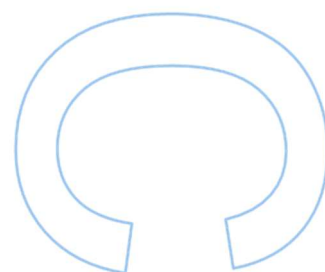
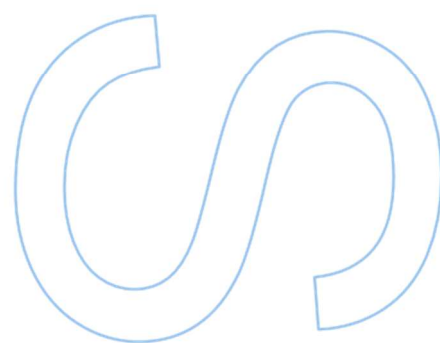
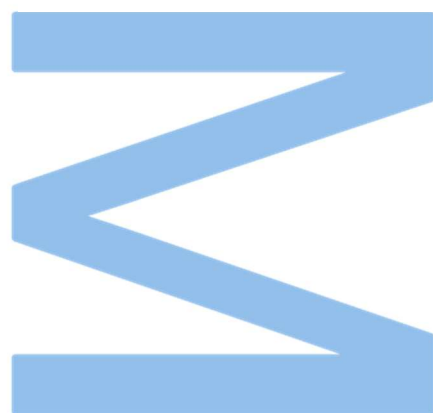
Daniela Filipa da Cunha Pinto

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

Unidade de Ensino das Ciências

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

2025



Ensino orientado para aprendizagem por investigação através de trabalho prático: explorar a osmose com alunos do 10.º ano de escolaridade

Daniela Filipa da Cunha Pinto

Relatório de Estágio realizado no âmbito do Mestrado em
Ensino de Biologia e de Geologia no 3.º Ciclo do Ensino
Básico e no Ensino Secundário

Unidade de Ensino das Ciências
2025

Orientadora

Cecília Guerra, Professora Auxiliar, Faculdade de Ciências da
Universidade do Porto

“Não consideres nenhuma prática como imutável. Muda e está pronto a mudar novamente. Não aceites a verdade eterna. Experimenta.”

(B. F. Skinner)

Agradecimentos

Um agradecimento à minha Orientadora, Professora Doutora Cecília Guerra, da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, pela sua orientação especializada, apoio constante e pelos contributos valiosos para a realização deste trabalho.

Agradeço também à Faculdade de Ciências da Universidade do Porto e aos seus Docentes, pela minha formação académica ao longo do Mestrado de Ensino, em particular à Professora Doutora Clara Vasconcelos e ao Professor Doutor Tiago Ribeiro.

O meu reconhecimento à Professora Cooperante pelo apoio e ambiente propício ao desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus colegas de estágio, Rute e Rafael, um agradecimento muito especial. O apoio mútuo e a colaboração foram essenciais para tornar esta experiência inesquecível.

A todos os meus colegas do Mestrado, um agradecimento especial, pelo companheirismo e amizade.

Por fim, um agradecimento à minha família, pelo seu amor incondicional e compreensão ao longo de toda a minha formação académica. O suporte emocional e motivacional de cada um foi determinante para que pudesse concluir este trabalho.

A todos o meu sincero Agradecimento.

Resumo

O ensino dos processos de transporte através da membrana celular é essencial para a compreensão da fisiologia celular. O trabalho prático facilita essa aprendizagem, permitindo a construção do conhecimento por meio da experimentação. Contudo, os alunos enfrentam dificuldades no controlo de variáveis, e os manuais escolares oferecem poucas propostas de atividades práticas experimentais.

Este projeto de investigação-intervenção assentou no desenvolvimento de uma sequência didática intitulada “*Osmose: O Equilíbrio Dinâmico da Água*”, integrada no Ensino Orientado para a Aprendizagem por Investigação e na realização de trabalho prático do tipo experimental relacionado com o tema da membrana celular, mais propriamente no processo de osmose.

Adotando a metodologia de investigação-ação, foi envolvida uma turma de 18 alunos do 10.º ano de Biologia e Geologia, numa escola secundária do Norte de Portugal. A recolha de dados incluiu observação participante com grelha de observação, e recolha documental através da aplicação de teste diagnóstico (pré e pós-teste) e guia de trabalho prático. Os dados foram analisados por análise de conteúdo (qualitativos) e estatística inferencial (quantitativos).

Os resultados evidenciaram progressos significativos nas aprendizagens dos alunos, nos conteúdos relacionados com a osmose e a interpretação de resultados. Verificou-se a aplicação consistente do método científico, com articulação entre a teoria e prática. A análise estatística, através do teste *t emparelhado*, revelou uma melhoria significativa nos desempenhos dos alunos entre o pré-teste e o pós-teste ($p < 0,001$), indicando um impacto positivo da intervenção. As grelhas de observação mostraram cooperação e realização das tarefas, apesar de algumas dificuldades de raciocínio.

A reduzida dimensão da amostra, a realização do estudo num único contexto escolar e a implicação da professora-investigadora no processo pode ter afetado a generalização e objetividade dos resultados. Sugere-se, para investigações futuras, a diversificação dos contextos, o alargamento temporal dos ciclos e a utilização de instrumentos qualitativos mais aprofundados de modo a enriquecer a compreensão do impacto das práticas pedagógicas e avaliar a sua transferência para outros domínios disciplinares.

Palavras-chave: Membrana celular, osmose, trabalho prático do tipo experimental, ensino orientado para aprendizagem por investigação, metodologia de investigação-ação.

Abstract

The teaching of transport processes across the cell membrane is essential for understanding cell physiology. Practical work facilitates this learning by enabling knowledge construction through experimentation. However, students face difficulties in controlling variables, and school textbooks offer few proposals for practical experimental activities.

This research-intervention project was based on the development of a didactic sequence entitled “*Osmosis: The Dynamic Equilibrium of Water*,” integrated into Inquiry-Based Learning and involving practical experimental work related to the topic of the cell membrane, specifically the process of osmosis.

Adopting a research-action methodology, the project involved a class of 18 10th-grade Biology and Geology students from a secondary school in Northern Portugal. Data collection included participant observation using an observation grid and document collection through the application of a diagnostic test (pre- and post-test) and a practical work guide. The data were analyzed using content analysis (qualitative) and inferential statistics (quantitative).

The results showed significant progress in students' learning, particularly in content related to osmosis and the interpretation of results. Consistent application of the scientific method was observed, with integration between theory and practice. Statistical analysis, using the *paired t-test*, revealed a significant improvement in student performance between the pre-test and the post-test ($p < 0.001$), indicating a positive impact from the intervention. Observation grids showed cooperation and task completion, despite some reasoning difficulties.

The small sample size, the fact that the study was conducted in a single school context, and the involvement of the teacher-researcher in the process may have affected the generalizability and objectivity of the results. For future research, it is suggested to diversify the contexts, extend the duration of the study cycles, and use more in-depth qualitative instruments to enrich the understanding of the impact of pedagogical practices and assess their transferability to other disciplinary domains.

Keywords: Cellular membrane, osmosis, experimental practical work, inquiry-based learning, research-action methodology.

Índice

Lista de Tabelas	vi
Lista de Figuras	vii
Lista de Abreviaturas	viii
1. Introdução.....	1
1.1. Contextualização da Investigação	1
1.2. Problema e Objetivos da Investigação	4
1.3. Estrutura do Documento.....	5
2. Enquadramento Teórico	6
2.1. O Ensino da Temática da Membrana Celular e Osmose	6
2.2. Metodologia de Ensino Orientado para a Aprendizagem por Investigação	8
2.3. Trabalho Prático no Ensino das Ciências	9
3. “Osmose: O Equilíbrio Dinâmico da Água”	12
3.1. Planificação e Recursos Educativos	12
3.2. Caracterização das Aulas de Intervenção	13
4. Metodologia da Investigação	16
4.1. Investigação-Ação.....	16
4.2. Caracterização da Amostra	17
4.3. Técnicas e Instrumentos para Recolha e Análise de Dados	18
4.3.1. Observação Participante.....	19
4.3.2. Recolha Documental	20
4.4. Análise de Dados	22
4.5. Validade e Fidelidade do Estudo	24
4.6. Cronograma	24
4.7. Questões de Ética	25
5. Resultados e Discussão	26
5.1. Resultados das Classificações Obtidas no Pré e no Pós-Teste.....	26
5.2. Resultados das Classificações Obtidas no Guia de Trabalho Prático.....	28

5.3.	Resultados Obtidos no Pré e Pós-Teste às Questões sobre a Osmose	30
5.3.1.	Conceito e Aplicações da Osmose no Quotidiano	30
5.3.2.	Processo da Osmose	30
5.4.	Resultados Obtidos no Pré e Pós-Teste às Questões sobre Planificar Atividades Práticas Experimentais	31
5.4.1.	Previsão e Interpretação do Processo da Osmose em Experiências ...	31
5.4.2.	Identificação de Variáveis	31
5.4.3.	Interpretação de Resultados	32
5.4.4.	Grelha de Observação do Trabalho Prático	34
6.	Conclusões e Futuras Investigações	38
6.1.	Conclusões	38
6.2.	Limitações do Estudo	39
6.3.	Sugestões para Futuras Investigações.....	40
7.	Referências Bibliográficas	41
	APÊNDICES	46
	APÊNDICE 1	47
	APÊNDICE 2	48
	APÊNDICE 3	49
	APÊNDICE 4	51
	APÊNDICE 5	52
	APÊNDICE 6	54
	APÊNDICE 7	56
	APÊNDICE 8	57
	ANEXOS.....	58
	ANEXO 1	59

Lista de Tabelas

Tabela 1 <i>Objetivos da Investigação</i>	4
Tabela 2 <i>Sequência Didática do Projeto de Investigação-Intervenção</i>	14
Tabela 3 <i>Idade e Sexo dos Alunos da Turma do 10.º Ano de Escolaridade</i>	17
Tabela 4 <i>Técnicas e Instrumentos para Recolha e Análise de Dados</i>	18
Tabela 5 <i>Crítérios de Observação e Respetivos Níveis de Desempenho</i>	19
Tabela 6 <i>Questões do Teste Diagnóstico (Pré e Pós-Teste), Tipologia do Item e AE</i> ..	21
Tabela 7 <i>Tipologia do Item dos Grupos do Trabalho Prático e AE a Avaliar</i>	22
Tabela 8 <i>Cronograma do Projeto</i>	24
Tabela 9 <i>Estatística Descritiva das Classificações Obtidas no Pré-Teste</i>	26
Tabela 10 <i>Estatística Descritiva das Classificações Obtidas no Pós-Teste</i>	26
Tabela 11 <i>Frequência Absoluta e Relativa das Classificações Obtidas nos Pré-teste e no Pós-teste</i>	27
Tabela 12 <i>Estatística Descritiva das Classificações Obtidas no Guia de Trabalho Prático</i>	28
Tabela 13 <i>Frequência Absoluta e Relativa das Classificações Obtidas no Guia de Trabalho Prático</i>	29
Tabela 14 <i>Frequência Absoluta e Relativa das Classificações Obtidas em cada Grupo do Guia de Trabalho Prático</i>	29
Tabela 15 <i>Frequência Relativa e Absoluta de Respostas Corretas nos Pré e Pós-Teste para as questões Q1, Q2 e Q3</i>	30
Tabela 16 <i>Frequência Relativa e Absoluta de Respostas Corretas nos Pré e Pós-Teste para as questões Q4, Q4.1, Q5 e Q5.1</i>	31
Tabela 17 <i>Frequência Relativa e Absoluta de Respostas Corretas nos Pré e Pós-Teste para as questões Q6, Q6.1 e Q7.1</i>	31
Tabela 18 <i>Frequência Relativa e Absoluta de Respostas Corretas nos Pré e Pós-Teste para as questões Q7.2, Q7.3, Q7.4 e Q8.2</i>	32
Tabela 19 <i>Frequência Relativa e Absoluta de Respostas Corretas nos Pré e Pós-Teste para as questões Q8.1 e 8.3</i>	32
Tabela 20 <i>Grelha de Observação do Trabalho de Grupo</i>	48

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Representação Gráfica das Frequências Relativas por Nível de Classificação Obtidas para o Pré e Pós-Teste</i>	27
Figura 2 <i>Representação Gráfica das Frequências Absolutas por Critério da Grelha de Observação do Trabalho Prático</i>	35
Figura 3 <i>Representação Gráfica das Frequências Relativas por Critério da Grelha de Observação do Trabalho Prático</i>	35
Figura 4 <i>Diário da PI do dia 10 de dezembro de 2024</i>	47
Figura 5 <i>Teste Diagnóstico, Páginas 1, 2 e 3</i>	49
Figura 6 <i>Teste Diagnóstico, Páginas 4, 5 e 6</i>	50
Figura 7 <i>Guia do Trabalho Prático, Páginas 1, 2 e 3</i>	52
Figura 8 <i>Guia do Trabalho Prático, Páginas 4, e 5</i>	53
Figura 9 <i>Declarações de Consentimento e de Assentimento Informado</i>	57
Figura 10 <i>Documento da Comissão de Ética da FCUP</i>	59

Lista de Abreviaturas

AE	APRENDIZAGEM ESSENCIAL
AET	APRENDIZAGEM ESSENCIAL TRANSVERSAL
CA	CONCEÇÕES ALTERNATIVAS
CE	COMISSÃO DE ÉTICA
DGE	DIREÇÃO GERAL DE EDUCAÇÃO
EOAI	ENSINO ORIENTADO PARA APRENDIZAGEM POR INVESTIGAÇÃO
FCUP	FACULDADE DE CIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DO PORTO
IA	INVESTIGAÇÃO-AÇÃO
IPP	INICIAÇÃO À PRÁTICA PROFISSIONAL
PASEO	PERFIL DOS ALUNOS À SAÍDA DA ESCOLARIDADE OBRIGATÓRIA
PES	PRÁTICA DE ENSINO SUPERVISIONADA
PI	PROFESSORA-INVESTIGADORA
PII	PROJETO DE INVESTIGAÇÃO-INTERVENÇÃO
Q	QUESTÃO
SD	SEQUÊNCIA DIDÁTICA
UC	UNIDADE CURRICULAR
UP	UNIVERSIDADE DO PORTO

1. Introdução

Este capítulo apresenta a contextualização da investigação, o problema em estudo, os respetivos objetivos e a estrutura do relatório de estágio.

1.1. Contextualização da Investigação

O presente relatório de estágio foi desenvolvido no âmbito da Unidade Curricular (UC) de Iniciação à Prática Profissional (IPP), integra-se no plano de estudos do Mestrado em Ensino de Biologia e de Geologia no 3.º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário, da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP). Este documento resulta da elaboração de um Projeto de Investigação-Intervenção (PII) implementado, na Iniciação à Prática Profissional (IPP), com uma turma do 10.º ano de escolaridade numa escola secundária do Norte de Portugal Continental durante o ano letivo de 2024/2025.

Este estudo surgiu da necessidade identificada em contexto escolar de melhorar as competências dos alunos na realização de atividades práticas, em particular na manipulação de variáveis dependentes e independentes, um desafio frequente em trabalho prático do tipo experimental. Durante as reuniões de conselho de turma e diário da professora investigadora (PI) (Apêndice 1) observou-se que os alunos do 10.º ano demonstram dificuldades nesta área, lacuna que é agravada pela escassez de propostas verdadeiramente experimentais nos manuais escolares, os quais se limitam, na sua maioria, a descrever procedimentos laboratoriais. Assim, foi importante adaptar metodologias pedagógicas às necessidades específicas dos alunos, promovendo a construção ativa de conhecimentos científicos.

O tema selecionado para a realização deste PII destaca três componentes essenciais. Em primeiro lugar, a metodologia de ensino selecionada para ensinar a osmose foi o Ensino Orientado para a Aprendizagem por Investigação (EOAI) que assenta na construção ativa de conhecimentos por parte dos alunos, promovendo competências transversais como o pensamento crítico, a resolução de problemas e a cooperação na aprendizagem. O aluno deve formular questões, investigar soluções, interpretar dados e construir significados com base em evidências, tornando-se participante ativo no processo de aprendizagem (Martín-Páez et al., 2019; Pedaste et al., 2015; Yacoubian & Khishfe, 2018). Neste âmbito, diversos estudos evidenciam que o EOAI contribui significativamente para o aumento da motivação e da compreensão conceptual em

ciências, sobretudo quando aplicado em contextos do ensino secundário (Bumbacher et al., 2018).

Em segundo lugar, o destaque no trabalho prático do tipo experimental visa colmatar lacunas frequentemente identificadas no ensino das ciências, nomeadamente a fragmentação entre teoria e prática, promovendo a mobilização de conhecimentos em contextos reais. A realização de atividades práticas, especialmente de natureza investigativa, permite aos alunos desenvolverem competências metodológicas, reforçar a compreensão de conceitos científicos e aumentar o envolvimento na aprendizagem (Lazonder & Harmsen, 2016; Needham, 2014). O trabalho do tipo experimental assume, assim, um papel central na promoção da literacia científica e na compreensão da natureza da ciência (Hodson, 2014), proporcionando experiências de aprendizagem concretas que incentivam a observação, a experimentação, a análise crítica de dados e a construção autónoma do conhecimento.

Por fim, em terceiro lugar, a escolha do tema da osmose, amplamente abordado no currículo da disciplina de Biologia e Geologia (DGE, 2018), procurou captar o interesse dos alunos e facilitar a aprendizagem de fenómenos fundamentais da fisiologia celular. A osmose constitui um conceito-chave para a compreensão dos mecanismos de transporte celular e da homeostasia nos seres vivos, e a sua abordagem através de metodologias de ensino ativas permite aos alunos ultrapassar dificuldades conceptuais comuns e construir representações mentais mais consistentes (Odom & Barrow, 2007). A realização de atividades experimentais sobre osmose contribui, ainda, para o desenvolvimento de atitudes investigativas e de competências práticas que são essenciais para uma formação científica sólida (Needham, 2014; Odom & Barrow, 2007).

A adoção da estratégia de ensino centrada no trabalho prático do tipo experimental está também alinhada com a experiência prévia da PI em contextos laboratoriais, permitindo-lhe integrar de forma mais eficaz a teoria e a prática no processo de ensino-aprendizagem. A autora deste trabalho, PI, que já teve contacto com práticas laboratoriais relacionadas com a validação e comparação de métodos de análise (Catarino et al., 2003) e participou num projeto de investigação que envolveu a determinação de metais pesados e outros indicadores em águas, solos e plantas medicinais, em áreas urbanas e industriais (Pinto et al., 2011). Este conhecimento prático foi aplicado no desenvolvimento de atividades experimentais que não só permitissem aos alunos compreender conceitos como variáveis dependentes e independentes, mas também explorar de forma autónoma e crítica o método científico.

Diversos estudos têm evidenciado que os alunos enfrentam dificuldades persistentes na aprendizagem de conceitos fundamentais da Biologia, nomeadamente no que respeita à membrana celular e aos processos de osmose. Estas dificuldades devem-se, em grande medida, à natureza abstrata dos conceitos envolvidos, à presença de concepções alternativas (CA) enraizadas e à fraca articulação entre os níveis microscópico, macroscópico e simbólico (Ainiyah et al., 2018; Potvin et al., 2020). No caso da membrana celular, os alunos tendem a apresentar dificuldades na compreensão do seu papel como estrutura seletivamente permeável, bem como dos processos de transporte associados, como a difusão e o transporte ativo (Odom & Barrow, 2007). Relativamente à osmose, os obstáculos à aprendizagem estão frequentemente associados a uma compreensão incompleta dos conceitos de concentração, membrana semipermeável e equilíbrio, bem como à tendência de aplicar raciocínios baseados em analogias incorretas (Odom & Barrow, 2007). Estas limitações conceptuais refletem a necessidade de estratégias de ensino que promovam uma aprendizagem ativa, com recurso a atividades práticas e investigativas, que permitam aos alunos reconstruir os seus modelos mentais com base em evidências científicas.

Além disso, o trabalho integrou as Aprendizagens Essenciais (AE), que são documentos fundamentais na planificação e avaliação do ensino e da aprendizagem, promovendo competências integradas no Perfil do Aluno à Saída da Escolaridade Obrigatória (PASEO). As AE que foram abordadas neste trabalho estão inseridas no domínio da “Obtenção de matéria”, especificamente no subdomínio da “Membrana celular”: a) Relacionar processos transmembranares (ativos e passivos) com requisitos de obtenção de matéria e de integridade celular; b) Planificar e realizar atividades laboratoriais/experimentais sobre difusão/osmose, problematizando, formulando hipóteses e avaliando criticamente procedimentos e resultados (DGE, 2018). Destacou-se, também, para o presente trabalho a Aprendizagem Essencial Transversal (AET) do 10.º ano de escolaridade, nomeadamente: “Interpretar estudos experimentais com dispositivos de controlo e variáveis controladas, dependentes e independentes (DGE, 2018).

Por fim, o trabalho alinou-se com o PASEO, um documento que define os princípios, visão e valores da escolaridade obrigatória, destacando a área de competência de raciocínio e resolução de problemas, e o relacionamento interpessoal (Martins et al., 2017). Este visou desenvolver a capacidade dos alunos de formular hipóteses, experimentar e analisar resultados de forma colaborativa, contribuindo para a sua

formação enquanto cidadãos críticos e capazes de enfrentar desafios científicos e sociais.

Assim, este trabalho não só pretendia responder a necessidades concretas do contexto escolar, como também pretendia promover uma aprendizagem relevante e desenvolver competências alinhadas com os objetivos definidos no PASEO.

1.2. Problema e Objetivos da Investigação

Tendo em conta o exposto, pretendeu-se desenvolver uma sequência didática (SD) intitulada “Osmose: O Equilíbrio Dinâmico da Água” para abordar a temática da membrana celular, mais propriamente, o processo de osmose, com uma turma do 10.º ano de escolaridade a frequentar a disciplina de Biologia e de Geologia, numa escola secundária situada no Norte de Portugal Continental.

Como problema de investigação pretendeu-se verificar se a metodologia de EOAI, através de trabalho prático do tipo experimental, promoveu o desenvolvimento das AE relacionadas com o processo de osmose e competências elencadas no PASEO, relacionadas com o C - raciocínio e a resolução de problemas; D - Pensamento crítico E - Relacionamento interpessoal, em alunos de 10.º ano de escolaridade. Na Tabela 1, estão definidos os objetivos científicos, educacionais e profissionais a serem alcançados, considerando o problema deste trabalho de investigação.

Objetivos científicos	• Promover a compreensão do processo de osmose e da membrana celular; • Fomentar competências relacionadas com a utilização do método científico; • Promover o desenvolvimento de competências de raciocínio e resolução de problemas, pensamento crítico e o relacionamento interpessoal.
Objetivos educacionais	• Explorar a metodologia de ensino orientado para a aprendizagem por investigação através do trabalho prático do tipo experimental; • Incentivar à realização do trabalho prático do tipo experimental.
Objetivos profissionais	• Desenvolver competências de aplicação da metodologia de ensino orientado para a aprendizagem por investigação, através do trabalho prático do tipo experimental, no ensino da Biologia e da Geologia; • Aprimorar competências no âmbito da investigação educacional; • Desenvolver competências profissionais na área de ensino; • Promover aulas inovadoras e interativas; • Aperfeiçoar competências pedagógicas e científicas no ensino.

Tabela 1 *Objetivos da Investigação*

1.3. Estrutura do Documento

Este documento visa contextualizar, abordar metodologias, planificar e desenvolver recursos fundamentais para a implementação do PII.

O primeiro capítulo é dedicado à contextualização da investigação, ao problema, aos objetivos e à contextualização curricular, destacando as aprendizagens essenciais relacionadas com a temática da membrana celular e osmose, conforme definidas pela Direção-Geral da Educação.

O segundo capítulo centra-se no enquadramento teórico, abordando o ensino da membrana celular e osmose, a metodologia de EOAI e as atividades práticas no ensino das ciências.

O terceiro capítulo é dirigido para a intervenção pedagógica, onde se apresenta a planificação, os recursos educativos desenvolvidos e a caracterização das aulas de intervenção.

No quarto capítulo desenvolve-se a metodologia da investigação educacional e cronograma do trabalho. No quinto capítulo encontra-se a análise e discussão dos resultados.

No sexto capítulo encontram-se as conclusões e as sugestões para futuras investigações.

Este trabalho é ainda complementado com as referências bibliográficas e os apêndices, que correspondem ao oitavo e nono capítulos, respetivamente.

2. Enquadramento Teórico

Neste capítulo faz-se o enquadramento teórico, abordando o ensino da temática da membrana celular e osmose, num primeiro ponto, a metodologia de EOAI, num segundo ponto, e o trabalho prático no ensino das ciências num terceiro ponto.

2.1. O Ensino da Temática da Membrana Celular e Osmose

A compreensão dos processos relacionados com a permeabilidade seletiva da membrana celular assume um papel fundamental na educação em Biologia (Odom & Barrow, 2007; Reinke et al., 2019; Reinke et al., 2021), uma vez que envolve conceitos estruturantes para o entendimento de múltiplos conteúdos do currículo da disciplina (DGE, 2018; Rice et al., 2022). Entre estes conceitos destacam-se os processos biológicos de obtenção de matéria que dependem do transporte de substâncias através das membranas celulares, como a fotossíntese, a respiração celular e a homeostasia (Odom & Barrow, 2007; Rice et al., 2022).

Contudo, diversos estudos indicam que os alunos frequentemente apresentam dificuldades na aprendizagem de conceitos relacionados com a membrana celular e a osmose, em grande parte devido à sua natureza interdisciplinar e abstrata (Entress, 2020; Rodríguez-Dueñas et al., 2022). Estas dificuldades são muitas vezes agravadas pela presença de concepções alternativas (CA) profundamente enraizadas, que interferem com a construção de conhecimentos científicos corretos e impedem a articulação entre os níveis macroscópico, microscópico e simbólico (Ainiyah et al., 2018; Potvin et al., 2020).

As CA podem ser definidas como ideias ou explicações que os alunos constroem com base nas suas experiências quotidianas ou no ensino prévio, que divergem do conhecimento científico aceite. Estas ideias persistem mesmo após o ensino formal e interferem na assimilação de novos conteúdos (Maskiewicz & Lineback, 2018; Potvin et al., 2020). Tais concepções são particularmente relevantes em temas como a osmose e o transporte celular, onde os processos ocorrem em escalas invisíveis e exigem raciocínio abstrato.

Ainiyah et al. (2018) investigaram as CA em torno dos sistemas de transporte nos seres vivos e identificaram várias dificuldades. Entre elas, destaca-se a ideia de que a osmose ocorre apenas em plantas ou que depende de energia, confundindo-a com o transporte ativo. Outros alunos assumem a concepção de que as moléculas “sabem” para onde ir ou que o movimento das partículas depende da vontade celular (Odom & Barrow, 2007).

Tais conceções indicam uma incompreensão das propriedades da membrana plasmática e da dinâmica de equilíbrio de concentrações (Rundgren, 2010).

Contudo, é essencial que os professores adotem estratégias pedagógicas que reconheçam e abordem estas CA, promovendo a integração entre teoria e prática e recorrendo a metodologias que incentivem o raciocínio científico e a experimentação fundamentada.

Torkar et al. (2018) exploraram a compreensão dos alunos sobre o equilíbrio hídrico nas plantas, utilizando representações macroscópicas e microscópicas. O estudo revelou que muitos alunos demonstram dificuldades em estabelecer ligações entre os diferentes níveis de representação, o que prejudica a compreensão de fenómenos como a osmose e o transporte de água nas plantas.

A literatura tem sublinhado que a utilização de atividades práticas e interdisciplinares pode facilitar a compreensão dos processos de transporte transmembranares (Apedaile, 2020; Entress, 2020; Martinez et al., 2021; Odom et al., 2017; Reinke et al., 2019; Reinke et al., 2021; Rodríguez-Dueñas et al., 2022; Tomažič & Vidic, 2012).

Segundo Apedaile (2020) e Entress (2020), a implementação de atividades práticas favorece o envolvimento ativo dos alunos e estimula a construção do conhecimento por meio da investigação.

Além disso, autores como Martinez et al. (2021), Reinke et al. (2019) e Reinke et al. (2021) defendem que a interdisciplinaridade promove a contextualização dos conteúdos, estimulando o pensamento crítico e favorecendo a aplicação dos conhecimentos em diferentes contextos. Do mesmo modo, Odom et al. (2017) e Rodríguez-Dueñas et al. (2022) destacam que as atividades experimentais contribuem para a visualização e manipulação de fenómenos complexos, aspetos essenciais para a internalização de conceitos abstratos como a osmose.

Complementando estas perspetivas, Tomažič e Vidic (2012) referem que a aprendizagem prática contribui para o desenvolvimento de competências científicas fundamentais, preparando os alunos para uma participação crítica e informada na sociedade.

Os resultados acima discutidos reforçam, assim, a necessidade de investir em metodologias de ensino ativas, que promovam o protagonismo discente e incentivem o pensamento científico. Um exemplo paradigmático deste conceito fundamental é o EOAI, que será aprofundado na secção seguinte.

2.2. Metodologia de Ensino Orientado para a Aprendizagem por Investigação

A educação em ciências vai além da simples aquisição de conhecimentos e processos científicos. Deve transcender esses aspetos, assegurando que o que é aprendido seja relevante e aplicável no dia-a-dia. Além disso, a educação em ciências desempenha um papel crucial no desenvolvimento pessoal e social dos alunos, especialmente em sociedades tecnologicamente avançadas, abertas e democráticas.

Para alcançar este objetivo, é fundamental considerar o papel dos conteúdos educacionais. Em vez de os limitar apenas à instrução e transmissão de conhecimento, é essencial integrá-los de maneira útil ao serviço da educação científica. Desta forma, os alunos não só adquirem conhecimento, mas também o aplicam de forma prática e concreta nas suas vidas diárias (Cachapuz et al., 2002).

A metodologia EOAI é um conceito contemporâneo no ensino das ciências, alicerçada em princípios construtivistas que promovem o envolvimento ativo dos alunos na construção do conhecimento (Bada & Olusegun, 2015). Esta metodologia assenta na premissa de que os alunos devem estar envolvidos na formulação e resolução de problemas durante as aulas de ciências (Walker, 2015). À semelhança do trabalho desenvolvido pelos cientistas nos laboratórios, no terreno ou em contextos teóricos, os alunos são convidados a desenvolver atividades investigativas em sala de aula (Deboer, 2006), centradas no questionamento, na exploração e na resolução de problemas (Friedman et al., 2010).

Através desta metodologia, os alunos constroem o seu conhecimento científico por meio de experiências diretas com materiais, consulta de fontes bibliográficas e debates colaborativos (Harlen, 2013). O EOAI fomenta o pensamento científico, permitindo que os alunos apliquem os seus conhecimentos em contextos quotidianos e reais, promovendo a articulação entre teoria e prática (Deboer, 2006; Friedman et al., 2010; Harlen, 2013; Oliver et al., 2021; Walker, 2015).

De acordo com o modelo teórico desenvolvido por Pedaste et al. (2015), o EOAI estrutura-se em cinco fases interligadas: (1) orientação, que visa captar o interesse e contextualizar o problema; (2) conceptualização, onde se constroem hipóteses e se identificam os conceitos relevantes; (3) investigação, centrada na recolha de dados empíricos através da experimentação ou observação; (4) conclusão, fase em que os alunos interpretam os dados recolhidos e formulam explicações fundamentadas nas evidências obtidas; e (5) discussão, momento dedicado à comunicação, partilha e

validação dos resultados, promovendo a reflexão crítica e a aprendizagem colaborativa. Esta estrutura favorece um ciclo contínuo de descoberta e reformulação do conhecimento, potenciando a literacia científica e o pensamento crítico.

Investigações de carácter meta-analítico indicam que a integração desta metodologia aumenta o envolvimento dos alunos, melhora as competências de pensamento crítico e promove uma compreensão mais profunda dos conceitos científicos (Heindl, 2019; Lazonder & Harmsen, 2016). Além disso, a relação entre as práticas investigativas e atitudes positivas face à ciência é reforçada por estudos como os de Cairns e Areepattamannil (2019) e Potvin et al. (2017).

No entanto, a implementação do EOAI enfrenta ainda desafios. Fitzgerald et al. (2019) e Mckeown et al. (2016) identificam barreiras como a insuficiente formação docente, a escassez de recursos e as limitações impostas por currículos prescritivos, que dificultam a flexibilidade necessária à dinâmica investigativa. Por sua vez, Vorholzer e von Aufschnaiter (2019) sublinham a importância de uma orientação pedagógica ajustada, destacando que o nível de apoio prestado pelo professor influencia significativamente os resultados da aprendizagem.

O EOAI articula-se estreitamente com o trabalho prático, uma vez que ambos promovem a construção ativa do conhecimento. Esta relação será aprofundada no ponto seguinte.

2.3. Trabalho Prático no Ensino das Ciências

Todas as atividades que exigem a participação ativa do aluno são incluídas no conceito de trabalho prático. Este pode envolver atividades laboratoriais, experimentais, de campo, resolução de exercícios, utilização de programas de simulação ou de pesquisa de conteúdos na internet (Leite, 2001). Na área da Biologia, o conhecimento pode ser construído a partir de observações e resultados experimentais. Por isso, as atividades práticas (experimentais, laboratoriais e/ou de campo) desempenham um papel relevante e fundamental na compreensão da Biologia como um todo, permitindo a aquisição de conhecimentos intrínsecos à própria disciplina. Estas proporcionam oportunidades para observar, recolher amostras e executar procedimentos científicos com o objetivo de compreender os seres vivos e os processos biológicos, oferecendo aos alunos uma aprendizagem mais profunda (Dias et al., 2014).

Através do trabalho prático, os alunos participam ativamente na construção do seu conhecimento, desenvolvem competências científicas e despertam o interesse pela disciplina, preparando-os para os desafios futuros (Martins, 2019). Entre os benefícios

das atividades práticas, destacam-se o desenvolvimento de competências como a formulação de hipóteses, a análise de dados e a interpretação de resultados. Além disso, promove-se a construção de conhecimento de forma prática e consistente, o que contribui para o aumento da motivação e do envolvimento dos alunos (Malik & Ubaidillah, 2021; Yakar & Baykara, 2014).

Os alunos ao participarem em atividades práticas aprendem a questionar, analisar e interpretar informações. Estas competências são essenciais para o sucesso em várias áreas da vida quotidiana e preparam os alunos para enfrentarem os desafios do mundo real (Martins, 2019; Mulyeni, 2019; Sousa, 2012). Ademais, a implementação de atividades que ampliem a perceção dos alunos sobre o mundo natural, como sugerido por Jose et al. (2019), pode ajudar a superar a *“cegueira em relação às plantas”*, promovendo uma compreensão mais abrangente e inclusiva dos sistemas biológicos.

No entanto, existem razões pelas quais os professores nem sempre incluem atividades práticas de forma sistemática na sua prática letiva, nomeadamente a falta de apoio, de orientação pedagógica e de preparação adequada (Ramos & Rosa, 2008). Apedaile (2020) refere que, embora o termo trabalho prático seja amplamente utilizado, persiste a ausência de uma definição clara entre os docentes. Esta indefinição leva a diferentes interpretações sobre como a investigação deve ser implementada em sala de aula, evidenciando que a simples realização de atividades práticas não garante, por si só, uma compreensão profunda dos conceitos científicos. A implementação de atividades práticas na sala de aula desempenha, assim, um papel fundamental na educação científica (Hofstein & Lunetta, 2004; Mutlu, 2020), sendo necessário compreender de que forma estas podem ser concretizadas com intencionalidade pedagógica.

O trabalho prático laboratorial envolve o uso de materiais de laboratório e é realizado num laboratório ou, na ausência deste, numa sala normal, desde que se cumpram as regras de segurança. O trabalho prático do tipo experimental envolve o controlo e a manipulação de variáveis (Leite, 2001).

O trabalho prático do tipo experimental pode ser implementado nas aulas de Ciências através de várias etapas estruturadas que conferem sentido ao processo de investigação. Segundo Oliveira e Bonito (2023), esse tipo de trabalho deve iniciar-se com o planeamento da experiência, no qual os alunos, com o apoio do professor, formulam uma pergunta investigável, constroem hipóteses e preveem possíveis resultados. Segue-se a execução prática, onde se manipulam materiais, variáveis e instrumentos, de forma segura e controlada. Posteriormente, procede-se à recolha e

análise dos dados, fase em que os alunos organizam os resultados obtidos, utilizando tabelas, gráficos ou outros meios de representação. A etapa seguinte corresponde à interpretação dos resultados, com base na qual se tiram conclusões fundamentadas. Finalmente, ocorre a discussão e comunicação científica, em que os alunos partilham os seus resultados com os colegas, comparam diferentes interpretações e refletem criticamente sobre o processo e os conceitos envolvidos (Gericke et al., 2023).

Importa realçar que o trabalho prático não se limita ao ato de “*fazer experiências*”, devendo promover o desenvolvimento do raciocínio científico. Os alunos são desafiados a observar com atenção, levantar hipóteses, testar ideias e discutir os significados do que aprenderam. Para que este processo seja efetivo, o papel do professor é fulcral, não apenas como orientador, mas também como responsável por assegurar materiais adequados, fornecer instruções claras e, sobretudo, estabelecer a ligação entre a atividade prática e os conceitos teóricos que dela decorrem (Oliveira & Bonito, 2023).

A revisão da literatura forneceu aportes teóricos fundamentais para a conceção e implementação da SD centrada no ensino da osmose. As orientações de Oliveira e Bonito (2023) e Gericke et al. (2023) sustentaram a estruturação do trabalho prático experimental em etapas significativas, desde o planeamento e formulação de hipóteses, passando pela execução, análise e interpretação de dados, até à comunicação dos resultados. Estes referenciais teóricos permitiram articular a atividade prática com os conceitos científicos subjacentes, promovendo o desenvolvimento do raciocínio científico dos alunos e orientando o papel do professor como mediador do conhecimento.

3. “Osmose: O Equilíbrio Dinâmico da Água”

O presente capítulo inclui a planificação da SD, descrevendo os recursos didáticos utilizados durante a investigação e uma caracterização das aulas que a integram.

3.1. Planificação e Recursos Educativos

A SD foi implementada com base na metodologia de EOAI, apoiada por trabalho prático do tipo experimental, estruturado em etapas que conferem coerência e intencionalidade ao processo de ensino e aprendizagem sobre o tema da osmose. A revisão da literatura orientou a organização das atividades e fundamentou as opções metodológicas adotadas, permitindo uma intervenção pedagógica alinhada com os princípios da investigação científica no ensino das Ciências.

O processo iniciou-se com o planeamento da atividade experimental, momento em que os alunos, com apoio da PI, foram desafiados a formular perguntas investigáveis, levantar hipóteses e prever possíveis resultados. Seguiu-se a execução prática, na qual os alunos manipularam materiais, variáveis e instrumentos de forma segura e controlada, de acordo com um protocolo previamente definido. Após a recolha dos dados, estes foram organizados e analisados com recurso a representações gráficas e tabelas, promovendo a literacia científica. A interpretação dos dados visou permitir aos alunos tirar conclusões fundamentadas, sendo posteriormente incentivados a comunicar os seus resultados, partilhar diferentes interpretações e refletir criticamente sobre os conceitos abordados. Esta articulação entre a prática experimental e os conteúdos teóricos foi fundamental para assegurar uma aprendizagem significativa. Ao longo de toda a sequência, a PI assumiu um papel central como mediadora do conhecimento, assegurando as condições pedagógicas e materiais necessários, orientando o trabalho dos alunos e promovendo o diálogo entre a atividade prática e os conceitos científicos.

A planificação da SD encontra-se esquematizada na Tabela 2. Esta planificação foi concebida para quatro aulas na totalidade, sendo duas aulas de 50 minutos e duas aulas de 100 minutos, de acordo com o horário da turma, onde foi implementado o PII. Os recursos educativos aplicados durante as aulas da SD foram uma grelha de observação do trabalho prático (Apêndice 2), um teste diagnóstico (pré e pós-teste) (Apêndice 3), um guia de trabalho prático (Apêndice 5) e uma apresentação em suporte PowerPoint (Apêndice 7).

3.2. Caracterização das Aulas de Intervenção

A SD foi implementada entre setembro de 2024 e maio de 2025 numa turma de Biologia e Geologia do 10.º ano de escolaridade de uma escola secundária localizada no Norte de Portugal Continental. O conteúdo científico abordado insere-se no domínio “Obtenção de matéria” das AE’s da disciplina de Biologia e Geologia do 10.º ano de escolaridade, ao longo de quatro aulas.

Aula 1

A primeira aula da SD teve a duração de 50 minutos e decorreu em sala de aula teórica, com a presença de todos os alunos da turma. A aula iniciou-se com a apresentação do sumário, procedendo-se, de seguida, à realização do teste diagnóstico (pré-teste) (Apêndice 3), com o propósito de aferir os conhecimentos prévios dos alunos relativamente aos conteúdos a abordar.

Aula 2

A segunda aula da SD teve a duração de 100 minutos por turno e decorreu no laboratório de Biologia e Geologia. Em cada turno, a turma foi organizada em três grupos de trabalho, compostos por três a quatro alunos.

Para esta aula, foi desenvolvido um guia de trabalho prático (Apêndice 5), no qual se apresentavam as tarefas a realizar ao longo da atividade, orientando os alunos através do questionamento. Cada página do guia foi estruturada em duas secções: a secção esquerda incluía perguntas orientadoras e vídeos de apoio, com o intuito de promover a exploração e reflexão; a secção direita apresentava as tarefas a executar pelos alunos.

A atividade teve início com a exploração da primeira parte do guia (páginas 1 e 2 – Apêndice 5), na qual se propunha a planificação de uma atividade prática do tipo experimental sobre o processo da osmose. Através do questionamento, os alunos foram desafiados a identificar possíveis problemas, formular hipóteses e planear uma atividade prática que permitisse testar uma das hipóteses levantadas. Para apoiar este processo, foram disponibilizados vários vídeos.

Na segunda parte do guia (página 3 – Apêndice 5), os alunos realizaram a atividade prática do tipo experimental sobre a osmose, seguindo o procedimento fornecido. Tiveram ainda como tarefa o registo dos resultados obtidos numa tabela e a construção do gráfico correspondente. Contudo, dada a necessidade de aguardar os resultados da experiência, os alunos avançaram para a terceira parte do guia.

SD: “Osmose: O Equilíbrio Dinâmico da Água”					
Tema	“Membrana Celular”				
Aula	AE	PASEO	Descrição	Recursos	Produtos
Aula 1 28/03/2025	a) Relacionar processos transmembranares (ativos e passivos)	C – Raciocínio e resolução de problemas;	Aplicação do pré-teste para averiguar os conhecimentos prévios da turma sobre os conteúdos a serem abordados.	Teste diagnóstico (pré-teste) – Apêndice 3	Pré-testes preenchidos
Aula 2 1/04/2025	com requisitos de obtenção de matéria e de integridade celular;	D – Pensamento crítico (crítico);	- Planificação de uma atividade prática do tipo experimental sobre a osmose: questionamento, identificação de possíveis problemas e levantamento das hipóteses, sobre o caso apresentado no guia da atividade prática. - Realização da atividade prática do guia de trabalho prático. - Avaliação crítica do procedimento fornecido no guia de trabalho prático.	- Grelha de observação – Apêndice 2 - Guia de trabalho prático – Apêndice 5 - Vídeos do guia para exploração: https://youtu.be/SMGRe824kak?si=LGjeAwh2OIsdAT7R https://youtu.be/SMGRe824kak?si=LGjeAwh2OIsdAT7R https://youtu.be/D3ZB2RTyIR4?si=a74VDImzjYu9Z82q https://youtu.be/J9kCgWAuB0Y?si=084qrrHw9wH40NRd	- Guia de trabalho prático parcialmente preenchido pelos alunos - Grelha de observação do trabalho prático
Aula 3 3/04/2025	b) Planificar e realizar atividades laboratoriais/experimentais sobre difusão/osmose, problematizando, formulando hipóteses e avaliando criticamente	E – Relacionamento interpessoal (Colaborador);	- Apresentação em suporte PowerPoint. - Elaboração do gráfico da atividade prática. - Discussão dos resultados obtidos na aula anterior. - Elaboração da conclusão. - Relacionar processos transmembranares.	- Guia de trabalho prático – Apêndice 5. - Apresentação em suporte PowerPoint – Apêndice 7.	Guia de trabalho prático preenchido pelos alunos
Aula 4 28/04/2025	procedimentos e resultados. (DGE, 2018)	(Martins et al., 2017)	Aplicação do pós-teste para avaliar os conhecimentos dos alunos depois da implementação da SD.	Teste diagnóstico (pós-teste) – Apêndice 3	Pós-testes preenchidos.

Tabela 2 Sequência Didática do Projeto de Investigação-Intervenção

Na terceira e última parte do guia (página 4 – Apêndice 5), os alunos procederam à avaliação crítica do procedimento experimental, respondendo às questões orientadoras aí apresentadas.

Aula 3

A terceira aula da SD teve uma duração de 100 minutos e foi realizada em sala de aula teórica, com a participação da totalidade dos alunos. A aula foi conduzida com o apoio de uma apresentação em formato PowerPoint (Apêndice 7), concebida para apoiar a consolidação dos conhecimentos adquiridos nas aulas anteriores.

Durante a aula, os alunos procederam à análise dos resultados recolhidos na atividade prática da aula anterior, elaboraram os respetivos gráficos e responderam às questões propostas no guia de trabalho. Com o objetivo de promover a comunicação científica e o debate colaborativo, os gráficos elaborados por cada grupo foram reproduzidos no quadro, permitindo a partilha e discussão dos resultados obtidos entre todos os elementos da turma.

Na fase final da aula, foi apresentada, com recurso à apresentação em PowerPoint (Apêndice 7), uma contextualização biológica relativa à adaptação do rangífer ao frio, uma espécie de rena das regiões árticas da América do Norte, com particular destaque para a composição lipídica da membrana celular dos cascos (Morrison & Boyd, 1996). Este exemplo foi explorado com o intuito de estabelecer uma ponte cognitiva entre os conceitos abordados na aula prática (designadamente os mecanismos de transporte celular, como a osmose) e a aplicação destes mesmos conceitos a um caso real de adaptação fisiológica, favorecendo a integração e mobilização dos conhecimentos adquiridos nas aulas anteriores.

Aula 4

A quarta e última aula da SD teve a duração de 50 minutos e decorreu em sala de aula teórica, com a presença da totalidade da turma. A aula teve início com a apresentação do sumário, seguindo-se a aplicação do teste diagnóstico (pós-teste), com o objetivo de aferir os conhecimentos adquiridos pelos alunos após a implementação das atividades desenvolvidas ao longo das aulas da SD.

4. Metodologia da Investigação

Este capítulo centra-se na metodologia de investigação adotada para o presente estudo, incluindo uma breve caracterização da amostra envolvida. São igualmente descritas as técnicas e os instrumentos utilizados na recolha de dados, bem como o processo de análise dos dados obtidos. Abordam-se ainda aspetos relativos à validade e fiabilidade do estudo, ao cronograma da investigação e às questões de ética asseguradas ao longo de todo o processo.

4.1. Investigação-Ação

Nos estudos em educação e ciências sociais, distinguem-se frequentemente dois paradigmas principais de investigação: o paradigma positivista ou quantitativo e o paradigma sócioocrítico ou qualitativo (Coutinho, 2024).

O paradigma positivista ou quantitativo assenta na ideia de que existe uma realidade objetiva, mensurável e independente da perceção humana. O conhecimento é gerado por métodos empíricos rigorosos, nomeadamente através de experiências, inquéritos e análise estatística, com vista a testar hipóteses, estabelecer relações causais e produzir resultados generalizáveis. O positivismo clássico privilegia a neutralidade do investigador, a replicabilidade e uma linguagem impessoal, destacando-se na identificação de padrões e “leis” universais” (Coutinho, 2024).

O paradigma sócioocrítico ou qualitativo concentra-se na realidade social subjetiva, construída pelos sujeitos em contextos específicos. O seu propósito é investigar, compreender e transformar relações de poder e desigualdade, promovendo justiça social. A investigação nesta perspetiva tende a utilizar metodologias qualitativas, como entrevistas, observações e grupos focais, e adota uma postura reflexiva (Coutinho, 2024).

Neste PII assume-se um paradigma sócioocrítico, de índole misto (quantitativo e qualitativo), adotando a Investigação-Ação (IA) (Coutinho, 2024). A IA pode ser descrita como um conjunto de metodologias de investigação que incluem mudança ou ação e investigação em simultâneo, através de um processo cíclico ou em espiral onde ressalta a ação e a reflexão crítica. Os ciclos posteriores resultam de uma melhoria contínua baseada no conhecimento adquirido nos ciclos que lhe precederam (Coutinho, 2024).

No caso do professor a IA é também uma forma de ensino e não apenas uma metodologia de investigação. Esta metodologia contribui não só para a resolução de

problemas, mas também para uma planificação reflexiva que o professor faz na sua prática de ensino (Coutinho, 2024).

A metodologia de IA desenvolve-se, de forma contínua em quatro fases: planificação, ação, observação e reflexão (Coutinho, 2024). A metodologia de IA foi selecionada devido à sua natureza cíclica e reflexiva, que permite identificar problemas específicos, implementar estratégias para os resolver e refletir sobre os resultados para promover melhorias contínuas (Coutinho, 2024). Este tipo de perspetiva é especialmente relevante no contexto educativo, pois não só beneficia os alunos como também possibilita o aperfeiçoamento das práticas pedagógicas da PI.

A IA é enquadrada numa perspetiva predominantemente qualitativa, orientada para a compreensão e melhoria da prática pedagógica. No entanto, recorreu-se também à análise estatística, através da aplicação do teste *t emparelhado*, com o objetivo de verificar a significância de eventuais variações quantitativas observadas, integrando assim elementos de natureza mista na abordagem metodológica.

4.2. Caracterização da Amostra

O presente projeto contou com uma amostra constituída por dezoito alunos, todos de nacionalidade portuguesa, pertencentes a uma turma do 10.º ano de escolaridade do Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias. Do total de participantes, cinco eram do sexo masculino e treze do sexo feminino. A média de idades situava-se nos 15 anos, correspondendo à faixa etária expectável para o nível de ensino em questão (ver Tabela 3).

Idade \ Sexo	Masculino	Feminino	Total	Média
14	1	5	6	15
15	4	8	12	
Total	5	13	18	

Tabela 3 Idade e Sexo dos Alunos da Turma do 10.º Ano de Escolaridade

A maioria dos processos de amostragem de uma investigação partem do princípio de que os indivíduos, a serem incluídos no estudo, devem ser selecionados de um conjunto de pessoas ou elementos de uma população, a qual representam (Coutinho, 2024; Gil, 2019; Marconi & Lakatos, 2017). Quando é impraticável analisar toda uma população, recorre-se à amostragem, selecionando uma parte representativa do grupo. O objetivo é garantir que os resultados dessa amostra permitam inferir, de forma fiável, os

resultados que seriam obtidos caso toda a população fosse investigada. Este método torna viáveis estudos em larga escala com recursos limitados (Barañano, 2004; Markoni & Lakatos, 2017).

No entanto, no presente trabalho, a amostra é classificada como uma amostra de conveniência, amostragem não probabilística, pois tratou-se de uma turma atribuída durante a IPP e representa um contexto específico. Portanto, não se pode falar em representatividade, ou seja, os resultados obtidos não poderão ser generalizados para além do grupo de estudo (Barañano, 2004; Coutinho, 2024; Gil, 2019; Marconi & Lakatos, 2017; Reis et al., 2018). Este tipo de amostragem, por acessibilidade ou por conveniência, é aplicado em estudos exploratórios ou qualitativos (Gil, 2019).

4.3. Técnicas e Instrumentos para Recolha e Análise de Dados

As técnicas e instrumentos para recolha e análise de dados foi realizada de acordo com a Tabela 4.

Recolha de dados			Análise de dados
Técnica	Instrumento	Dados	Técnica
Observação participante	Rúbrica	Grelha de observação	Análise de conteúdo
Recolha documental	Teste diagnóstico e de aferição de conhecimentos (o teste foi o mesmo, mas um foi aplicado no início e a outro no final)	As respostas dos alunos aos testes diagnóstico inicial e final	- Análise descritiva do tipo inferencial - Análise de conteúdo
	Guia do trabalho prático (os alunos têm de preencher)	As respostas dos alunos ao guia do trabalho prático	- Análise descritiva do tipo inferencial - Análise de conteúdo

Tabela 4 Técnicas e Instrumentos para Recolha e Análise de Dados

A recolha de dados recorreu à observação participante, utilizando uma grelha de observação, e à recolha documental, aplicando um teste diagnóstico aplicado no início e no final da SD e um guia de trabalho prático explorado durante a implementação da SD. Os dados foram analisados por análise de conteúdo (qualitativos) e estatística inferencial (quantitativos).

4.3.1. Observação Participante

A recolha de dados por observação participante foi realizada mediante o preenchimento de uma grelha de observação dos grupos (Apêndice 2), aplicada durante a atividade prática. Para se proceder à análise de conteúdo da observação participante dos grupos foram definidos três critérios de avaliação, com três níveis de desempenho para cada, conforme a Tabela 5. Os critérios foram definidos tendo em conta as áreas de competências definidas no PASEO: C - Raciocínio e resolução de problemas; D - Pensamento crítico e o E - Relacionamento interpessoal.

CrITÉRIOS	NÍVEIS DE DESEMPENHO	
Cooperação (E)	1	O aluno não coopera nem apoia os colegas do grupo na execução das tarefas da atividade.
	2	O aluno coopera e apoia os colegas do grupo na execução de algumas tarefas da atividade.
	3	O aluno coopera e apoia os colegas do grupo na execução de todas as tarefas da atividade.
Compleitude (C)	1	O aluno não completa as tarefas propostas.
	2	O aluno completa, algumas das tarefas propostas.
	3	O aluno completa todas as tarefas propostas.
Raciocínio (D)	1	O aluno não coloca questões pertinentes durante a execução das tarefas da atividade.
	2	O aluno coloca algumas questões pertinentes durante a execução das tarefas da atividade.
	3	O aluno coloca questões pertinentes durante a execução das tarefas da atividade.

Tabela 5 Critérios de Observação e Respetivos Níveis de Desempenho

No âmbito da investigação em educação, a observação participante assume um papel fundamental enquanto método qualitativo que permite aceder de forma aprofundada às dinâmicas pedagógicas. Esta técnica de recolha de dados caracteriza-se pela presença ativa do investigador enquanto observador-participante, o que possibilita a recolha de

dados ricos e contextualizados (Coutinho, 2024; Gil, 2019; Marconi & Lakatos, 2017; Ravitch & Carl, 2021). Contudo, esta aproximação exige uma postura crítica e reflexiva constante. A presença do investigador no terreno pode interferir nas dinâmicas naturais do contexto observado, pelo que é essencial garantir um equilíbrio entre a participação e o distanciamento analítico, assegurando a objetividade e a validade interpretativa (Given, 2023).

4.3.2. Recolha Documental

A recolha de dados foi realizada através da análise documental de dois tipos de produções escritas pelos alunos da turma envolvida na implementação da SD: um teste de diagnóstico inicial (pré) e final (pós) (Apêndice 3), sendo o mesmo teste aplicado antes e após a SD, e um guia de trabalho prático (Apêndice 5) desenvolvido para a intervenção. A Tabela 6 apresenta a tipologia dos itens por questão, as subdivisões da temática da osmose a avaliar e as correspondentes AE do teste diagnóstico (pré e pós-teste).

A opção pela análise documental justifica-se pela sua adequação a estudos de natureza qualitativa, pois permite aceder a dados produzidos no contexto real da prática pedagógica, revelando as competências dos alunos ao longo do percurso formativo (Bardin, 2016; Minayo, 2021). Além disso, este tipo de análise permite triangular informações e aprofundar a compreensão dos efeitos da intervenção didática (Bogdan & Biklen, 1994), respeitando a natureza descritiva e interpretativa da investigação em educação. Esta opção metodológica permitiu recolher evidências sobre a evolução das aprendizagens dos alunos, proporcionando uma comparação entre os desempenhos iniciais e finais, bem como uma análise do processo de construção do conhecimento durante a SD.

Questão			Tipo de Item	Avaliar	AE
Grupo I	1.	Tradicionalmente, o sal era utilizado para conservar alimentos, (...). Pensa e descreve de que forma este processo impede o crescimento de agentes patogénicos.	Construção	Conceito e aplicações da osmose no quotidiano	AE a)
	2.	Verifica-se que quando uma alface é deixada em cima da mesa por algum tempo ela murcha porque... (rodeia a letra que assinala a opção correta). (...)	Seleção		

	3.	Os peixes de água doce e os peixes de água salgada enfrentam desafios distintos para manter o equilíbrio hídrico (...). O que poderá acontecer a um peixe de água doce ao ser colocado no mar?	Construção			
Grupo II	4.	Assinala (...) como Verdadeiro ou Falso. (...)	Seleção	Processo da osmose	AE a) AE b)	
	4.1.	Justifica a tua resposta.	Construção			
	5.	Assinala (...) como Verdadeiro ou Falso. (...)	Seleção			
	5.1.	Justifica a tua resposta.	Construção			
Grupo III	6.	(...) Assinala (...) a opção correta.	Seleção	Previsão e interpretação do processo da osmose em experiências	AE b)	
	6.1.	Justifica a tua resposta.	Construção			
	7.1	(...) Prevê o que acontecerá ao nível da água em cada recipiente após aproximadamente uma hora. Explica a tua resposta.				
	7.2.	Indica a variável independente nesta experiência.		Identificação de Variáveis		
	7.3.	Indica a variável dependente nesta experiência.				
	7.4.	Refere qual(ais) o(s) controlo(s) nesta experiência.				
	8.1.	Considerando o objetivo da investigação, os procedimentos apresentados foram discutidos, tendo sido selecionado o procedimento C como o adequado. Apresenta, fundamentando, para cada um dos procedimentos, A, B e D, um motivo que justifique a tua rejeição.				Interpretação de resultados
	8.2.	(...) Assinala (...) a opção correta.	Seleção	Identificação de variáveis		
	8.3.	(...) Assinala (...) a opção correta.		Interpretação de resultados		

Tabela 6 Questões do Teste Diagnóstico (Pré e Pós-Teste), Tipologia do Item e AE

O guia do trabalho prático era constituído por quatro grupos (Tabela 7). O grupo A do trabalho prático consistia na planificação de uma atividade prática experimental, o grupo B na realização de uma atividade prática experimental, o grupo C em avaliar criticamente o procedimento e por fim o grupo C a discussão dos resultados e elaboração da conclusão do trabalho prático realizado.

Grupo	Tarefa	Tipo de Item	AE
A – Planificação de uma investigação	Planificar uma atividade com todas as etapas claramente definidas e detalhadas.	Construção	b) Planificar e realizar atividades laboratoriais/experimentais sobre difusão/osmose, problematizando, formulando hipóteses e avaliando criticamente procedimentos e resultados. (DGE, 2018)
B – Realizar atividades práticas laboratoriais/experimentais	Registo de dados e construção do gráfico.		
C – Avaliar criticamente procedimentos	Avaliar criticamente os passos do procedimento, com justificação fundamentada para cada passo.		
D – Avaliar criticamente resultados/ Conclusão	Discussão dos resultados com fundamentação e elaboração da conclusão.		

Tabela 7 Tipologia do Item dos Grupos do Trabalho Prático e AE a Avaliar

4.4. Análise de Dados

A análise de conteúdo é uma metodologia amplamente utilizada na investigação qualitativa, permitindo uma interpretação sistemática e objetiva do conteúdo das respostas. Esta técnica visa identificar padrões, categorias ou temas recorrentes, contribuindo para a compreensão profunda dos dados recolhidos (Bardin, 2016). Segundo Bardin (2016), trata-se de um conjunto de técnicas de análise das comunicações que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das respostas, com vista à sua interpretação.

No presente trabalho, realizou-se uma análise de conteúdo do teste diagnóstico (pré e pós-teste), do guia de trabalho prático e da grelha de observação do trabalho prático.

Paralelamente, a análise descritiva de tipo inferencial, inserida no campo da estatística, tem como objetivo não apenas descrever os dados recolhidos, mas também realizar inferências sobre uma população com base numa amostra. Este tipo de análise permite, por exemplo, testar hipóteses e verificar a existência de relações significativas entre variáveis (Coutinho, 2024; Marôco, 2021).

Contudo, importa salientar que a amostra utilizada neste estudo é uma amostra de conveniência, o que constitui uma limitação metodológica, uma vez que não permite a generalização dos resultados para a população em geral (Barañano, 2004; Coutinho, 2024; Etikan et al., 2015; Gil, 2019; Marconi & Lakatos, 2017).

Realizou-se uma análise do tipo inferencial, com recurso a estatística descritiva simples, média, desvio padrão, valor mínimo e valor máximo do teste de diagnóstico e do guia de trabalho prático.

Dado que os dados recolhidos correspondem aos mesmos indivíduos avaliados em dois momentos distintos, recorreu-se ao teste t de *Student* para amostras dependentes (também designado por teste t emparelhado). Este teste é apropriado para situações em que se pretende comparar as médias de duas medições dependentes, ou seja, quando os pares de dados estão logicamente relacionados, como neste caso dos resultados do teste diagnóstico antes (pré) e depois (pós) da intervenção (Field, 2018; Gravetter & Wallnau, 2017). Apesar da crença comum de que o teste t de *Student* para amostras dependentes requer uma amostra com mais de 30 participantes, esta condição não é obrigatória. O que determina a sua aplicabilidade não é o tamanho da amostra em si, mas sim o cumprimento dos pressupostos fundamentais, nomeadamente a normalidade da distribuição das diferenças entre as medidas emparelhadas (por exemplo, entre o pré-teste e o pós-teste). Quando a diferença entre as duas condições emparelhadas segue uma distribuição aproximadamente normal, o teste t emparelhado é considerado robusto e adequado, mesmo com amostras pequenas ($n < 30$). De acordo com Gravetter e Wallnau (2017), “*embora o teste t seja frequentemente associado a amostras maiores, continua válido para amostras pequenas quando o pressuposto de normalidade não é violado*” (p. 317). Field (2018) também reforça que “*para amostras pequenas, o teste t para amostras emparelhadas continua a ser apropriado se as diferenças forem normalmente distribuídas*”.

A análise estatística inferencial dos dados recolhidos neste PII foi efetuada com recurso ao software *IBM® Statistical Package for the Social Sciences®*, versão 30 e fixou-se o valor de significância em 0,05 para todos os procedimentos estatísticos. Como o tamanho da amostra era pequeno ($n < 20$), realizou-se o teste de *Shapiro-Wilk* (Shapiro & Wilk, 1965) para avaliar a normalidade da distribuição, antes de se definir o teste estatístico a ser aplicado. Como a normalidade da distribuição foi verificada para a amostra ($p < 0,05$), foi aplicado o teste t *emparelhado* com o objetivo de verificar se houve uma evolução estatisticamente significativa dos resultados do pré-teste para os resultados do pós-teste.

Para se proceder à análise dos resultados dos testes diagnóstico (pré e pós-teste) e dos guias de trabalho prático, estes foram corrigidos e as respostas cotadas de acordo com critérios de avaliação específicos. Foi atribuída, a cada teste diagnóstico e a cada guia de trabalho prático, uma classificação de 0 a 200 pontos. Foram definidos quatro níveis

de classificação: Insuficiente (para uma pontuação entre 0 e 94), Suficiente (para uma pontuação entre 95 e 134), Bom (para uma pontuação entre 135 e 174) e Muito Bom (para uma pontuação entre 175 e 200). Os critérios de correção do teste diagnóstico encontram-se no Apêndice 4 e os critérios de correção do guia de trabalho prático encontram-se no Apêndice 6.

4.5. Validade e Fidelidade do Estudo

A validade e a fidelidade avaliam se um instrumento de recolha de dados apresenta precisão e relevância da informação dos resultados (Coutinho,2024).

A validade garante o rigor e a consistência dos resultados, enquanto a fidelidade ou fiabilidade avalia a dispersão dos resultados, independentemente das condições aplicadas. Um instrumento de recolha de dados é fiável se oferece resultados concordantes quando aplicado à mesma amostra em momentos distintos, ou seja, se é consistente nos resultados (Coutinho, 2024).

Os instrumentos de recolha de dados que foram aplicados no presente PII foram construídos e validados em colaboração com a Professora Cooperante e com a Professora Orientadora da FCUP.

4.6. Cronograma

Dado que o projeto desempenhou um papel essencial na implementação da IPP, o presente cronograma (Tabela 8), detalha as diferentes fases desde o início do projeto até à entrega do relatório de estágio.

	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.
Fase I										
Fase II										
Fase III										
Fase IV										
Fase V										

Tabela 8 Cronograma do Projeto

Fase I (setembro a junho de 2024) – Revisão da literatura sobre o tema, com maior intensidade nos primeiros meses e complementação durante a redação do relatório de estágio. Incluiu a planificação do programa de intervenção e a construção dos materiais didáticos para aprovação e implementação. Fase II (fevereiro e março de 2024) – Entrega dos consentimentos informados dos encarregados de educação e assentimento dos alunos, seguida pela implementação do projeto. Fase III (março e abril de 2024) – Recolha de dados ao longo da implementação do projeto. Fase IV (abril de 2024) –

Análise dos resultados recolhidos durante a fase anterior. Fase V (maio e junho de 2024)
– Redação do relatório de estágio e atualização necessária da bibliografia.

4.7. Questões de Ética

Para se poder realizar e implementar o PII foi efetuado o pedido do parecer à Comissão de Ética (CE) da FCUP, o consentimento informado aos encarregados de educação dos alunos, o assentimento informado aos alunos onde é garantido o anonimato, o voluntariado e a confidencialidade no tratamento dos dados obtidos durante a investigação (Apêndice 8). O documento da CE encontra-se no Anexo 1, cujo parecer foi favorável ao presente PII (referência do processo: CE2025/p190).

5. Resultados e Discussão

Este capítulo apresenta os resultados obtidos durante a implementação do PII, bem como a respetiva análise e discussão. A interpretação dos dados foi realizada através de análise de conteúdo, estatística descritiva simples e aplicação de um teste estatístico.

5.1. Resultados das Classificações Obtidas no Pré e no Pós-Teste

Ao analisar as classificações obtidas no pré-teste (Tabela 9) verificou-se que a média obtida correspondeu a um nível de classificação “Insuficiente”, sendo que nenhum aluno obteve classificação positiva (Máximo 88), no entanto, não houve nenhum aluno com pontuação igual a zero (Mínimo 16).

Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
60	22	88	16

Tabela 9 Estatística Descritiva das Classificações Obtidas no Pré-Teste

Ao analisar as classificações obtidas no pós-teste (Tabela 10) verificou-se que a média obtida correspondeu a um nível de classificação “Suficiente”, sendo que houve um aluno que obteve classificação “Bom” (Máximo 174), não houve nenhum aluno com pontuação igual a zero (Mínimo 41).

Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
105	38	174	41

Tabela 10 Estatística Descritiva das Classificações Obtidas no Pós-Teste

No pré-teste (Tabela 11) os dezoito alunos obtiveram classificação de “Insuficiente” o que corresponde a 100% dos alunos.

Em relação aos resultados no desvio padrão verifica-se que houve uma variação moderada no Pré e no Pós-teste, no entanto, esta variação foi maior nas classificações dos alunos no pós-teste (38) do que no pré-teste (22).

No pós-teste (Tabela 11) sete alunos obtiveram classificação de “Insuficiente”, seis a classificação de “Suficiente” e cinco alunos obtiveram a classificação de “Bom” o que corresponde, respetivamente, a 38,9%, a 33,3% e a 27,8% dos alunos da turma. Nenhum aluno obteve a classificação de “Muito Bom” correspondendo a 0,0%.

Teste	Níveis de Classificação	Frequência Absoluta (n=18)	Frequência Relativa (%)
Pré	Insuficiente	18	100,0
	Suficiente	0	0,0
	Bom	0	0,0
	Muito Bom	0	0,0
Pós	Insuficiente	7	38,9
	Suficiente	6	33,3
	Bom	5	27,8
	Muito Bom	0	0,0

Tabela 11 Frequência Absoluta e Relativa das Classificações Obtidas nos Pré-teste e no Pós-teste

A pontuação média obtida no pós-teste aumentou em relação ao pré-teste em cerca de 45 pontos, passando de uma classificação de “Insuficiente” para “Suficiente” ou “Bom”. Também se verificou uma subida nas classificações Mínima e Máxima registadas.

Da análise dos resultados obtidos no pré em relação ao pós-teste (Figura 1) verifica-se que houve uma diminuição no número de classificações “Insuficiente” e um aumento das classificações de “Suficiente” e de “Bom”.

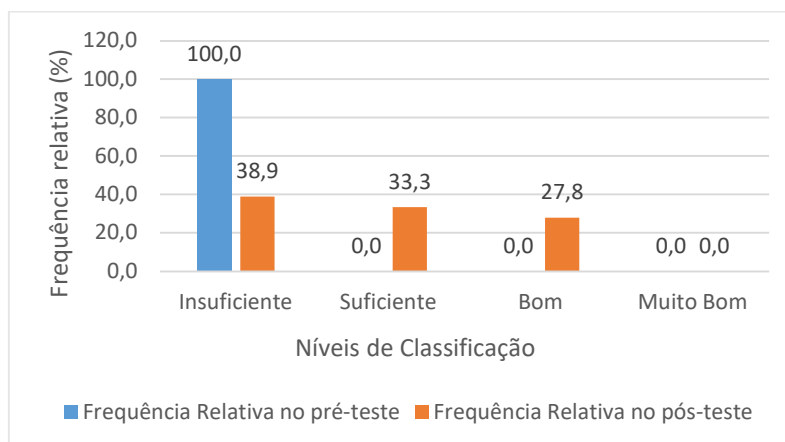


Figura 1 Representação Gráfica das Frequências Relativas por Nível de Classificação Obtidas para o Pré e Pós-Teste

Os resultados obtidos com recurso ao software *IBM® Statistical Package for Social Sciences*® são descritos em seguida.

A aplicação do teste *t de Student* para amostras dependentes (*t emparelhado*) permite avaliar se a diferença média entre os resultados do pré e do pós-teste é estatisticamente significativa, com base no cálculo do valor *t*.

Antes da aplicação do teste *t emparelhado*, verificaram-se os pressupostos seguintes:

a) os dados seguiam aproximadamente uma distribuição normal segundo a teoria do

teorema do limite central (Pallant, 2020; Reis et al., 2019); b) a correspondência entre os pares foi assegurada, garantindo que cada par representa o mesmo aluno nos dois momentos de avaliação.

Assim, foi aplicado o teste de normalidade de *Shapiro-Wilk* (Shapiro & Wilk, 1965) às variáveis pré-teste e pós-teste. Os resultados demonstraram que, para ambas as variáveis, os valores de significância (Sig.) foram superiores a 0,05. Para o teste de *Shapiro-Wilk* obteve-se os seguintes valores: pré-teste ($p = 0,454$) e pós-teste ($p = 0,841$). Assim, não se rejeita a hipótese nula de normalidade, concluindo-se que os dados do pré-teste e do pós-teste seguem uma distribuição aproximadamente normal.

Os resultados para o *t emparelhado* indicaram uma diferença significativa entre os dois momentos de avaliação, com uma média de diferença de 45,22 (desvio padrão da média = 37,60), $t(n=17) = 5,103$, $p < 0,001$. O valor de t de 5,103 é muito superior ao valor crítico de referência de $t_{(0,001; 17)} = 3,965$ da distribuição *t de Student*, com nível de significância $\alpha < 0,001$ e 17 graus de liberdade ($n-1$) (Reis et al., 2019). O intervalo de confiança a 95% para a diferença média variou entre 63,92 e 26,53, não incluindo o zero, o que reforça a significância estatística do resultado. Estes dados sugerem uma melhoria significativa no desempenho dos alunos após a intervenção, o que significa que a melhoria dos resultados no pós-teste é altamente improvável de ter ocorrido por acaso (Coutinho, 2024; Reis et al., 2019).

5.2. Resultados das Classificações Obtidas no Guia de Trabalho Prático

A Tabela 12 revela que a média das classificações obtidas foi de 159 pontos, numa escala de 0 a 200, com um desvio padrão de 28, o que indica uma variação moderada nas classificações dos alunos. O valor máximo registado foi de 200 pontos, correspondendo à pontuação total possível, enquanto o mínimo foi de 100 pontos, valor ainda assim positivo, sugerindo que todos os alunos demonstraram um nível mínimo de desempenho satisfatório.

Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
159	28	200	100

Tabela 12 Estatística Descritiva das Classificações Obtidas no Guia de Trabalho Prático

A Tabela 13 reforça esta leitura ao apresentar a distribuição das classificações por níveis qualitativos. Verifica-se que nenhum aluno obteve classificação "Insuficiente", o que é um dado positivo. Apenas dois alunos (11,1%) situaram-se no nível de "Suficiente",

enquanto a maioria, dez alunos (55,6%), alcançou a classificação de "Bom". Ainda, seis alunos (33,3%) atingiram o nível mais elevado, "Muito Bom".

Estes resultados indicam, de forma clara, um desempenho globalmente positivo por parte dos alunos na realização do guia de trabalho prático. A ausência de classificações negativas e a concentração das classificações nos níveis de "Bom" e "Muito Bom" sugerem um bom domínio dos conteúdos por parte dos alunos.

O desvio padrão relativamente reduzido (28) indica ainda uma dispersão controlada dos resultados, reforçando a ideia de que a maioria dos alunos apresentou desempenhos dentro de um intervalo de variação próximo da média.

Níveis de Classificação	Frequência Absoluta (n=18)	Frequência Relativa (%)
Insuficiente	0	0,0
Suficiente	2	11,1
Bom	10	55,6
Muito Bom	6	33,3

Tabela 13 *Frequência Absoluta e Relativa das Classificações Obtidas no Guia de Trabalho Prático*

A Tabela 14 apresenta as frequências absolutas e relativas das classificações obtidas pelos alunos em cada um dos quatro grupos avaliados no guia de trabalho prático.

No Grupo A - planificar atividades práticas experimentais, oito alunos (44,4%) obtiveram classificação positiva. No Grupo B - realizar atividades práticas laboratoriais/ experimentais, foram quinze alunos (83,3%). No Grupo C - avaliar criticamente procedimentos, também quinze alunos (83,3%) tiveram classificações positivas. Por fim, no Grupo D - discussão dos resultados/ Conclusão, nove alunos (50,0%) atingiram classificação positiva.

Guia de Trabalho Prático	Frequência Absoluta (n=18)	Frequência Relativa (%)
A - Planificar atividades práticas experimentais	8	44,4
B - Realizar atividades práticas laboratoriais/ experimentais	15	83,3
C - Avaliar criticamente procedimentos	15	83,3
D - Discussão de resultados/ Conclusão	9	50,0

Tabela 14 *Frequência Absoluta e Relativa das Classificações Obtidas em cada Grupo do Guia de Trabalho Prático*

Observa-se que os Grupos B e C registam as maiores percentagens de sucesso (83,3%), o que pode refletir maior familiaridade dos alunos com as tarefas de execução

prática e com a avaliação crítica dos procedimentos utilizados. Estes dois grupos parecem representar áreas em que os alunos se sentem mais confortáveis ou que foram mais desenvolvidas ao longo da sua aprendizagem.

Já os Grupos A e D apresentam percentagens mais baixas de classificações positivas, com 44,4% e 50,0%, respetivamente. No caso do Grupo A, os dados indicam que menos de metade dos alunos foi bem-sucedida na planificação das atividades experimentais, enquanto no Grupo D apenas metade demonstrou competência na discussão dos resultados e na elaboração das conclusões. Esta diferença de desempenho pode apontar para dificuldades específicas na abordagem destas etapas, ou ainda para uma menor ênfase dada a estas dimensões no decorrer da prática letiva.

5.3. Resultados Obtidos no Pré e Pós-Teste às Questões sobre a Osmose

5.3.1. Conceito e Aplicações da Osmose no Quotidiano

Os resultados obtidos (Tabela 15) para as questões relacionadas com o conceito e aplicação da osmose no quotidiano (conservação alimentar, plasmólise em células vegetais e osmorregulação em animais) evidenciam progressos relevantes. Na questão Q1, o número de respostas corretas subiu de dois (11,1%) no pré-teste para seis (33,3%) no pós-teste. Na questão Q2, o progresso foi de nove (50%) para catorze (77,8%), representando um aumento notável na compreensão da plasmólise. Já na questão Q3, partindo de uma base nula (0%), observou-se uma melhoria para seis respostas corretas (33,3%).

Teste	Questões	Frequência Absoluta (n=18)	Frequência Relativa (%)
Pré	Q1	2	11,1
	Q2	9	50,0
	Q3	0	0,0
Pós	Q1	6	33,3
	Q2	14	77,8
	Q3	6	33,3

Tabela 15 *Frequência Relativa e Absoluta de Respostas Corretas nos Pré e Pós-Teste para as questões Q1, Q2 e Q3*

5.3.2. Processo da Osmose

Da análise dos resultados obtidos (Tabela 16) para as questões que abordavam o processo da osmose (membrana semipermeável, gradiente de concentração, pressão osmótica e equilíbrio dinâmico) mostraram bons resultados iniciais, com melhorias discretas. Na questão Q4 de catorze (77,8%) para dezasseis (88,9%). Na questão Q4.1

manteve-se estável com catorze respostas corretas (77,8%) em ambos os testes. Na questão Q5, observou-se uma melhoria de doze (66,7%) para catorze (77,8%). E na questão Q5.1 de nove (50%) para doze (66,7%).

Teste	Questões	Frequência Absoluta (n=18)	Frequência Relativa (%)
Pré	Q4	14	77,8
	Q4.1	14	77,8
	Q5	12	66,7
	Q5.1	9	50,0
Pós	Q4	16	88,9
	Q4.1	14	77,8
	Q5	14	77,8
	Q5.1	12	66,7

Tabela 16 Frequência Relativa e Absoluta de Respostas Corretas nos Pré e Pós-Teste para as questões Q4, Q4.1, Q5 e Q5.1

5.4. Resultados Obtidos no Pré e Pós-Teste às Questões sobre Planificar Atividades Práticas Experimentais

5.4.1. Previsão e Interpretação do Processo da Osmose em Experiências

Da análise dos resultados (Tabela 17) às questões Q6, Q6.1 e Q7.1 relacionadas com a previsão e interpretação do processo da osmose em experiências, mostram progressos relevantes. As questões Q6 e Q6.1 passaram de zero (0%) para cinco (27,8%) e Q7.1 registou um aumento expressivo, de quatro (22,2%) para doze (66,7%) de respostas corretas.

Teste	Questões	Frequência Absoluta (n=18)	Frequência Relativa (%)
Pré	Q6	0	0,0
	Q6.1	0	0,0
	Q7.1	4	22,2
Pró	Q6	5	27,8
	Q6.1	5	27,8
	Q7.1	12	66,7

Tabela 17 Frequência Relativa e Absoluta de Respostas Corretas nos Pré e Pós-Teste para as questões Q6, Q6.1 e Q7.1

5.4.2. Identificação de Variáveis

Os dados obtidos (Tabela 18) nas questões de identificação de variáveis, dependente, independente e de controlo mostrou resultados mistos. Na questão Q7.2 (variável independente), as respostas corretas subiram de um (5,6%) para dois (11,1%). Na questão Q7.3 (variável dependente) passou de dois (11,1%) para nove (50%),

demonstrando um aumento. Na questão Q7.4 (controlo), não houve mudança, mantendo-se em nove respostas corretas (50%). Na questão Q8.2, observou-se um ligeiro progresso, de dois (11,1%) para cinco (27,8%).

Teste	Questões	Frequência Absoluta (n=18)	Frequência Relativa (%)
Pré	Q7.2	1	5,6
	Q7.3	2	11,1
	Q7.4	9	50,0
	Q8.2	2	11,1
Pós	Q7.2	2	11,1
	Q7.3	9	50,0
	Q7.4	9	50,0
	Q8.2	5	27,8

Tabela 18 *Frequência Relativa e Absoluta de Respostas Corretas nos Pré e Pós-Teste para as questões Q7.2, Q7.3, Q7.4 e Q8.2*

5.4.3. Interpretação de Resultados

Na análise das questões relacionadas com a metodologia científica para a obtenção de resultados fiáveis e de qualidade, os resultados foram contrastantes (Tabela 19). Na questão Q8.1, que exigia a justificação da rejeição de procedimentos alternativos, teve um desempenho baixo de zero (0%) para apenas dois (11,1%). Já na questão Q8.3, centrada na análise e fundamentação de resultados experimentais, subiu de três (16,7%) para doze (66,7%).

Teste	Questões	Frequência Absoluta (n=18)	Frequência Relativa (%)
Pré	Q8.1	0	0,0
	Q8.3	3	16,7
Pós	Q8.1	2	11,1
	Q8.3	12	66,7

Tabela 19 *Frequência Relativa e Absoluta de Respostas Corretas nos Pré e Pós-Teste para as questões Q8.1 e 8.3*

A análise dos dados dos grupos do guia de trabalho prático, em articulação com os resultados das questões sobre osmose no pré e pós-teste, permite identificar tendências relevantes no desenvolvimento das aprendizagens. A organização das tarefas no guia de trabalho prático por grupos: A (planificação), B (execução), C (avaliação crítica de procedimentos) e D (discussão e conclusão), possibilitou uma avaliação por AE, concretamente no âmbito da osmose e da experimentação científica. Paralelamente, o

teste diagnóstico incluiu questões orientadas para avaliar as mesmas AE, permitindo, assim, uma análise cruzada entre desempenho prático e desempenho teórico.

O Grupo A do guia de trabalho prático tinha como tarefa elaborar uma planificação detalhada de uma atividade prática do tipo experimental, com definição clara das etapas, formulação de hipóteses e problematização inicial. Esta tarefa, de natureza construtiva, corresponde à AE b), que requer a capacidade de planear e realizar atividades laboratoriais sobre osmose. A articulação com os resultados do teste revela um paralelismo evidente com questões como Q6.1, Q7.1 e Q8.1, as quais exigem previsão de resultados, justificação de decisões metodológicas e avaliação de alternativas. Observa-se uma evolução positiva entre o pré e o pós-teste, nomeadamente na questão Q7.1, onde as respostas corretas aumentaram de 22,2% para 66,7%, sugerindo uma maior capacidade de antecipar resultados com base no raciocínio. Contudo, nas questões de maior complexidade argumentativa, como Q8.1, apenas 11,1% dos alunos apresentaram uma resposta correta no pós-teste, o que pode indicar que, apesar da prática de planificação, persistem dificuldades na justificação fundamentada das escolhas experimentais. Este resultado aponta para a necessidade de aprofundar a prática reflexiva na planificação experimental.

O Grupo B tinha como tarefa realizar a atividade prática, registar os dados obtidos e construir o respetivo gráfico. Estas competências, de cariz procedimental, estão igualmente associadas à AE b), incidindo particularmente na operacionalização e observação dos processos de osmose. Nos testes, as competências associadas foram avaliadas através das questões Q4, Q5, Q6 e Q7.1. Os resultados indicam melhorias consistentes, com destaque para a questão Q6, em que as respostas corretas passaram de 0% para 27,8%, e Q4, onde se verificou um aumento de 77,8% para 88,9% de respostas corretas. Estes dados sugerem que a experiência direta com os materiais e procedimentos experimentais favoreceu a apropriação de conceitos e processos ligados à osmose, como o movimento da água em função do gradiente de concentração ou o comportamento da membrana semipermeável. A aprendizagem por manipulação e observação parece, assim, contribuir para a internalização dos conceitos científicos.

O Grupo C do guia de trabalho prático tinha como tarefa a análise crítica dos procedimentos adotados na atividade anterior, avaliando a sua adequação e fundamentando as escolhas feitas. Esta tarefa exige não apenas conhecimento dos processos, mas também capacidade de reflexão sobre a validade e rigor da metodologia. No teste diagnóstico, este tipo de competência foi avaliado, sobretudo, nas questões Q7.2 a Q7.4 e Q8.2, relacionadas com a identificação das variáveis envolvidas

na experiência (independente, dependente e de controlo). Os resultados, ainda que com alguma melhoria entre os dois momentos de avaliação, revelam progressos relativamente modestos. Por exemplo, na questão Q7.3 (variável dependente), registou-se um aumento de 11,1% para 50,0% de respostas corretas, enquanto Q7.2 (variável independente) apresentou apenas 11,1% de respostas corretas no pós-teste. Estes dados podem refletir que a análise crítica do procedimento, embora trabalhada em grupo, não foi suficiente para garantir a transferência conceptual para os domínios da linguagem científica formal. Tal poderá indicar que a identificação e classificação de variáveis requer, para além da experiência prática, um ensino mais explícito e sistemático sobre a estrutura lógica do procedimento experimental.

Por fim, o Grupo D do trabalho prático tinha como tarefa a análise dos dados obtidos e elaboração de conclusões com base nas evidências, tarefas integradas no domínio da AE b). Esta dimensão foi operacionalizada nas questões Q8.1 e Q8.3, que exigem a interpretação de dados experimentais e a fundamentação de escolhas metodológicas. Os resultados demonstram uma melhoria significativa na questão Q8.3, com um aumento de respostas corretas de 16,7% no pré-teste para 66,7% no pós-teste. Esta evolução aponta para um progresso na capacidade de interpretar criticamente os resultados, identificando relações causais e efeitos esperados. Por outro lado, a questão Q8.1, que exigia maior profundidade argumentativa, teve um desempenho mais limitado (apenas 11,1% de respostas corretas no pós-teste), o que sugere que a elaboração de conclusões fundamentadas pode não ter sido plenamente consolidada. Ainda assim, o envolvimento na discussão coletiva e na interpretação de resultados parece ter favorecido o desenvolvimento de competências inferenciais e reflexivas.

5.4.4. Grelha de Observação do Trabalho Prático

A grelha de observação do trabalho prático permitiu observar a cooperação, a completude e o raciocínio entre os alunos de cada grupo de trabalho durante a implementação do PII. Estes resultados foram analisados com base nas frequências absolutas e relativas obtidas para cada critério.

A análise dos dados (Figuras 2 e 3) revela variações no desempenho dos alunos consoante o critério avaliado na grelha de observação do trabalho prático.

No critério de cooperação, a maioria dos alunos obteve classificações nos níveis mais elevados, com 38,9% no nível 3 e 44,4% no nível 2. Apenas 16,7% demonstraram dificuldades nesta área, o que indica que o relacionamento interpessoal foi, de um modo geral, bom durante a atividade.

A completude apresentou uma tendência fortemente concentrada no nível 2 (72,2%), com uma menor percentagem de alunos (27,8%) a atingir o nível mais elevado e nenhum a ser classificado no nível 1. Este padrão pode refletir um desempenho satisfatório em termos de execução global das tarefas, embora sem grande excelência na completude na maioria dos casos refletindo um desempenho satisfatório no raciocínio e resolução de problemas.

O critério com os resultados mais críticos foi o raciocínio, em que 44,4% dos alunos foram classificados no nível 1, o que representa a percentagem mais elevada de baixo desempenho entre todos os critérios. Apenas 27,8% atingiram o nível mais elevado, o mesmo valor para o nível 2. Este resultado sugere dificuldades mais acentuadas na capacidade de pensar criticamente (pensamento crítico), justificar procedimentos ou tirar conclusões fundamentadas durante o trabalho prático.

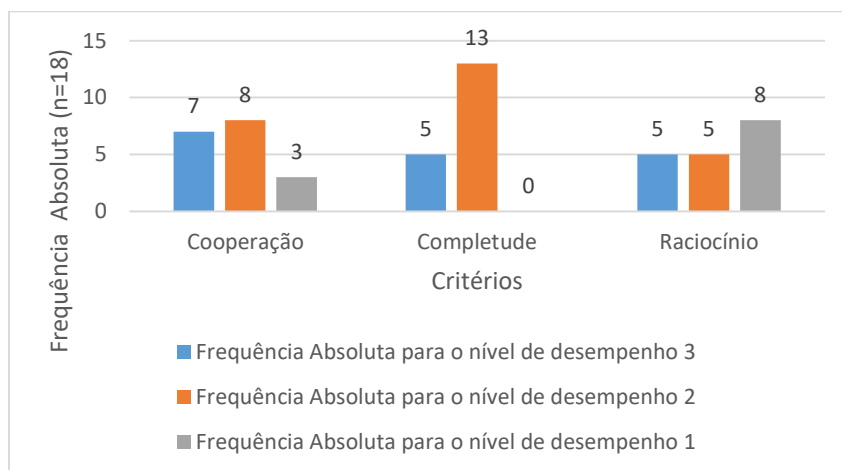


Figura 2 Representação Gráfica das Frequências Absolutas por Critério da Grelha de Observação do Trabalho Prático

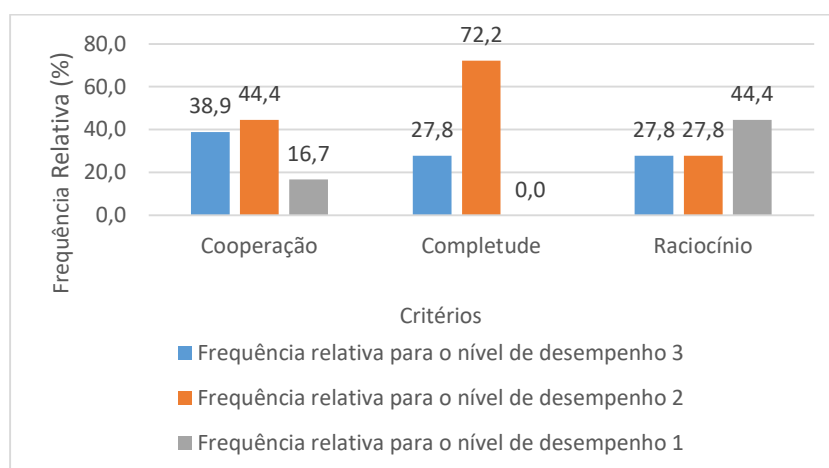


Figura 3 Representação Gráfica das Frequências Relativas por Critério da Grelha de Observação do Trabalho Prático

A análise dos resultados obtidos através da grelha de observação do trabalho prático permite uma leitura das competências processuais demonstradas pelos alunos durante a realização das tarefas práticas, nomeadamente no que diz respeito à cooperação, completude e raciocínio. Estes dados podem ser discutidos à luz dos resultados dos pré e pós-testes, que avaliaram os conhecimentos conceptuais sobre a osmose e a capacidade de planificar, executar e interpretar atividades experimentais.

A cooperação apresentou uma concentração relevante no nível 2 ($n=8$), com resultados semelhantes nos níveis 3 ($n=7$) e 1 ($n=3$). Este padrão sugere que, na generalidade, os alunos colaboraram de forma consistente, o que poderá ter contribuído para a construção coletiva de conhecimento, especialmente nas tarefas que exigiram discussão de conceitos e análise de procedimentos. A cooperação poderá estar associada à melhoria nas questões de raciocínio e análise de resultados (Q5.1, Q8.3), que implicaram diálogo e confronto de ideias no seio do grupo.

No critério da completude, destaca-se o predomínio do nível 2 ($n=13$), com menor expressão nos níveis 3 ($n=5$) e 1 ($n=0$). Este dado indica que, apesar de os alunos terem, em geral, cumprido as etapas das tarefas, poderá ter havido alguma dificuldade em aprofundar ou finalizar certos aspetos do trabalho prático. A correspondência com os resultados das questões sobre identificação de variáveis (Q7.2 a Q8.2) é pertinente, já que estas apresentaram respostas corretas pouco expressivas, mesmo no pós-teste. Isto pode sugerir que, embora os alunos tenham realizado as tarefas, nem sempre as completaram com precisão conceptual, o que é refletido nas dificuldades em distinguir entre variáveis dependentes, independentes e de controlo.

O critério de raciocínio revelou um contraste mais evidente: 8 registos no nível 1, e apenas 5 nos níveis 2 e 3. Este dado aponta para uma limitação no desenvolvimento de argumentos lógicos e na explicação fundamentada dos fenómenos. Esta limitação é igualmente visível nas questões que exigiam raciocínio científico, como Q8.1 (justificação da metodologia) e Q1/Q3 (compreensão conceptual da osmose), onde os acertos foram baixos, mesmo após a intervenção. O raciocínio científico parece ser uma competência mais frágil no grupo em estudo, exigindo maior apoio para desenvolver uma análise crítica consistente.

A integração destes dois conjuntos de dados permite observar que as competências processuais, nomeadamente a cooperação, se refletem de forma positiva em algumas melhorias de desempenho nos testes. Por outro lado, dificuldades em critérios como

raciocínio e completude podem estar relacionadas com a persistência de conceções alternativas ou falhas na articulação entre o fazer e o compreender.

Ao relacionar os grupos do guia com os dados obtidos: o Grupo A, tarefa da planificação, teve progressos na compreensão dos conceitos e aplicações da osmose (Q1, Q2, Q3), embora persistam dificuldades em interpretar cientificamente o fenómeno; os Grupos B, C e D, tarefa de realização, avaliação crítica e discussão das experiências, apresentaram melhorias notórias em questões relacionadas com a previsão de resultados e análise dos fenómenos osmóticos (Q4, Q5, Q6, Q7.1), o que poderá refletir o envolvimento ativo nas tarefas práticas; o Grupo C, em particular, mostrou melhorias na identificação de variáveis, embora com limitações, o que se alinha com os dados da grelha que indicam que os alunos cumpriram parcialmente os objetivos das tarefas; o Grupo D, centrado na interpretação de resultados, evidenciou progresso nas questões de análise de fiabilidade (Q8.3), mas dificuldades persistentes na justificação metodológica (Q8.1), o que se relaciona com os dados do raciocínio da grelha de observação.

6. Conclusões e Futuras Investigações

Este capítulo final apresenta as conclusões da investigação, elaboradas com base nos objetivos inicialmente definidos para o presente PII, assim como as limitações do estudo e propostas para futuras linhas de investigação.

6.1. Conclusões

Com o presente PII pretendeu-se analisar o contributo da aplicação de uma SD, na área da Biologia, baseada em atividades práticas experimentais integradas no EOAI, para a promoção das AE no tema da membrana celular, mais propriamente no processo de osmose. Tendo em conta os objetivos científicos definidos para o presente PII nomeadamente de “Promover a compreensão do processo de osmose” a análise dos dados recolhidos aponta para uma evolução positiva nas aprendizagens dos alunos. Os resultados do pós-teste evidenciam um aumento substancial na percentagem de respostas corretas em grande parte das questões, sobretudo aquelas relacionadas com o conceito e aplicações da osmose, o processo da osmose, bem como na interpretação de experiências e identificação de variáveis, sugerindo que a SD promoveu uma consolidação de conhecimentos científicos (Gericke et al., 2023; Hofstein & Lunetta, 2004; Mutlu, 2020; Oliveira & Bonito, 2023). Verificou-se também um avanço nas competências associadas à previsão, justificação e análise crítica de procedimentos.

Do ponto de vista estatístico, a aplicação do teste *t* *emparelhado* para amostras emparelhadas revelou um resultado significativo. O valor obtido ($t = 5,103$) supera largamente o valor crítico de referência ($t_{(0,001; 17)} = 3,965$), com um nível de significância de $\alpha < 0,001$ e 17 graus de liberdade. Estes resultados evidenciam que a melhoria nos desempenhos dos alunos entre o pré e o pós-teste foi estatisticamente significativa, sendo extremamente improvável que tal diferença se deva ao acaso ($p < 0,001$). Este resultado reforça a hipótese de que a intervenção pedagógica teve um impacto efetivo e positivo na aprendizagem dos participantes.

Quanto ao objetivo científico de “Fomentar competências relacionadas com a utilização do método científico” no que diz respeito à dimensão prática, os dados do guia de trabalho prático, mostraram que os alunos foram capazes de aplicar o método científico nas várias etapas de uma investigação: planificação, execução experimental, avaliação crítica dos procedimentos e discussão dos resultados. A integração das respostas dadas às questões do pré e pós-teste com as tarefas práticas realizadas demonstrou coerência entre os saberes teóricos e a aplicação prática, revelando que os alunos foram

progressivamente capazes de transferir o conhecimento adquirido para contextos experimentais reais (González-Peña et al., 2021).

Quanto ao objetivo científico de “Desenvolver competências de raciocínio e resolução de problemas, pensamento crítico e o relacionamento interpessoal” as grelhas de observação permitiram identificar evidências de cooperação entre pares e de completude na realização das tarefas propostas, ao nível do relacionamento interpessoal, da resolução de problemas e do pensamento crítico. Os resultados evidenciam, contudo, para a necessidade de um maior esforço no desenvolvimento do raciocínio, tal como recomendado por outros autores (Alves et al., 2020).

No que diz respeito aos objetivos profissionais alcançados, destaca-se o desenvolvimento de competências fundamentais para a prática docente, em particular aplicar, de forma contextualizada, a metodologia de EOAI, através da conceção e implementação de atividades práticas experimentais no ensino da disciplina de Biologia; e reforçar a articulação entre teoria e prática, envolvendo os alunos no processo de construção do conhecimento.

Paralelamente, a PI aprofundou competências no domínio da investigação educacional, através da utilização da metodologia de IA. Esta permitiu uma reflexão crítica sobre a sua própria prática pedagógica, incentivando uma postura investigativa e de melhoria contínua na área do ensino, nomeadamente no que respeita à planificação de aulas, a elaboração de recursos didáticos e ao modo de avaliação dos alunos. Este processo contribuiu igualmente para o aperfeiçoamento das competências científicas no ensino da disciplina, permitindo consolidar os conhecimentos de forma contextualizada e reflexiva.

6.2. Limitações do Estudo

Apesar da relevância dos resultados obtidos, esta investigação apresenta algumas limitações que importa salientar, nomeadamente no que diz respeito à metodologia adotada, a IA. Embora esta metodologia se revele particularmente útil em contextos educativos, ao permitir uma intervenção direta e reflexiva no terreno, a sua natureza cíclica e contextualizada levanta também questões quanto à generalização dos resultados.

A IA assenta em ciclos sucessivos de planificação, ação, observação e reflexão, o que favorece a melhoria contínua das práticas, mas implica igualmente uma forte dependência do contexto específico em que é aplicada (Coutinho, 2024; Gil, 2019;

Marconi & Lacatos, 2017). Neste sentido, uma das principais limitações prende-se com o facto de os dados recolhidos refletirem as dinâmicas particulares de um único estabelecimento de ensino e de um grupo específico de alunos, neste caso 18 alunos, o que condiciona a possibilidade de extrapolação para outros contextos educativos.

Adicionalmente, a duração limitada de cada ciclo pode dificultar a obtenção de evidências sólidas quanto à sustentabilidade das mudanças observadas, especialmente no que concerne à consolidação das aprendizagens e à transferência de competências para outras situações. Outro constrangimento associado à IA reside na forte implicação do investigador no processo, o que, embora enriqueça a intervenção pedagógica, pode introduzir enviesamentos na análise dos dados, nomeadamente na interpretação das reações e dos resultados obtidos (Bardin, 2016; Bogdan & Biklen, 1994; Coutinho, 2024; Gil, 2019; Gravetter & Wallnau, 2017; Marconi & Lakatos, 2017; Minayo, 2021). A subjetividade inerente ao duplo papel de investigador e agente de mudança pode, assim, ter comprometido a objetividade e a fiabilidade dos resultados.

6.3. Sugestões para Futuras Investigações

Para ultrapassar as limitações anteriormente identificadas, recomenda-se que futuras investigações combinem a IA com metodologias mistas, integrando técnicas quantitativas e qualitativas mais robustas. A inclusão de instrumentos de avaliação qualitativa aprofundada, como entrevistas semiestruturadas ou grupos focais, poderá contribuir para uma compreensão mais abrangente das perceções dos alunos face ao processo de aprendizagem. Acresce ainda a pertinência de realizar estudos em contextos diversificados e ao longo de períodos mais alargados, de forma a captar os efeitos a médio e longo prazo das intervenções pedagógicas.

Por fim, sugere-se a ampliação da investigação a outras áreas disciplinares, permitindo assim avaliar a transferibilidade e a eficácia das estratégias implementadas em diferentes domínios do conhecimento. Esta estratégia contribuirá para o fortalecimento do conhecimento científico na área da educação e para a melhoria contínua das práticas letivas.

7. Referências Bibliográficas

- Ainiyah, M., Ibrahim, M. & Hidayat, M. (2018). The profile of student misconceptions on the human and plant transport systems. *Journal of Physics: Conference Series*, 947, 1-6. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/947/1/012064>
- Alves, J. F., da Silva, L. B., & dos Reis, D. A. (2020). Reflexões sobre metodologias do ensino de Biologia. *Research, Society and Development*, 9(8), e850985951. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i8.5951>
- Apedaile, L. (2020). Demonstrating the role of osmosis in diabetes using growing spheres. *The American Biology Teacher*, 82(7), 494-497. <https://doi.org/10.1525/abt.2020.82.7.494>
- Bada, S. O., & Olusegun, S. (2015). Constructivism learning theory: A paradigm for teaching and learning. *Journal of Research & Method in Education*, 5(6), 66-70. <https://doi.org/10.9790/7388-05616670>
- Barañano, A. M. (2004). *Métodos e Técnicas de Investigação em Gestão* (1ª ed.). Edições Sílabo.
- Bardin, L. (2016). *Análise de conteúdo* (Edição revista e atualizada). Edições 70.
- Bogdan, R., & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação: Uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto Editora.
- Bumbacher, E., Salehi, S., Wieman, C., & Blikstein, P. (2018). Tools for science inquiry learning: Tool affordances, experimentation strategies, and conceptual understanding. *Journal of Science Education and Technology*, 27, 215-235. <https://doi.org/10.1007/s10956-017-9719-8>
- Cachapuz, F., Jorge, M. P., & Praia, J. (2002). *Ciência, educação em ciência e ensino das ciências*. (26). Instituto de Inovação Educacional.
- Cairns, D., & Areepattamannil, S. (2019). Exploring the relations of inquiry-based teaching to science achievement and dispositions in 54 countries. *Research in Science Education*, 49(1), 1-23. <https://doi.org/10.1007/s11165-017-9639-x>
- Catarino, S., Pinto, D., Curvelo-Garcia, A.S. (2003). Validação e comparação de métodos de análise em espectrofotometria de absorção atômica com chama para doseamento de cobre e ferro em vinhos e aguardentes. *Ciência Técnica Vitivinícola*, 18(2), 65-76. [\(PDF\) Validação e Comparação de Métodos de Análise em Espectrofotometria de Absorção Atômica com Chama Para Doseamento de Cobre e Ferro em Vinhos e Aguardentes](#)
- Coutinho, C. (2024). *Metodologia de investigação em ciências sociais e humanas: Teoria e prática* (2ª ed. rev.). Almedina.
- Deboer, G. E. (2006). Historical Perspectives on Inquiry Teaching In Schools. In L. B. Flick & N. G. Lederman (Eds.), *Scientific Inquiry and Nature of Science: Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education* (pp. 17-35). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5814-1_2
- Dias, A. G., Calejo, B., Pereira, S., Fonseca, M. J., Pissarra, J., Pereira, L. G., & Gomes, M. M. L. (2014). *Ensino Experimental das Ciências: um guia para professores do ensino Secundário: biologia e geologia* (Vol. 38). Edições - Universidade do Porto.
- DGE - Direção-Geral da Educação. (2018). *Aprendizagens Essenciais. Articulação com o perfil dos alunos. 10.º ano. Ensino Secundário. Biologia-Geologia*. Direção-Geral da Educação. https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/10_biologia_e_geologia.pdf
- Entress, C. (2020). Disequilibrium: Learning by (seeing) osmosis!. *Science Scope*, 43(6), 60-64. <https://doi.org/10.1080/08872376.2020.12291322>

- Etikan, I., Musa, S. A., & Alkassim, R. S. (2015). Comparison of convenience sampling and purposive sampling. *American Journal of Theoretical and Applied Statistics*, 5(1), 1–4. <https://doi.org/10.11648/j.ajtas.20160501.11>
- Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (5th ed.). SAGE Publications.
- Fitzgerald, M., Danaia, L., & McKinnon, D. H. (2019). Barriers inhibiting inquiry-based science teaching and potential solutions: Perceptions of positively inclined early adopters. *Research in Science Education*, 49(2), 543-566. <https://doi.org/10.1007/s11165-017-9623-5>
- Friedman, D. B., Crews, T. B., Caicedo, J. M., Besley, J. C., Weinberg, J., & Freeman, M. L. (2010). An exploration into inquiry-based learning by a multidisciplinary group of higher education faculty. *Higher Education*, 59, 765-783. <https://doi.org/10.1007/s10734-009-9279-9>
- Gericke, N., Höglström, P., & Wallin, J. (2023). A systematic review of research on laboratory work in secondary school. *Studies in Science Education*, 59(2), 245–285. <https://doi.org/10.1080/03057267.2022.2090125>
- Gil, A. C. (2019). *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social* (7ª ed.). Editora Atlas.
- Given, L. M. (2023). *The SAGE encyclopedia of qualitative research methods* (2nd ed.). SAGE Publications.
- González-Peña, O. I., Morán-Soto, G., Rodríguez-Masegosa, R., & Rodríguez-Lara, B. M. (2021). Effects of a thermal inversion experiment on STEM students learning and application of damped harmonic motion. *Sustainability*, 13(2), 919. <https://doi.org/10.3390/su13020919>
- Gravetter, F. J., & Wallnau, L. B. (2017). *Statistics for the behavioral sciences* (11th ed.). Cengage Learning.
- Harlen, W. (2013). *Assessment & inquiry-based science education: Issues in Policy and Practice*. Global Network of Science Academies (IAP) Science Education Programme (SEP). <https://policycommons.net/artifacts/2284085/assessment-and-inquiry-based-science-education/3044173/>
- Heindl, M. (2019). Inquiry-based learning and the pre-requisite for its use in science at school: A meta-analysis. *Journal of Pedagogical Research*, 3(2), 52-61. <https://doi.org/10.33902/JPR.2019254160>
- Hodson, D. (2014). Learning science, learning about science, doing science: Different goals demand different learning methods. *International Journal of Science Education*, 36(15), 2534–2553. <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.899722>
- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science education*, 88(1), 28-54. <https://doi.org/10.1002/sce.10106>
- Jose, S., Wu, C. & Kamoun, S. (2019). Overcoming plant blindness in science, education and society. *Plants, People, Planet*, 1(3), 169-172. <https://doi.org/10.1002/ppp3.51>
- Lazonder, A. W., & Harmsen, R. (2016). Meta-analysis of inquiry-based learning: Effects of guidance. *Review of Educational Research*, 86(3), 681-718. <https://doi.org/10.3102/0034654315627366>
- Leite, L. (2001). Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. In H. Caetano & M. Santos (Eds.), *Cadernos Didáticos de Ciências* (pp.79-97). Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário (DES). <https://hdl.handle.net/1822/10295>
- Malik, A., & Ubaidillah, M. (2021). Multiple skill laboratory activities: How to improve students' scientific communication and collaboration skills. *Indonesian Journal of Science Education*, 10(4), 585-595. <https://doi.org/10.15294/jpii.v10i4.31442>
- Marconi, M. A., & Lakatos, E. M. (2017). *Técnicas de pesquisa* (8ª ed.). Editora Atlas.

- Martinez, B. L., Kararo, A. T., Parent, K. N., Underwood, S. M., & Matz, R. L. (2021). Creating and testing an activity with interdisciplinary connections: entropy to osmosis. *Chemistry Education Research and Practice*, 22(3), 683-696. <https://doi.org/10.1039/D0RP00353K>
- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., & Vílchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103(4), 799-822. <https://doi.org/10.1002/sce.21522>
- Martins, G. D., Gomes, C. A. S., Brocardo, J. M. L., Pedroso, J. V., Carrillo, J. L. A., Silva, L. M. U., Encarnação, M. M. G. A., Horta, M. J. V. C., Calçada, M. T. C. S., Nery, R. F. V. & Rodrigues, S. M. C. V. (2017). *Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória*. Ministério da Educação/ Direção-Geral da Educação (DGE). https://dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Projeto_Autonomia_e_Flexibilidade/perfil_dos_alunos.pdf
- Martins, J. S. T. D. S. (2019). *Atividades práticas no ensino básico para o desenvolvimento da literacia científica dos alunos* [Tese de Doutoramento, Universidade de Lisboa]. Repositório Institucional da Universidade de Lisboa. <http://hdl.handle.net/10451/41980>
- Marôco, J. (2021). *Análise estatística com o SPSS Statistics* (8.ª ed.). ReportNumber.
- Maskiewicz, A. C., & Lineback, J. E. (2018). Misconceptions are “so yesterday!” *CBE—Life Sciences Education*, 12(3), 352–356. <https://doi.org/10.1187/cbe.13-01-0014>
- Mckeown, T., Abrams, L., Slattum, P., & Kirk, S. (2016). Enhancing teacher beliefs through an inquiry-based professional development program. *Journal of Education in Science Environment and Health*, 2(1), 85-97. <https://doi.org/10.21891/jeseh.30143>
- Minayo, M. C. S. (2021). Ética das pesquisas qualitativas segundo suas características. *Revista Pesquisa Qualitativa*, 9(22), 521-539. <https://doi.org/10.33361/RPQ.2021.v.9.n.22.506>
- Morrison, R. & Boyd, R. (1996). *Química Orgânica* (13ª ed.). Fundação Calouste Gulbenkian.
- Mulyeni, T., Jamaris, M., & Supriyati, Y. (2019). Improving basic science process skills through inquiry-based approach in learning science for early elementary students. *Journal of Turkish Science Education*, 16(2), 187-201. <https://doi.org/10.36681/>
- Mutlu, A. (2020). Evaluation of students’ scientific process skills through reflective worksheets in the inquiry-based learning environments. *Reflective Practice*, 21(2), 271-286. <https://doi.org/10.1080/14623943.2020.1736999>
- Needham, R. (2014). The contribution of practical work to the science curriculum. *School Science Review*, 95(352), 63-69.
- Odom, A. L., & Barrow, L. H. (2007). High school biology students’ knowledge and certainty about diffusion and osmosis concepts. *School science and mathematics*, 107(3), 94-101. <https://doi.org/10.2307/4450030>
- Odom, A. L., Barrow, L. H., & Romine, W. L. (2017). Teaching osmosis to biology students. *The American Biology Teacher*, 79(6), 473-479. <https://doi.org/10.1525/abt.2017.79.6.473>
- Oliveira, H., & Bonito, J. (2023). Practical work in science education: A systematic literature review. *Frontiers in Education*, 8, 1151641. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1151641>
- Oliver, M., McConney, A., & Woods-McConney, A. (2021). The Efficacy of Inquiry-Based Instruction in Science: a Comparative Analysis of Six Countries Using PISA 2015. *Research in Science Education*, 51(2), 595-616. <https://doi.org/10.1007/s11165-019-09901-0>

- Pallant, J. (2020). *SPSS survival manual: A step by step guide to data analysis using IBM SPSS* (7th ed.). McGraw-Hill Education.
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., De Jong, T., Van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47–61. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>
- Pinto, D., Fernandes, A., Fernandes, R., Mendes, I., Pereira, S., Ferreira da Vinha, A., Herdeiro, T., Santos, E., & Machado, M. (2011). Determination of heavy metals and other indicators in waters, soils and medicinal plants from Ave valley, in Portugal, and its correlation to urban and industrial pollution. *Science against microbial pathogens: communicating current research technological advances*, 1, 303-309. <http://hdl.handle.net/10284/9889>
- Potvin, P., Hasni, A., & Sy, O. (2017). Using inquiry-based interventions to improve secondary students' interest in science and technology. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 5, 262-270. <https://doi.org/10.30935/scimath/9510>
- Potvin, P., Mercier, J., & Charland, P. (2020). Conceptual change and science education: A research overview. *Science Education*, 104(5), 865–894. <https://doi.org/10.1002/sce.21596>
- Ramos, L. B. C., & Rosa, P. R. S. (2008). O ensino de ciências: fatores intrínsecos e extrínsecos que limitam a realização de atividades experimentais pelo professor dos anos iniciais do ensino fundamental. *Investigações em Ensino de Ciências*, 13(3), 299-331. <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/444>
- Ravitch, S. M., & Carl, N. M. (2021). *Qualitative research: Bridging the conceptual, theoretical, and methodological* (2nd ed.). SAGE Publications.
- Reinke, N. B., Kynn, M., & Parkinson, A. L. (2019). Conceptual understanding of osmosis and diffusion by Australian first-year biology students. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 27(9). <https://doi.org/10.30722/IJISME.27.09.002>
- Reinke, N. B., Kynn, M., & Parkinson, A. L. (2021). Immersive 3D experience of osmosis improves learning outcomes of first-year cell biology students. *CBE—life sciences education*, 20(1), ar1. <https://doi.org/10.1187/cbe.19-11-0254>
- Reis, E., Melo, P., Andrade, R., & Calapez, T. (2019). *Estatística aplicada – Vol. 2* (6ª ed.). Edições Sílabo.
- Rice, M., Mumba, F., & Pottmeyer, L. (2022). Learning about osmosis through engineering design process. *The American Biology Teacher*, 84(5), 297-307. <https://doi.org/10.1525/abt.2022.84.5.297>
- Rodríguez-Dueñas, W. R., Bernal Munoz, H. A., & Rodriguez Burbano, D. C. (2022). A hands-on activity to teach the osmosis phenomenon. *Advances in Physiology Education*, 46(2), 251-258. <https://doi.org/10.1152/advan.00186.2020>
- Rundgren, C. J., Rundgren, S. N. C., & Schönbörn, K. J. (2010). Students' conceptions of water transport. *Journal of Biological Education*, 44(3), 129-135. <https://doi.org/10.1080/00219266.2010.9656209>
- Shapiro, S. S., & Wilk, M. B. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52(3/4), 591–611. <https://doi.org/10.2307/2333709>
- Sousa, M. D. G. S. P. M. D. (2012). *Ensino experimental das ciências e literacia científica dos alunos: Um estudo no 1º ciclo do ensino básico*. [Tese de Doutoramento, Escola Superior de Educação]. Repositório Institucional do Instituto Politécnico de Bragança. <http://hdl.handle.net/10198/7623>
- Tomažič, I., & Vidic, T. (2012). Future science teachers' understandings of diffusion and osmosis concepts. *Journal of biological education*, 46(2), 66-71. <https://doi.org/10.1080/00219266.2011.617765>

- Torkar, G., Veldin, M., Glažar, S. & Podlesek, A. (2018). Why do plants wilt? Investigating student's understanding of water balance in plants with external representations at the macroscopic and submicroscopic levels. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(6). <https://doi.org/10.29333/ejmste/87119>
- Vorholzer, A., & von Aufschnaiter, C. (2019). Guidance in inquiry-based instruction - An attempt to disentangle a manifold construct. *International Journal of Science Education*, 41, 1562-1577. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1616124>
- Walker, M. (2015). *Teaching Inquiry-based Science*. Lulu.com.
- Yacoubian, H. A., & Khishfe, R. (2018). Argumentation, explanation, and critical thinking: A response to Osborne. *Science Education*, 102(6), 1077–1083. <https://doi.org/10.1002/sce.21471>
- Yakar, Z., & Baykara, H. (2014). Inquiry-based laboratory practices in a science teacher training program. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 10(2), 173-183. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2014.1058a>

APÊNDICES

APÊNDICE 1

Diário da Professora-Estagiária Data: 10-12-2024 Local/Espaço físico onde decorre a atividade: Sala de aula Teórico-Prática Título: "Qual o efeito da temperatura na viscosidade do magma?" Participantes: Professora-Investigadora/Alunos (turno 1 e posteriormente o turno 2) Objetivos: Promover a aprendizagem relacionada com a Aprendizagem Essencial - Planificar e realizar atividades laboratoriais de simulação de aspetos de atividade vulcânica, identificando analogias e diferenças de escalas (temporal e espacial) entre os modelos e os processos geológicos. Síntese: Atividade prática experimental: efeito da temperatura na viscosidade do magma. Elaboração do relatório em V de Gowin da atividade prática. Planificar uma atividade prática. Notas/Reflexão: A aula prática realizada no dia 10 de dezembro de 2024 foi planificada com o objetivo de promover a compreensão do conceito de viscosidade e desenvolver competências como pensamento crítico, o raciocínio e a resolução de problemas. Foi utilizada a metodologia de ensino orientado para a aprendizagem por investigação, com recurso a um trabalho prático do tipo experimental. Paralelamente, a observação dos alunos proporcionou uma visão sobre as suas dificuldades no uso de variáveis dependentes e independentes, fundamentais para a realização de atividades científicas. Antes da implementação da aula, foi crucial realizar um ensaio prévio da atividade prática, o que permitiu ajustar o protocolo ao material disponível no laboratório da escola. Este processo garantiu maior fluidez na execução da aula e revelou-se essencial para antecipar possíveis desafios. No entanto, apesar desta planificação prévia, alguns passos da atividade prática levaram mais tempo do que o previsto, como a adição de caramelo aos tubos de ensaio ou o traçado das linhas na placa de acrílico, e a falta de especificidade nestes procedimentos gerou dúvidas que poderiam ter sido evitadas com instruções mais detalhadas e uma planificação mais ajustada ao tempo disponível. A participação dos alunos foi elevada, interagindo entre si e comigo (professora-estagiária), colocando questões que demonstraram esforço na compreensão das variáveis em estudo. A atividade e o trabalho em grupo criaram um ambiente propício à troca de ideias, promovendo o envolvimento ativo.	O trabalho prático experimental permitiu trabalhar conceitos complexos como a relação entre a temperatura e a viscosidade, bem como a forma como o teor de sílica afeta a velocidade de escorência do magma. No entanto, muitos alunos mostraram dificuldades em distinguir entre a variável independente (temperatura ou teor de sílica) e a variável dependente (viscosidade ou velocidade de escorência), aspeto que foi um desafio na planificação individual de uma atividade prática na ficha de avaliação formativa. Na ficha de avaliação formativa, verificou-se que alguns alunos não definiram de forma clara os procedimentos ou os processos de controlo de variáveis, evidenciando a necessidade de maior apoio no desenvolvimento do trabalho prático experimental. Observou-se também que, em alguns grupos, apenas um ou dois elementos assumiram as decisões principais, o que pode ter limitado o processo de aprendizagem colaborativa. Aspetos a reter para intervenções futuras: Para melhorar, seria útil rever conceitos de variáveis independentes, dependentes e de controlo antes da atividade, refinar as instruções de passos específicos e prever tempos mais realistas para a execução da atividade. Reformular a ficha de avaliação formativa para incluir questões orientadoras, como "Qual será a variável que vais manipular?", "O que vais medir para verificar os efeitos?" ou "Como poderás garantir que as outras condições se mantêm constantes?", também poderia ajudar os alunos no processo de planificação. No final da aula, a inclusão de um momento em que cada grupo apresentasse as suas conclusões e o raciocínio subjacente às decisões tomadas poderia reforçar a compreensão dos conceitos e estimular o pensamento crítico. Além disso, atribuir papéis específicos a cada aluno nos grupos, como coordenador ou responsável pelo registo de dados, pode incentivar uma participação mais equilibrada. De uma forma geral, a aula atingiu os seus objetivos de aprendizagem, permitindo que os alunos explorassem o conceito de viscosidade e desenvolvessem competências científicas importantes. Contudo, a dificuldade em trabalhar com variáveis destacou a necessidade de maior apoio na transição entre a teoria e a prática. Esta experiência reforçou a importância de uma planificação cuidadosa, da adaptação contínua e da reflexão sobre a prática docente como elementos centrais para o crescimento profissional e o sucesso educativo]
---	--

Figura 4 *Diário da PI do dia 10 de dezembro de 2024*

APÊNDICE 2

Grelha de Observação

	Grupo 1					Grupo 2					Grupo 3					Grupo 4				
CrITÉRIOS																				
Colabora com os pares																				
Completa as tarefas propostas																				
Coloca questões pertinentes																				

Assinalar com ✓ os critérios observados.

Tabela 20 *Grelha de Observação do Trabalho de Grupo*

APÊNDICE 3

Teste Diagnóstico

UNIVERSIDADE DE PORTO

INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Biologia e Geologia | Ensino Secundário

10.º Ano de Escolaridade | 2024/2025

Ficha Diagnóstico

Duração: 50 minutos

Nome: _____

Data: _____ Nº: _____ Turma: _____ Classificação: _____

Grupo I

1. Tradicionalmente, o sal era utilizado para conservar alimentos, como por exemplo o bacalhau. Pensa e descreve de que forma este processo impede o crescimento de agentes patogénicos.

2. Verifica-se que quando uma alface é deixada em cima da mesa por algum tempo, ela murcha porque....(rodeia a letra que assinala a opção correta)

(A) ...absorve ar em vez de água, fazendo com que as suas folhas murchem.

(B) ...perde água para o ambiente, fazendo com que as suas células fiquem menos cheias.

(C) ...as suas células produzem menos energia, levando à perda de firmeza.

(D) ...perde sais minerais essenciais, o que faz com que as suas folhas murchem.

1

UNIVERSIDADE DE PORTO

INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

3. Os peixes de água doce e os de água salgada enfrentam desafios distintos para manter o equilíbrio hídrico nos seus organismos. O que poderá acontecer a um peixe de água doce ao ser colocado no mar?

Grupo II

Assinala cada uma das afirmações seguintes como Verdadeiro ou Falso. Justifica as tuas respostas.

4. Numa situação hipotética, considera duas áreas separadas por uma membrana semipermeável, que permite apenas a passagem de água. Uma das áreas tem maior quantidade de água (menor concentração de soluto) e a outra tem menor quantidade de água (maior concentração de soluto). A água move-se espontaneamente para a área com menor quantidade de água.

☐ Verdadeiro

☐ Falso

4.1. Justifica a tua resposta.

5. A partir do momento em que se atinge o equilíbrio de concentrações entre as duas áreas, as moléculas de água deixam de fuir através da membrana.

☐ Verdadeiro

☐ Falso

5.1. Justifica a tua resposta.

2

UNIVERSIDADE DE PORTO

INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Adaptado de Meir, et al. (2005)

Meir, E., Perry, J., Stal, D., Maruna, S., & Klopfer, E. (2005). How effective are simulated molecular-level experiments for teaching diffusion and osmosis? Cell biology education, 4(3), 235-248. <https://doi.org/10.1187/cbe.04-08-0248>

Grupo III

6. A figura 1 representa um tomate colocado num recipiente com água salgada. Supõe que a casca do tomate permite a passagem da água, mas não do sal. O que acontecerá ao longo do tempo com o tamanho do tomate... (rodeia a letra que assinala a opção correta)

(A) ...aumente

(B) ...diminua

(C) ...permaneça do mesmo tamanho.

Tomate

Recipiente

Água + solutos

Água salgada

Figura 1 – Recipiente com água salgada.

Adaptado de Meir, et al. (2005)

Meir, E., Perry, J., Stal, D., Maruna, S., & Klopfer, E. (2005). How effective are simulated molecular-level experiments for teaching diffusion and osmosis? Cell biology education, 4(3), 235-248. <https://doi.org/10.1187/cbe.04-08-0248>

6.1. Justifica a tua resposta.

3

Figura 5 Teste Diagnóstico, Páginas 1, 2 e 3

UNIVERSIDADE DE PORTO
FACULDADE DE CIÊNCIAS

7. Num mesmo local, encontram-se dois recipientes separados por uma membrana semipermeável que apenas permite a passagem de moléculas de água. Num dos recipientes, há água salgada, e no outro, há água doce (Figura 2), ambos se encontram a uma temperatura de 18° C.

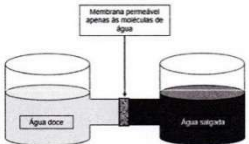


Figura 2 – Recipientes com água doce e com água salgada.

7.1. Prevê o que acontecerá ao nível da água em cada recipiente após aproximadamente uma hora. Explica a tua resposta.

7.2. Indica a variável independente nesta experiência.

7.3. Indica a variável dependente nesta experiência.

7.4. Refere qual(ais) o(s) controlo(s) nesta experiência.

UNIVERSIDADE DE PORTO
FACULDADE DE CIÊNCIAS

8. Um grupo de alunos pretende investigar qual o fator que mais contribui para o declínio das populações de amieiros: a infeção por *Phytophthora* sp. ou a falta de água. Com esse objetivo, irão ser usadas plantas de *Alnus glutinosa* em boas condições fisiológicas e duas espécies patogénicas, *Phytophthora alni* e *Phytophthora crassamura*, para verificar se os sintomas observados também variam com o organismo causador da doença. Para a concretização desta investigação, os alunos propuseram os quatro procedimentos que se apresentam em seguida.

Procedimento A

Condições dos ensaios					
Inoculação com <i>P. crassamura</i>	Inoculação com <i>P. alni</i>	Inoculação com <i>P. crassamura</i> e <i>P. alni</i>	Inoculação com <i>P. crassamura</i>	Inoculação com <i>P. alni</i>	Inoculação com <i>P. crassamura</i> e <i>P. alni</i>
Com água			Sem água		

Procedimento B

Condições dos ensaios				
Sem inoculação	Inoculação com <i>P. crassamura</i>	Inoculação com <i>P. alni</i>	Inoculação com <i>P. crassamura</i>	Inoculação com <i>P. alni</i>
Sem água	Com água		Sem água	

Procedimento C

Condições dos ensaios					
Sem inoculação	Inoculação com <i>P. crassamura</i>	Inoculação com <i>P. alni</i>	Sem inoculação	Inoculação com <i>P. crassamura</i>	Inoculação com <i>P. alni</i>
Com água			Sem água		

Procedimento D

Condições dos ensaios					
Sem inoculação	Inoculação com <i>P. crassamura</i>	Sem inoculação	Inoculação com <i>P. alni</i>	Inoculação com <i>P. crassamura</i>	Inoculação com <i>P. alni</i>
Sem água		Sem água		Sem água	

Retirado de IAVE (2023)

IAVE – Instituto de Avaliação Educativa, I.P. (2023). Exame Nacional de Biologia e Geologia – 702. Fase 2, Versão 1. Ensino Secundário. <https://servicos.contri.fct.ucp.pt/Exames/702-2023-22-2023-21-net.pdf>

8.1. Considerando o objetivo da investigação, os procedimentos apresentados foram discutidos, tendo sido selecionado o procedimento C como o adequado. Apresenta, fundamentando, para cada um dos procedimentos, A, B e D, um motivo que justifique a tua rejeição.

UNIVERSIDADE DE PORTO
FACULDADE DE CIÊNCIAS

8.2. Nesta investigação, uma das variáveis independentes será... (rodeia a letra que assinala a opção correta)

(A) ...a espécie de amieiro usada.

(B) ...a disponibilidade de água.

(C) ...a taxa de sobrevivência das plantas de amieiro.

(D) ...a quantidade de água perdida por transpiração.

8.3. De modo a garantir a fiabilidade da investigação, os alunos devem... (rodeia a letra que assinala a opção correta)

(A) ...selecionar amieiros de diversas idades e de diversas dimensões.

(B) ...alterar a frequência de rega em cada um dos diferentes ensaios.

(C) ...repetir os ensaios com elevado número de amieiros.

(D) ...inocular cada um dos amieiros em momentos diferentes.

FIM!

Figura 6 Teste Diagnóstico, Páginas 4, 5 e 6

APÊNDICE 4

Sugestão de Correção do Teste Diagnóstico

Grupo I

1. O sal impede o crescimento de agentes patogénicos ao criar um ambiente de elevada pressão osmótica. Quando os alimentos são cobertos com sal, a água presente nos microrganismos e nas células dos alimentos é retirada por osmose, desidratando-os. Sem água disponível, as bactérias e outros microrganismos não conseguem crescer e multiplicar-se, impedindo a deterioração dos alimentos.
2. **(B)** ...perde água para o ambiente, fazendo com que as suas células fiquem menos cheias.
3. Se um peixe de água doce for colocado no mar, ele enfrentará um ambiente hipertónico, onde a concentração de sais na água do mar é maior do que no seu organismo. Isso fará com que o peixe perca água por osmose para o ambiente, podendo levar à desidratação e, eventualmente, à morte se não conseguir regular o seu equilíbrio hídrico.

Grupo II

4. **Verdadeiro**
4.1. A água move-se por osmose da área de menor concentração de soluto (maior quantidade de água) para a área de maior concentração de soluto (menor quantidade de água), até atingir o equilíbrio.
5. **Falso**
5.1. Mesmo quando o equilíbrio de concentrações é atingido, as moléculas de água continuam a movimentar-se através da membrana, mas em igual quantidade nos dois sentidos, mantendo um fluxo dinâmico.

Grupo III

6. **(B)...diminua**
6.1. O ambiente externo tem uma maior concentração de sal do que o interior do tomate, tornando-se hipertónico. Como a casca do tomate permite a passagem da água, mas não do sal, a água dentro do tomate move-se para fora por osmose, causando a sua diminuição de tamanho.
- 7.1. A água do recipiente com água doce mover-se-á para o recipiente com água salgada por osmose, diminuindo o nível de água no recipiente de água doce e aumentando no recipiente com água salgada.
- 7.2. Variável independente: a concentração de sal na água.
- 7.3. Variável dependente: o nível da água em cada recipiente.
- 7.4. Controlo(s): temperatura da água (18° C), tipo de membrana semipermeável, tempo da experiência.

Grupo IV

- 8.1. Apresenta, fundamentando, um motivo para a rejeição do procedimento A (A), um motivo para a rejeição do procedimento B (B) e um motivo para a rejeição do procedimento D (C).
(A) O procedimento A foi rejeitado, porque não permite verificar os efeitos da falta de água em plantas saudáveis, uma vez que não apresenta nem o ensaio "sem inoculação, sem água", nem o ensaio "sem inoculação, com água".
Ou
O procedimento A foi rejeitado, porque não permite verificar os efeitos da inoculação em plantas com água, uma vez que não apresenta o ensaio de controlo "sem inoculação, com água".
(B) O procedimento B foi rejeitado, porque não permite verificar os efeitos da falta de água em plantas saudáveis (Ou os efeitos da inoculação em plantas com água), uma vez que não apresenta o ensaio de controlo "sem inoculação, com água".
(C) O procedimento D foi rejeitado, porque não permite verificar os efeitos da falta de água em plantas saudáveis, uma vez que não apresenta o ensaio de controlo "sem inoculação, com água".
Ou
O procedimento D foi rejeitado, porque não permite verificar os efeitos da inoculação, uma vez que não apresenta o ensaio "com inoculação, com água".

Níveis	Descritores de desempenho do conteúdo e do rigor científico
5	Apresenta, com rigor científico, os três elementos.
4	Apresenta, com falhas no rigor científico, os três elementos.
3	Apresenta, com rigor científico, apenas dois dos elementos.
2	Apresenta, com falhas no rigor científico, apenas dois dos elementos.
1	Apresenta, com rigor científico, apenas um dos elementos.

- 8.2. (B)
- 8.3. (C)

APÊNDICE 5

Guia do Trabalho Prático

UNIVERSIDADE DO PORTO
FACULDADE DE CIÊNCIAS
UNIDADE DE ENSINO
BIOLOGIA

Biologia e Geologia | Ensino Secundário | 10.º Ano
Trabalho Prático Experimental | 100 minutos

AE: "Planificar e realizar atividades laboratoriais/ experimentais sobre difusão/ osmose, problematizando, formulando hipóteses e avaliando criticamente procedimentos e resultados." (DGE.2016)

Nome: _____

A - Como se pode planificar uma pequena investigação? Que etapas seguir?

Explora o vídeo:
<https://youtu.be/5MGR6t49ak?si=LGi2wh2C0sdA7TR>

1. Observação

2. Problema/ Questão de investigação

3. Hipótese

É uma resposta plausível para uma questão de investigação.

Para formular uma boa hipótese, plausível, considera os seguintes pontos:

- Qual é a tua previsão?
- Qual é a explicação científica para esta previsão?
- Como poderás testar em laboratório esta hipótese?
- Quais são as variáveis experimentais?

4. Procedimento Experimental

Um procedimento experimental deve incluir a descrição detalhada de todos os passos necessários para a realização de um trabalho prático laboratorial/ experimental, garantindo que qualquer pessoa o possa seguir e reproduzir a mesma experiência, obtendo os mesmos resultados. Inclui:

Explora os vídeos:
<https://youtu.be/D32B2R7yR4?si=74VG2m2YU6232a>
<https://youtu.be/9KCoVauB9Y?si=984grrfa9aH46NRd>

4.1 Grupo Controlo

4.2 Grupo Experimental

- Controlo
- Variável independente
- Variável dependente

B - Realizar atividades laboratoriais/ experimentais

Quais os procedimentos?

Que anotações se devem fazer? Para quê?

Atividade Prática Experimental

Material necessário:

- Batata
- Cloreto de sódio (NaCl)
- Água destilada
- Papel absorvente
- Régua
- Furador circular
- 6 góbelés
- Balança digital

Procedimento:

- Identificar 6 góbelés.
- Preparar 6 soluções de NaCl (100 mL) com concentrações de 0, 1, 2, 3, 4 e 5 g/100 mL. Verter cada solução no góbelé correspondente.
- Utilizar o furador circular para cortar 6 cilindros de batata da mesma variedade.
- Aparar os cilindros, remover a casca. Secá-los cuidadosamente com papel absorvente.
- Pesar individualmente, cada um dos cilindros de batata. Registrar os valores na tabela 1.
- Colocar os cilindros de batata em cada góbelé, garantindo que fiquem totalmente submersos na solução correspondente.
- Aguardar 20 minutos.
- Retirar os cilindros de batata dos góbelés e secá-los cuidadosamente com papel absorvente.
- Pesar novamente cada um dos cilindros.
- Registrar os resultados na tabela 1 e construir o gráfico correspondente.

Resultados

Tabela 1 - Resultados

Góbelé	Concentração de NaCl (g/100 mL)	Grupo	Massa inicial (m _i)	Massa final (m _f)	Varição de massa (%) $\frac{(m_f - m_i)}{m_i} \times 100$	Média da variação de massa (%)
1	0	Grupo 1				
		Grupo 2				
2	1	Grupo 1				
		Grupo 2				
3	2	Grupo 1				
		Grupo 2				
4	3	Grupo 1				
		Grupo 2				
5	4	Grupo 1				
		Grupo 2				
6	5	Grupo 1				
		Grupo 2				

1

2

3

Figura 7 Guia do Trabalho Prático, Páginas 1, 2 e 3

Figura 8 *Guia do Trabalho Prático*, Páginas 4, e 5

APÊNDICE 6

Proposta de Correção do Guia de Trabalho Prático

Grupo A

1. **R:** Os alunos observaram que algumas batateiras tinham folhas amareladas, secas e murchas, enquanto outras estavam saudáveis. Aperceberam-se de que o Sr. Paulo aplicava fertilizante de forma desigual nos diferentes canteiros. Observaram que alguns canteiros recebiam fertilizante em excesso, enquanto outros recebiam pouco ou nenhum.
2. **R:** Os alunos querem perceber como a quantidade de fertilizante afeta o crescimento das batateiras. Pretendem investigar se o excesso de fertilizante pode prejudicar as plantas. Querem demonstrar ao Sr. Paulo que nem sempre uma maior quantidade de fertilizante resulta numa melhor produção. Procuram otimizar o uso do fertilizante na horta escolar para obter melhores resultados.
3. **R:** O excesso de fertilizante rico em sais provoca desidratação nas plantas, causando o amarelecimento e a secagem das folhas. OU A ausência ou uma quantidade insuficiente de fertilizante pode limitar o crescimento das plantas. OU A aplicação equilibrada de fertilizante resulta num melhor desenvolvimento das batateiras.
4. **R:** "Efeito da quantidade de fertilizante no crescimento das batateiras."

Objetivo: Testar como diferentes quantidades de fertilizante rico em sais afetam o crescimento e a saúde das batateiras.

Material necessário:

- 4 vasos de tamanho idêntico com solo semelhante
- 4 batateiras do mesmo tamanho e espécie
- Fertilizante rico em sais
- Água
- Regador
- Etiquetas para identificação
- Régua para medir o crescimento das plantas
- Diário de registo de observações

Procedimento:

1. Plantar uma batateira em cada vaso, garantindo que todas recebam a mesma quantidade inicial de solo e água.
2. Dividir os vasos em 4 grupos:
 - Grupo A (controlo): Sem fertilizante.
 - Grupo B: Pequena quantidade de fertilizante (dose recomendada).
 - Grupo C: Quantidade moderada de fertilizante (ligeiramente acima da recomendada).
 - Grupo D: Excesso de fertilizante.
3. Regar todas as plantas com a mesma quantidade de água diariamente.
4. Durante um período de 3 a 4 semanas, observar e registar:
 - Alterações na cor das folhas.
 - Crescimento da planta (medir a altura semanalmente).
 - Estado geral da planta (folhas murchas, secas, saudáveis, etc.).
5. No final do período experimental, comparar os resultados entre os diferentes grupos e analisar os efeitos da quantidade de fertilizante nas plantas.

Grupo B

(Preenchimento da tabela e elaboração do gráfico de acordo com os resultados dos grupos.)

Grupo C

1. **R:** Foi necessário preparar seis soluções de NaCl com concentrações de 0, 1, 2, 3, 4 e 5 g/100 mL de água destilada.
2. **R:** Sim, é importante porque garante que todos os cilindros têm a mesma área de superfície e volume, permitindo que a osmose ocorra de forma semelhante em todos os casos. Se os cilindros fossem de tamanhos diferentes, a taxa de absorção ou perda de água poderia variar, comprometendo a validade dos resultados.

3. **a) R:** Para garantir que toda a superfície da batata esteja em contacto com a solução e que o processo de osmose ocorra de maneira uniforme. Se alguma parte do cilindro ficasse exposta ao ar, a osmose não aconteceria de forma homogênea.

b) R: Para garantir que todas as amostras tenham o mesmo tempo de exposição às soluções, evitando que algumas absorvam ou percam mais água do que outras apenas devido ao tempo de imersão.

c) R: Para remover o excesso de líquido da superfície, garantindo que apenas a massa real dos cilindros seja medida. Caso contrário, a presença de gotas de solução poderia levar a medições erradas do peso final.

4. **R:** A solução de 0 g/100 mL de NaCl (água destilada).

R: A solução de controlo permite comparar os resultados e verificar se há alteração de massa apenas devido à osmose e não por outros fatores. Se a batata ganhar massa nesta solução, significa que a água entrou nas células devido à concentração de solutos na batata ser maior do que no meio externo.

R: A concentração da solução de NaCl. **R:** A variação da massa dos cilindros de batata após a imersão.

R: Utilizando cilindros de batata de tamanhos idênticos; garantindo que todos os cilindros foram totalmente submersos; mantendo o tempo de imersão para todas as amostras; secando os cilindros antes de pesá-los para evitar medições incorretas; pesando cada cilindro antes e depois da experiência para obter resultados exatos; Este procedimento garante que as diferenças observadas na massa das batatas são causadas apenas pela osmose, tornando os resultados mais fiáveis.

Grupo D

As batateiras da horta da escola apresentaram dois comportamentos distintos:

- Algumas tinham folhas amareladas, secas e murchas.

- Outras pareciam saudáveis e com um bom desenvolvimento. Após investigação, os alunos perceberam que isso estava relacionado com a quantidade de fertilizante aplicado pelo Sr. Paulo. O excesso de fertilizante, rico em sais, provocou a desidratação das plantas, levando à secagem e à deterioração das folhas.
- A atividade experimental com os cilindros de batata demonstra que, quando expostos a soluções com elevada concentração de sal (NaCl), os cilindros perdem massa devido à saída de água das células por osmose. Da mesma forma, as batateiras da horta, ao serem expostas a fertilizante em excesso (rico em sais), perderam água para o solo, desidratando-se e ficando murchas e secas.

Assim, esta experiência ajuda a demonstrar que o excesso de sais no solo pode ter um efeito prejudicial nas plantas, provando que mais fertilizante nem sempre significa melhor crescimento.

O título ajusta-se bem à investigação realizada. Ele sugere que uma quantidade moderada de um recurso (como fertilizante ou sais minerais) pode ser benéfica para o crescimento das plantas, mas um excesso pode ser prejudicial.

No caso da horta, verificou-se que:

- Pouca quantidade de fertilizante pode não ser suficiente para o crescimento ideal das plantas.
- Uma quantidade equilibrada de fertilizante pode ajudar no desenvolvimento saudável das batateiras.
- Excesso de fertilizante, no entanto, descompõe, ou seja, prejudica as plantas, pois os sais retiram-lhes água por osmose, levando à desidratação.

Este título transmite bem a ideia de que o equilíbrio é essencial para o bom desenvolvimento das plantas.

APÊNDICE 7

PowerPoint

MEMBRANA CELULAR

AE(s):

- "Interpretar o modelo de membrana celular (mosaico fluido) com base na organização e características das biomoléculas constituintes;
- "Planificar e realizar atividades laboratoriais/ experimentais sobre difusão/ osmose, problematizando, formulando hipóteses e avaliando criticamente procedimentos e resultados."

(DGE, 2018)



"O POUCO COMPÕE, O MUITO DESCOMPÕE" – UMA INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA



OBSERVAÇÃO (O PROBLEMA INICIAL)

- O que despertou a curiosidade?
- Na horta da escola, algumas batateiras apresentavam folhas secas e amareladas.
- Outras pareciam saudáveis.
- Os alunos observaram que o jardineiro aplicava fertilizante em quantidades diferentes nos canteiros.
- Poderia o excesso de fertilizante estar a prejudicar as plantas?

QUESTÃO DE INVESTIGAÇÃO

?

Questão científica a responder:

- O excesso de sais no solo pode prejudicar o crescimento das plantas?
- Como podemos comprovar isso através de uma experiência?



FORMULAÇÃO DA HIPÓTESE

Hipótese da investigação:

Se o fertilizante for aplicado em excesso, as plantas podem perder água e murchar, devido à presença de uma elevada concentração de sais no solo.



PLANEAR A EXPERIÊNCIA (TESTAR A HIPÓTESE)

- Material necessário
- Procedimento

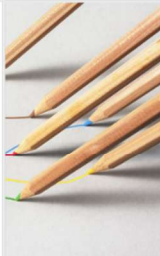
CONTROLO DAS VARIÁVEIS

Variável independente: Concentração de NaCl na solução.

Variável dependente: Variação da massa dos cilindros de batata.

Variáveis controladas:

Tempo de imersão dos cilindros.	Tamanho e tipo das batatas usadas.	Secagem dos cilindros antes de pesar.



REGISTO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

O que foi observado?

- Cilindros em soluções pouco salinas ganharam ou mantiveram a sua massa.
- Cilindros em soluções mais concentradas perderam massa, ficando mais secos e encolhidos.

Gráfico com a relação entre a concentração de NaCl e a variação da massa dos cilindros de batata.

A MEMBRANA CELULAR E AS RENAS

A % de lípidos insaturados das membranas celulares, nas células dos cascos desta rena, é maior do que a % de lípidos insaturados nas membranas das células do tronco do animal. Que importância, para a sua sobrevivência em esta diferença?

Nos meses, onde a temperatura é mais elevada, as membranas celulares são mais **fosfolípidos saturados**, tornando-as mais rígidas.

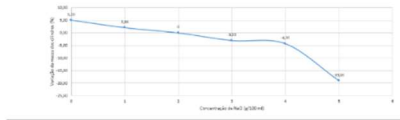
Nos meses, onde a temperatura é mais baixa (em contacto direto com o gelo), as membranas celulares são mais **fosfolípidos insaturados**, o que mantém a membrana mais **fluida**, mesmo a baixas temperaturas.

- Isso evita que as células congelem e permite que os canais criam canais funcionais no gelo!



GRÁFICO COM A RELAÇÃO ENTRE A CONCENTRAÇÃO DE NaCl E A VARIAÇÃO DA MASSA DOS CILINDROS DE BATATA.

Relação entre a concentração de NaCl e a variação da massa dos cilindros de batata



Concentração de NaCl (g/L)	Variação da massa (%)
0	0
1	10
2	20
3	30
4	40
5	50
6	60
7	70
8	80
9	90
10	100



CONCLUSÃO

- O que podemos concluir?
- O excesso de fertilizante criou um ambiente prejudicial para as raízes das plantas.
- O mesmo efeito observado nas batatas aconteceu nas batateiras: a água saiu das células das raízes, fazendo as folhas secarem.
- Isto confirma a hipótese de que demasiado sal pode causar a desidratação das plantas.



REFLEXÃO SOBRE O TÍTULO

"O pouco compõe, o muito descompõe"

- Pequenas quantidades de fertilizante podem ajudar as plantas a crescer.
- O excesso pode causar a perda de água e a secagem das plantas.

Conclusão: O equilíbrio na quantidade de fertilizante é essencial para uma boa agricultura.



FLUIDEZ DA MEMBRANA

Este é um exemplo real de como a fluidez da membrana celular pode ajudar na sobrevivência em ambientes adversos!

- Conseguem pensar noutros seres vivos que podem ter adaptações semelhantes?

A FLUIDEZ DA MEMBRANA CELULAR É APOIADA POR LÍPIDOS INSATURADOS E AS PROTEÍNAS FORMAM CANAIS DE PASSAGEM PARA AQUELAS MOLECULAS QUE NÃO SÃO SUFICIENTEMENTE PEQUENAS PARA PASSAREM DIRETAMENTE PELA MEMBRANA. MOVIMENTO DE PASSAGEM DE LÍPIDOS NA MEMBRANA CHAMADA DE FLUXO FLUIDO É LÍPIDO NA MEMBRANA CHAMADA DE FLUXO FLUIDO ENTRE AS CÉLULAS (CAMARAS).

APÊNDICE 8

	
Declaração de consentimento Informado	
Título da investigação: <i>Ensino orientado para a aprendizagem por investigação através de trabalho prático: explorar a osmose com alunos do 10.º ano de escolaridade</i>	
Nome do investigador principal: <i>Daniela Filipa da Cunha Pinto</i>	
Orientadores Científicos: <i>Cecília Guerra</i>	
Contacto do investigador principal: <i>up202111320@edu.fc.up.pt</i>	
Exmo.(a) Sr.(a) Encarregado(a) de Educação,	
O estudo, no âmbito do meu projeto de mestrado, intitulado "Ensino orientado para a aprendizagem por investigação através de trabalho prático: explorar a osmose com alunos do 10.º ano de escolaridade", irá centrar-se numa intervenção educativa que utiliza a Metodologia de Ensino Orientado para a Aprendizagem por Investigação, nas aulas de Biologia e Geologia do 10.º ano de escolaridade. Pretende-se verificar se a Metodologia de Ensino Orientado para a Aprendizagem por Investigação, através de trabalho prático do tipo experimental, promove a compreensão do processo de osmose em alunos de 10.º ano de escolaridade. Para tal, decorrerá uma intervenção constituída por uma sequência didática integrada na normal planificação das aulas de Biologia e Geologia, pelo que as aulas envolvidas na presente investigação decorrerão de forma semelhante às restantes aulas. Para a concretização da sequência didática é necessária a recolha de informação junto do seu educando. Assim, vimos solicitar o seu consentimento e autorização para a participação do seu educando nesta investigação. Eu, o/a encarregado/a de educação abaixo-assinado, declaro que: A. Autorizo a participação do/da meu/minha educando/a _____, nº _____, do _____, na investigação acima referida; B. Compreendi as informações contidas neste documento sobre a investigação supracitada; C. Foi-me facultada a oportunidade de considerar o objetivo da investigação, fazer as questões que julguei pertinentes e obter respostas de forma satisfatória por parte da investigadora principal; D. A participação do/da meu/minha educando/a na investigação mencionada incluirá a aplicação de instrumentos de recolha de dados tais como: recolha documental (fichas de trabalho, teste de diagnóstico, relatórios, pósteres, V-Gowin, mapas de conceitos, grelhas de avaliação e outros produtos de aprendizagens realizados pelos alunos) e observação realizada pela investigadora principal; E. Compreendi que a participação do/da meu/minha educando/a é voluntária e que poderá desistir desta investigação, a qualquer momento, sem indicar o motivo. No entanto, entendo também que o sucesso do presente estudo depende da sua colaboração; F. Percebi que é garantido o anonimato para o exterior e a confidencialidade no tratamento dos dados recolhidos; G. Entendi que a investigadora irá armazenar todas as informações e dados recolhidos de forma segura e confidencial, respetando o Regulamento Geral de Proteção de Dados, e que os dados serão utilizados exclusivamente para fins da investigação em causa.	
O/A encarregado/a de educação	A investigadora principal
_____	_____
Data ____/____/____	Data ____/____/____

	
Declaração de assentimento Informado	
Título da investigação: <i>Ensino orientado para a aprendizagem por investigação através de trabalho prático: explorar a osmose com alunos do 10.º ano de escolaridade</i>	
Nome do investigador principal: <i>Daniela Filipa da Cunha Pinto</i>	
Orientadores Científicos: <i>Cecília Guerra</i>	
Contacto do investigador principal: <i>up202111320@edu.fc.up.pt</i>	
Olá!	
Venho convidar-te para participares num projeto que decorrerá na Escola Secundária sobre a temática "Obtenção de matéria".	
Esta investigação é importante para promover as tuas aprendizagens através da Metodologia de Ensino Orientado para a Aprendizagem por Investigação.	
A tua participação é fundamental para o sucesso deste projeto.	
Se estiveres disposto/a a colaborar, peço-te que leias e assines o teu consentimento:	
Eu, abaixo-assinado/a, aceito participar neste projeto, sabendo que é garantido o anonimato, a confidencialidade, a proteção e segurança dos dados dos intervenientes.	
Compreendi que a minha participação é voluntária e anónima.	
Sei que posso desistir deste projeto a qualquer momento, sem indicar o motivo, mas compreendo que o sucesso deste estudo depende da minha colaboração.	
Obrigada pela tua colaboração e bem-vindo ao grupo de investigação!	
O/A aluno(a)	A investigadora principal
_____	_____
Data ____/____/____	Data ____/____/____

Figura 9 Declarações de Consentimento e de Assentimento Informado

ANEXOS

