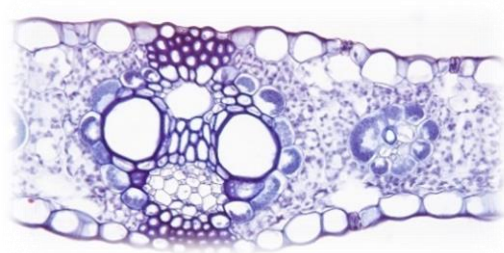


Ensino orientado para a
aprendizagem por investigação:
Uma investigação-ação com
alunos do 10º ano de escolaridade
na temática da distribuição de
matéria nas plantas

Joana Ribeiro

Relatório de Estágio de Mestrado apresentado à
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
em Ensino de Biologia e de Geologia no 3ºCiclo do
Ensino Básico e no Ensino Secundário

2022



Ensino orientado para a aprendizagem por investigação: Uma investigação-ação com alunos do 10º ano de escolaridade na temática da distribuição de matéria nas plantas

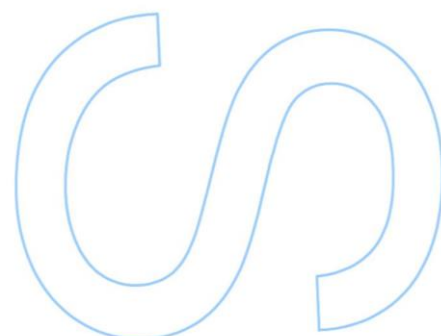
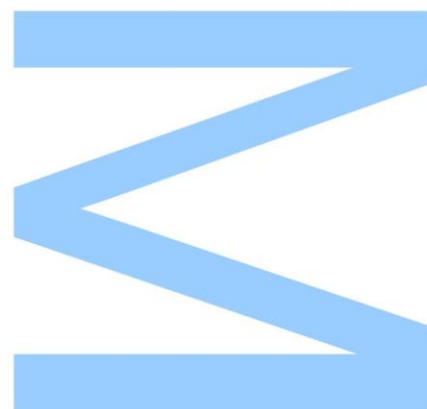
Joana Ribeiro

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

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
Unidade de Ensino das Ciências
2022

Orientador

Clara Vasconcelos, Professora Associada com Agregação, Unidade de Ensino das Ciências, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

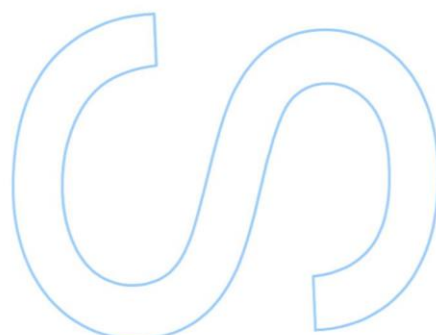
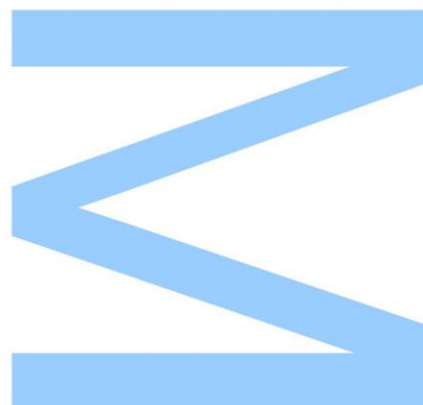




Todas as correções determinadas
pelo júri, e só essas, foram efetuadas.

O Presidente do Júri,

Porto, ____ / ____ / ____



Agradecimentos

Gostaria de manifestar o meu agradecimento a todos as pessoas que, pelo que fizeram ou disseram, me ajudaram neste percurso tão importante da minha vida pessoal e profissional.

À Professora Doutora Clara Vasconcelos, orientadora científica, a minha gratidão pelo conhecimento e disponibilidade que sempre manifestou. Os seus conselhos, sugestões e críticas construtivas contribuíram decididamente para o meu crescimento pessoal e profissional e para a minha identidade enquanto futura docente. Contribuiu ainda para o meu desenvolvimento como professora investigador e despertou o meu desejo de procurar saber mais, para fazer melhor.

Ao professor cooperante, pela disponibilidade, apoio e confiança depositada em mim ao longo de toda a intervenção. Agradeço também pelas suas observações, comentários e saberes partilhados, enriquecendo este trabalho assim como a minha integração no ensino.

Um agradecimento, também, às professoras do departamento de Biologia e Geologia da escola em que o estágio teve lugar, pela partilha de conhecimento e de materiais, assim como a uma das professoras de Educação Física, por se mostrar sempre disponível para ajudar e colaborar. Manifesto os meus cordiais agradecimentos a toda a equipa de assistentes técnicos e operacionais pelo carinho demonstrado e boa disposição. Ainda, um agradecimento muito especial a todos os alunos com os quais tive a oportunidade de trabalhar e colaborar. A cada um deles um grande obrigada por todo o trabalho que realizamos juntos e os momentos de partilha que desfrutamos.

Um grandíssimo obrigada aos meus colegas de estágio, Álvaro e Carolina, por terem proporcionado um bom ambiente de trabalho, em que prevaleceu o companheirismo e auxílio nos momentos de maior aperto. Durante este período partilhámos conhecimentos e opiniões fomentando a reflexão através da discussão de todas as ações, para em conjunto conseguirmos o objetivo a que nos propusemos. Foi com grande apreço que vos vi crescer profissionalmente e identificar o vosso posicionamento enquanto docentes.

A todos os meus velhos e grandes amigos por terem estado sempre comigo e por me auxiliaram com palavras de encorajamento e tranquilidade. Obrigada pelo companheirismo, todas as conversas e momentos de gargalhadas!

Aos meus pais, por estarem sempre presentes, pelo apoio e pelo encorajamento constantes que tornaram mais fáceis os momentos de maior cansaço. Obrigada por me incentivarem a seguir os meus objetivos e embarcarem comigo nas minhas variadas aventuras, assentes em interesses

multidisciplinares. Grata por vos ter ao meu lado, acreditarem sempre no meu trabalho e esforço, e, sobretudo, tentarem fazer de mim uma pessoa feliz.

Ao meu irmão, João, companheiro de todas as horas, que me surpreende cada vez mais pelo Homem que se está a tornar. Obrigada por todos os incentivos e opiniões partilhadas.

A todos aqueles que sempre tiveram uma palavra amiga e que acreditaram no meu trabalho.

Um bem-haja.

“Ninguém escapa ao sonho de voar, de ultrapassar os limites do espaço onde nasceu, de ver novos lugares e novas gentes. Mas saber ver em cada coisa, em cada pessoa, aquele algo que a define como especial, um objeto singular, um amigo, é fundamental. Navegar é preciso, reconhecer o valor das coisas e das pessoas, é mais preciso ainda.”

- Antoine de Saint-Exupéry

Resumo

A ciência, enquanto disciplina fulcral para o desenvolvimento de vários setores de um mundo cada vez mais globalizado, tornou-se numa das prioridades do Ensino, procurando formar indivíduos críticos e ativos na sociedade.

Atualmente, a realidade estudada e discutida pelas Ciências da Educação é a de uma Escola em que os alunos demonstram um constante desinteresse e apresentam um fraco aproveitamento. Esta realidade levou a que se elaborassem reformas nas abordagens educativas e se promovesse uma educação de qualidade, concordante com o objetivo 17 do Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030, elaborada pela Organização das Nações Unidas. Para além do referido, a operacionalização de tais reformas tem-se notado na formação inicial de professores, como no caso da Iniciação à Prática Profissional, que tem procurado encorajar os formandos a assumirem a função de professor-investigador, desenvolvendo o seu carácter refletivo, cooperativo, questionador e crítico da sua prática docente, com vista a poderem vir a adequar as metodologias e estratégias ao contexto de cada sala de aula.

Face ao exposto, justificou-se o desenvolvimento de um programa de intervenção pedagógica, que decorreu ao longo da Prática de Ensino Supervisionada, que pretendeu avaliar os impactes da adoção da metodologia de ensino orientado para a aprendizagem por investigação através de uma aula laboratorial, junto de alunos do 10º ano de escolaridade na disciplina de Biologia e Geologia, sobre o transporte de matéria nas plantas, inserido no domínio “Distribuição da Matéria”. Para tal, adotou-se a metodologia de investigação-ação, inferindo-se sobre as práticas letivas, através do diagnóstico de um problema, num contexto específico, da mudança e da repetição do processo, dentro do tempo disponível, com vista a um maior domínio e compreensão conceitual pelos alunos. As técnicas de recolha de dados apoiaram-se no método qualitativo e os instrumentos de recolha aplicados foram: um teste diagnóstico, um relatório V de Gowin e um mapa de conceitos.

O impacto positivo do programa de intervenção evidenciou bons indicadores de que a metodologia adotada potencia a compreensão, por parte dos alunos, sobre a distribuição de matéria nas plantas, assim como o desenvolvimento de competências investigativas.

Palavras-chave: Ensino Orientado para a Aprendizagem por Investigação, Investigação-Ação, Distribuição de Matéria, Trabalho Laboratorial

Abstract

Science, as a fundamental discipline for the development of various sectors of an increasingly globalized world, has become one of the priorities of Education, seeking to form critical and active individuals in society.

The currently reality studied and discussed by Science Education reveals a School in which students show a constant lack of interest and present a low performance. This reality has led to reforms in the educational approaches and the promotion of quality education in line with goal number 17 of the 2030 Agenda for Sustainable Development, elaborated by the United Nations. In addition to the above mentioned, the operationalization of such reforms has been noticed in the initial teacher training, as in the case of Initiation to Professional Practice, seeking to encourage trainees to investigate their own teaching behaviors, by assuming a reflective, cooperative, questioner and critical character, to transform their practice.

According to the prior points, it was decided to develop an intervention program along the Supervised Teaching Practice, which aimed to evaluate the impacts the adoption of the Inquiry-Based Teaching methodology through a laboratory lecture, with 10th grade students in the discipline of Biology and Geology, inserted in the domain “Distribution of Substances” in plants. To this end, the study followed an action-research methodology, reflecting on teaching practices, through the diagnosis of a problem, in a specific context, change and repeating the process, within the available time, with the aim of achieving greater mastery and conceptual understanding by students. Data collection techniques were based on the qualitative method, using the diagnostic test, a V de Gowin report and a concept map as instruments.

The results obtained demonstrated the effectiveness of this methodology, which promotes a better understanding of distribution of substances in plants, as the development of investigative skills.

Keywords: Inquiry-Based Teaching, Action-Research, Distribution of Substances in Plants, Laboratory Work

Índice

Agradecimentos	4
Resumo	7
Abstract.....	8
Lista de Quadros	12
Lista de Figuras.....	13
Lista de Abreviaturas	15
Capítulo 1. Introdução	16
1.1. Contextualização da Investigação.....	16
1.2. Questões e Objetivos da Investigação	18
1.3. Organização do Relatório de Estágio	19
Capítulo 2. Contextualização Curricular.....	21
2.1. Aprendizagens Essenciais.....	21
2.2. O Ensino da Distribuição de Matéria nas Plantas	22
Capítulo 3. Metodologia de Ensino.....	24
3.1. Ensino Orientado para a Aprendizagem por Investigação.....	25
Capítulo 4. Intervenção Pedagógica	30
4.1. Planificação e Recursos Educativos	30
4.2. Caracterização das Aulas de Intervenção	32
Capítulo 5. Metodologia da Investigação	36
5.1. Investigação-Ação	36
5.2. Amostra.....	39
5.3. Técnicas e Instrumentos de Recolha de Dados	40
5.3.1. Teste Diagnóstico	41
5.3.2. V de Gowin	41
5.3.3. Mapa de Conceitos	42
5.4. Validade e Fidelidade do Estudo.....	43
5.4.1. Validação Interna dos Instrumentos de Recolha de Dados	45
5.4.2. Validação Externa dos Instrumentos de Recolha de Dados	45

5.5. Questões de Ética.....	46
Capítulo 6. Resultados e Discussão	47
6.1. Resultados e Discussão Referentes ao Teste Diagnóstico	47
6.2. Resultados e Discussão Referentes ao V de Gowin	50
6.3. Resultados e Discussão Referentes ao Mapa de Conceitos.....	62
Capítulo 7. Conclusões	65
7.1. Conclusões Gerais	65
7.2. Limitações do Estudo e Sugestões para Futuras Investigações	66
7.3. Contributo do Estudo para o Desenvolvimento Profissional.....	67
8. Referências.....	70
9. Legislação	76
10. Apêndices.....	77
Apêndice 1. Planificação Global do PI.....	77
Apêndice 2. Planificação Aula 1 do PI	79
Apêndice 3. Planificação Aula 2 e 3 do PI	81
Apêndice 4. Planificação Aula 4 do PI	83
Apêndice 5. Planificação Aula 5 e 6 do PI	85
Apêndice 6. Grelha de Observação de Aula Teórica	87
Apêndice 7. Grelha de Observação de Aula Prática	88
Apêndice 8. <i>Quizz</i>	89
Apêndice 9. Relatório V de Gowin	91
Apêndice 10. Relatório V de Gowin - Correção	92
Apêndice 11. Mapa de Conceitos	93
Apêndice 12. Ficha de Trabalho.....	94
Apêndice 13. Apresentação Multimédia - Aula 1 do PI	97
Apêndice 14. Apresentação Multimédia - Aula 4 do PI	100
Apêndice 15. 1ª Validação dos Instrumentos de Recolha de Dados	102
Apêndice 16. 2ª Validação dos Instrumentos de Recolha de Dados	105
Apêndice 17. Declaração de Consentimento Informado.....	108

Apêndice 18. Declaração de Assentimento Informado	109
Apêndice 19. Grelha de Classificações Teste Diagnóstico – 10º B.....	110
Apêndice 20. Grelha de Classificações Relatório V de Gowin – 10º B.....	111
Apêndice 21. Grelha de Classificações Mapa de Conceitos – 10º B	112

Lista de Quadros

Quadro 1. Questão-problema e objetivos de investigação: científicos, educacionais e profissionais do projeto de investigação.....	18
Quadro 2. Aprendizagens essenciais abordadas no presente relatório (Direção-Geral de Educação, 2018).	21
Quadro 3. Caracterização dos objetivos do ensino orientado para a aprendizagem por investigação (Herranen et al., 2019; Herranen & Aksela, 2019).	26
Quadro 4. Classificação do ensino orientado para a aprendizagem por investigação (Alabdulkareem, 2017; Anjani et al., 2017; Herranen & Aksela, 2019; Tawfik et al., 2020).	27
Quadro 5. Caracterização da amostra do PI.	39
Quadro 6. Técnicas e instrumentos adotados para o presente projeto.	40
Quadro 7. Frequências de respostas corretas do teste diagnóstico em relação ao género.	47
Quadro 8. Percentagens de respostas corretas no teste diagnóstico.....	48
Quadro 9. Frequências de respostas corretas do relatório V de Gowin em relação ao género.	50
Quadro 10. Média das pontuações relativas a cada elemento do relatório de V de Gowin.	51
Quadro 11. Frequência de respostas por níveis de proficiência nos princípios do V de Gowin.	51
Quadro 12. Frequência de respostas por níveis de proficiência nos conceitos do V de Gowin.....	53
Quadro 13. Frequência de respostas por níveis de proficiência nos registos do V de Gowin.	54
Quadro 14. Frequência de respostas por níveis de proficiência, relativas à escrita dos nomes científicos no campo das transformações do V de Gowin.	56
Quadro 15. Frequência de respostas por níveis de proficiência nas transformações do V de Gowin. 57	
Quadro 16. Frequência de respostas por níveis de proficiência nas conclusões do V de Gowin.	58
Quadro 17. Frequência de respostas por níveis de proficiência nos juízos de valor do V de Gowin... 61	
Quadro 18. Frequência de notas organizadas por intervalos de classificação do mapa de conceitos.62	
Quadro 19. Frequências de respostas corretas do mapa de conceitos em relação ao género.	63

Lista de Figuras

Figura 1. Registo fotográfico da segunda aula do PI.	34
Figura 2. Espiral autorreflexiva lewiniana adaptada (Santos et al., 2013).	38
Figura 3. Representação esquemática do modelo de Ausubel (Mandrikas, 2020).	43
Figura 4. Exemplo de resposta ao campo dos princípios do relatório do V de Gowin com pontuação máxima.	52
Figura 5. Resposta ao campo dos princípios do relatório do V de Gowin com conceções alternativas.	52
Figura 6. Resposta ao campo dos princípios do relatório do V de Gowin com pontuação mínima.	53
Figura 7. Exemplo de resposta ao campo dos conceitos do relatório do V de Gowin com pontuação máxima.	53
Figura 8. Resposta ao campo dos conceitos do relatório do V de Gowin com conceções alternativas.	53
Figura 9. Exemplo de conceção alternativa relativa ao campo dos conceitos do relatório do V de Gowin.	53
Figura 10. Exemplo de resposta ao campo dos registos do relatório do V de Gowin com pontuação máxima.	54
Figura 11. Exemplo de resposta ao campo dos registos do relatório do V de Gowin com conceções alternativas.	55
Figura 12. Exemplo de registo de uma espécie de monocotiledónea.	55
Figura 13. Exemplo de registo de uma espécie de dicotiledónea.	56
Figura 14. Exemplo de resposta com os nomes científicos das plantas utilizadas escritos corretamente.	56
Figura 15. Exemplo de resposta com os nomes científicos das plantas utilizadas escritos de forma incorreta.	57
Figura 16. Resposta com a pontuação mínima relativamente à escrita do nome científico.	57
Figura 17. Exemplo de resposta ao campo das transformações do relatório do V de Gowin com pontuação máxima.	57

Figura 18. Exemplo de resposta ao campo das transformações do relatório do V de Gowin com um tópico correto.	58
Figura 19. Exemplo de resposta com cotação máxima para o tópico 1 das conclusões do relatório do V de Gowin.	59
Figura 20. Exemplo de resposta com falhas relativamente ao tópico 1 das conclusões do relatório do V de Gowin.	59
Figura 21. Exemplo de resposta ao campo das conclusões do relatório do V de Gowin com pontuação máxima.	59
Figura 22. Continuação do exemplo de resposta dado na figura 18.	60
Figura 23. Exemplo de resposta ao campo das conclusões do relatório do V de Gowin com falhas no conteúdo.	60
Figura 24. Exemplo de resposta ao campo das conclusões do relatório do V de Gowin com falhas a nível do rigor científico.	60
Figura 25. Resposta com pontuação mínima das conclusões do relatório do V de Gowin.	61
Figura 26. Exemplo de resposta ao campo dos juízos de valor do relatório do V de Gowin com pontuação máxima.	61
Figura 27. Exemplo de resposta ao campo dos juízos de valor do relatório do V de Gowin com falhas no rigor científico.	61
Figura 28. Exemplo de resposta ao campo dos juízos de valor do relatório do V de Gowin em que não consta nenhum dos termos corretos.	62
Figura 29. Secção do mapa de conceitos em que os alunos apresentaram mais dificuldades.	63
Figura 30. Conceções alternativas face ao processo que influencia a ascensão da seiva xilémica.	63
Figura 31. Secção do mapa de conceitos com maior frequência de respostas corretas.	64

Lista de Abreviaturas

IPP - Iniciação à Prática Profissional

PES - Prática de Ensino Supervisionada

PI - Programa de Intervenção

PASEO - Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória

MOC – Microscópio Ótico Composto

Capítulo 1. Introdução

O presente relatório de estágio foi realizado no âmbito da unidade curricular de Iniciação à Prática Profissional (IPP), incluindo a Prática de Ensino Supervisionada (PES), do Mestrado de Ensino de Biologia e de Geologia no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário, da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. Este documento contém a descrição da elaboração e aplicação de um Programa de Intervenção (PI) ministrado durante o ano letivo de 2021/2022 nas aulas de Biologia e Geologia de uma turma de 10º ano de escolaridade de uma escola básica e secundária localizada na cidade do Porto.

1.1. Contextualização da Investigação

O conhecimento científico é um processo mutável que desafia os cientistas das diferentes áreas a utilizarem a imaginação e a lógica para identificarem lacunas nos processos existentes e construírem novos caminhos e soluções (Taber, 2017a).

A Ciência da Educação, enquanto área multidisciplinar, estuda as filosofias e metodologias inerentes ao processo de ensino e de aprendizagem e desenvolve estudos que visam a eficiência desta ação. A realidade estudada e discutida atualmente é a de uma Escola em que os alunos demonstram um constante desinteresse e apresentam um fraco aproveitamento (Moraes & Taziri, 2019). O insucesso escolar envolve várias dimensões caracterizadas pela realidade sociocultural, relações pedagógicas, políticas educativas, entre outras que também são investigadas. O envolvimento escolar dos alunos é marcado pela ideia de um ensino passivo, individualista e competitivo, com um currículo que parece não ir ao encontro dos interesses de cada discente e que não permite uma aprendizagem significativa (Battiste, 2017; Castro & Pereira, 2019).

A necessidade de uma educação de qualidade, foi reconhecida pelos membros das Nações Unidas em setembro de 2015 aquando da divulgação da Agenda 2030 em que foram definidos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. As questões relacionadas com a educação estão presentes no objetivo quatro, designado “Educação de Qualidade”, onde se reconhece que, até 2030, se deverá “garantir que todas as meninas e meninos completam o ensino primário e secundário, que deve ser de acesso livre, equitativo e de qualidade, e que conduza a resultados de aprendizagem relevantes e eficazes” (Centro de Informação Regional das Nações Unidas para a Europa Ocidental, 2019, p.8). O ensino de qualidade mencionado neste objetivo contrasta com a atual realidade do envolvimento do aluno no seu percurso escolar.

A responsabilidade a nível da instituição, no que concerne a estes resultados da aprendizagem, obriga a que se elaborem reformas nas abordagens educativas. Relativamente a Portugal, e tendo em conta o orçamento de estado aprovado para o ano de 2022, salientam-se na área de educação certas medidas, designadamente, o (i) reforço da autonomia conferida às escolas; o (ii) trabalho de articulação com a comunidade através de políticas de ação sociais, assim como o reforço de técnicos especializados; (iii) investimento no âmbito do digital e a formação de todos os docentes nesta área; (iv) modernização do ensino profissional com a intenção de reforçar a equidade e justiça social relativamente ao acesso ao ensino superior; e (v) aposta na formação inicial de professores.

Em todo o caso, a crescente burocratização do Ensino, assim como a extensão do currículo, têm incidências na motivação e participação dos docentes, que manifestam resistência e absentismo à mudança e inovação educativa (Castro & Pereira, 2019; Mota, 2017; Vasconcelos et al., 2019).

Entretanto incita-se a diferença pela formação inicial de professores. Procura-se encorajar os formandos a assumirem a função de professor-investigador de carácter refletivo, cooperativo, questionador e crítico da sua prática docente. A investigação levada a cabo em cada prática letiva permite que o professor adequue as metodologias e estratégias adotadas na sala de aula de modo a melhorar as aprendizagens dos alunos (Arcadinho et al., 2020; Sousa et al., 2021).

A prática letiva deve seguir uma abordagem de ensino centrada no aluno, nomeadamente no seu vínculo emocional, cognitivo, ético e estético estabelecido entre esse e toda a comunidade escolar. O professor deve procurar envolver o aluno na comunidade e investigar as metodologias e estratégias que melhor se adequam ao contexto de sala de aula. Procura-se que ocorra uma aprendizagem significativa através das relações interpessoais mediatizadas pelo contexto de comunidade e que os alunos reconheçam a pertinência das aprendizagens. Além deste processo influenciar o aproveitamento escolar, forma cidadãos informados e intervenientes na sociedade (Mota, 2017; Prado et al., 2021; Pacheco, 2019).

Enquanto formação inicial de professores, a IPP proporciona a envolvimento em situações reais de prática de sala de aula, proporcionando uma oportunidade aos professores em formação de investigarem e avaliarem as metodologias de ensino das ciências adotadas na sala de aula.

Face ao exposto, justificou-se o desenvolvimento de um projeto de investigação ao longo da PES, assente na metodologia de investigação-ação. Tendo em conta o tempo disponível, este estudo apresentou várias fases, num único ciclo contínuo de investigação-ação, com indicações de investigações futuras. Assente neste princípio, avaliaram-se as repercussões da aplicação da

metodologia de ensino orientado para a aprendizagem numa turma do 10º ano de escolaridade, durante uma aula laboratorial de Biologia e Geologia. Esta metodologia foi escolhida no sentido de incentivar ao estudo e compreensão da temática do transporte de matéria nas plantas, assim como o desenvolvimento de competências investigativas.

1.2. Questões e Objetivos da Investigação

A metodologia adotada no decurso desta investigação-ação pretende averiguar o desenvolvimento de diversas competências investigativas e a compreensão conceitual, junto de alunos do 10º ano de escolaridade na disciplina de Biologia e Geologia, sobre o transporte de matéria nas plantas, inserido no domínio “Distribuição da Matéria”.

No quadro 1 encontram-se definidos os objetivos concetuais, educacionais e profissionais a alcançar, tendo em conta a questão-problema deste PI.

Quadro 1. *Questão-problema e objetivos de investigação: científicos, educacionais e profissionais do projeto de investigação.*

Questão-Problema		Poderá o ensino orientado para a aprendizagem por investigação promover o desenvolvimento de competências de investigação e a compreensão da distribuição de matéria nas plantas em alunos do 10º ano de escolaridade de Biologia e Geologia?
Objetivos de Investigação	Objetivos Científicos	Fomentar a aprendizagem da temática “Distribuição de matéria nas plantas”;
		Promover, nos alunos, o desenvolvimento de competências de investigação no âmbito da temática “Distribuição de matéria nas plantas”.
	Objetivos Educacionais	Potenciar o uso da metodologia de ensino orientado para a aprendizagem por investigação na disciplina de Biologia e Geologia;
		Alargar o uso do V de Gowin como relatório em atividades práticas laboratoriais;

		Incentivar à realização de aulas práticas laboratoriais.
	Objetivos Profissionais	Aprimorar competências no âmbito da investigação educacional;
		Impulsionar a articulação entre o domínio concetual e a sua aplicação em situações reais;
		Desenvolver competências de aplicação da metodologia de ensino orientado para a aprendizagem por investigação.

1.3. Organização do Relatório de Estágio

O relatório de estágio de IPP e PES encontra-se dividido em 7 capítulos, nomeadamente, introdução, contextualização curricular, metodologia de ensino, intervenção pedagógica, metodologia da investigação, validade e fidelidade do estudo, questões de ética, resultados e discussão e conclusões. A estes acrescem as referências, a legislação e os apêndices.

Na introdução é realizada uma descrição do conteúdo que consta do relatório. Este constitui o primeiro capítulo e divide-se em três subcapítulos. O primeiro aborda a contextualização da investigação, no qual se procede ao enquadramento e clarificação do seu propósito e à apresentação da metodologia de ensino aplicada. No segundo capítulo é explicitada a questão-problema norteadora desta investigação, assim como os seus objetivos científicos, educacionais e profissionais.

O segundo capítulo destina-se à contextualização curricular e encontra-se seccionado em dois subcapítulos. No primeiro são elencadas as aprendizagens essenciais relacionadas com a temática do transporte de matéria nas plantas, definidas pela Direção-Geral de Educação de Portugal. No segundo subcapítulo é descrito o contexto real do enquadramento educacional desta temática.

O programa de intervenção tem por base o ensino orientado para a aprendizagem por investigação, pelo que este é descrito mais pormenorizadamente no terceiro capítulo, designado “Metodologia de Ensino”.

O quarto capítulo, intitulado “Intervenção Pedagógica”, abrange o subcapítulo, “Planificação e Recursos Educativos”, onde se apresenta o planeamento e a construção dos recursos educativos

utilizados. No segundo subcapítulo, “Caracterização das Aulas de Intervenção”, é exposta a descrição da aplicação do PI, onde são abordadas as estratégias e recursos utilizados, assim como as tarefas desenvolvidas nas aulas e os seus objetivos.

O capítulo cinco compreende a metodologia da investigação e encontra-se subdividido em cinco subcapítulos, nomeadamente, investigação-ação, amostra, técnicas e instrumentos de recolha de dados, validade e fidelidade do estudo e questões de ética.

No primeiro é definida e descrita a metodologia de investigação utilizada, designadamente a investigação-ação. Esta investigação-ação recorreu a várias técnicas e instrumentos de recolhas de dados (teste diagnóstico, relatório V de Gowin e mapa de conceitos) que estão descritos em subcapítulos, assim como análise da validade e fidelidade dos mesmos, para uma maior objetividade dos resultados obtidos. De forma a organizar e orientar a leitura do presente relatório, definiu-se um subcapítulo para cada um destes pontos. O último subtítulo referente a esta metodologia refere-se às questões éticas do estudo, relacionadas com a recolha de dados de terceiros e de menores de idade.

No capítulo seis, é efetuada a apresentação dos resultados, bem como a discussão dos mesmos. Divide-se em três subcapítulos que retratam cada um dos instrumentos de recolha de dados.

Por fim, o capítulo sete reúne as conclusões decorrentes desta investigação. Neste capítulo referem-se as conclusões gerais, as limitações do estudo e sugestões para futuras investigações, bem como uma breve reflexão sobre o contributo deste estudo para o desenvolvimento profissional.

Capítulo 2. Contextualização Curricular

2.1. Aprendizagens Essenciais

As temáticas científicas abordadas durante o PI integram o subcapítulo “Transporte nas Plantas”, no domínio “Distribuição de Matéria”, enquadrado nas aprendizagens essenciais elencadas por domínio e nas aprendizagens transversais estabelecidas pela Direção-Geral de Educação de Portugal relativamente à disciplina de Biologia e Geologia do 10º ano de escolaridade (quadro 2). A implementação destas aprendizagens assume um papel preponderante no desenvolvimento de certas competências integradas no Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória (PASEO). O PASEO trata-se de uma referência para a organização do sistema educativo, envolvendo várias dimensões do desenvolvimento curricular na definição de estratégias, metodologias e procedimentos a utilizar na prática letiva (Martins et al, 2017).

Quadro 2. *Aprendizagens essenciais abordadas no presente relatório (Direção-Geral de Educação, 2018).*

Domínio		Distribuição de Matéria
AE: Conhecimentos, Capacidades e Atitudes	Aprendizagens Essenciais Transversais	- Pesquisar e sistematizar informações, integrando saberes prévios, para construir novos conhecimentos; - Realizar atividades em ambientes exteriores à sala de aula articuladas com outras atividades práticas; - Formular e comunicar opiniões críticas, cientificamente fundamentadas e relacionadas com Ciência, Tecnologia e Ambiente (CTSA); - Explorar acontecimentos, atuais ou históricos, que documentem a natureza do conhecimento científico; - Articular conhecimentos de diferentes disciplinas para aprofundar tópicos de Biologia e de Geologia.
	Aprendizagens Essenciais Elencadas por Domínios	- Interpretar dados experimentais sobre mecanismos de transporte em xilema e floema; - Explicar movimentos de fluidos nas plantas vasculares com base em modelos (pressão radicular; adesão-coesão tensão; fluxo de massa), integrando aspetos funcionais e estruturais; - Observar células e/ou tecidos (animais e vegetais) ao microscópio, tendo em vista a sua caracterização e comparação; - Planificar e executar atividades laboratoriais/ experimentais relativas ao transporte nas plantas, problematizando, formulando hipóteses e avaliando criticamente procedimentos e resultados.

Ações Estratégicas de Ensino Orientadas para o Perfil dos Alunos	- Análise de factos, teorias, situações, identificando elementos ou dados; - Memorização, compreensão, consolidação e mobilização de saberes intra e interdisciplinares; - Problematização de situações reais próximas dos interesses dos alunos; - Pesquisa autónoma e criteriosa sobre as temáticas em estudo; - Aceitação de pontos de vista diferentes; - Síntese e organização de informação pertinente (por exemplo, sumários, registos de observações, relatórios segundo critérios e objetivos); - Comunicação uni e bidirecional; - Apresentação de ideias, questões e respostas, com clareza; - Autoanálise com identificação de pontos fracos e fortes das suas aprendizagens, numa perspectiva de autoaperfeiçoamento; - Participar de forma construtiva em trabalho de grupo.
Descritores do Perfil dos Alunos	A – Linguagens e textos; B – Informação e comunicação; C – Raciocínio e resolução de problemas; D – Pensamento crítico e pensamento criativo; E – Relacionamento interpessoal; F – Desenvolvimento pessoal e autonomia; G – Bem-estar, saúde e ambiente; H – Sensibilidade estética e artística; I – Saber científico, técnico e tecnológico; J – Consciência e domínio do corpo.

2.2. O Ensino da Distribuição de Matéria nas Plantas

Dentro dos saberes da Biologia, o ensino da botânica é uma das temáticas negligenciadas pelos docentes, projetando nos alunos o desinteresse nesta área científica. Neste sentido, proporcionam-se lacunas no conhecimento dos alunos que se perpetuam na sua formação e na sociedade (Santos, 2019).

As lacunas relativas a estes conceitos refletem-se na incapacidade de reconhecer a importância deste ramo da biologia, num fenómeno descrito na literatura como “*plant blindness*”. As tendências cognitivas desenvolvidas pela perceção dos indivíduos relativamente ao papel das plantas refletem-se ao nível da sociedade, com reduzidas ações de proteção e monitorização de espaços naturais. Os indivíduos que possuem contacto com a natureza ao longo do seu desenvolvimento apresentam maior sensibilidade quanto a esta temática, pelo que o Ensino deve procurar providenciar atividades relacionadas com plantas, assim como adotar exemplos das mesmas em diferentes domínios (Jose et al., 2019; Lakrim, 2013; Thomas et al., 2022).

As razões aduzidas para a falta de relevância da botânica no Ensino baseiam-se na insegurança dos docentes na sua lecionação, apostando em abordagens e estratégias de ensino essencialmente expositivas, fazendo-o de uma forma célere e ligeira, sem aprofundar muito, para que possam incidir a sua ação letiva em conteúdos que consideram mais relevantes. A extensão do currículo exige, inadvertidamente, que os docentes façam escolhas relativamente às aprendizagens que devem ser mais exploradas, pelo que o ensino de conteúdos relacionados com plantas é, por vezes, descurado (Etobro & Fabinu, 2017).

Ao nível da botânica, o currículo da disciplina de biologia no 10º ano foca-se na obtenção e na distribuição de matéria nas plantas. Neste PI o tema central é a distribuição de matéria, em que existiu a mobilização de diferentes tópicos de Biologia e a articulação interdisciplinar de conhecimentos. Um dos alicerces desta temática é a compreensão do transporte transmembranar abordado no domínio “Obtenção de Matéria”.

Segundo a revisão da literatura, denota-se que os alunos apresentam muita dificuldade na compreensão do transporte transmembranar, necessária para a aprendizagem dos conteúdos relacionados com o transporte e a distribuição de matéria nas plantas através do processo de difusão e de osmose. O baixo nível de compreensão dos alunos face a este tópico pode ser resultado de um conjunto de conceções alternativas associadas aos termos “soluto”, “pressão”, “semipermeabilidade”, “concentração”, “quantidade”, ou até mesmo da perceção de processos ao nível molecular (Ainiyah et al., 2018; Torkar et al., 2018).

Neste seguimento, parece ser de suma importância a utilização de várias estratégias, práticas e teóricas, para que os professores identifiquem as conceções alternativas dos seus alunos e consigam proporcionar uma aprendizagem eficaz. Tal ação também permite que os alunos com diferentes níveis cognitivos consigam acompanhar o processo de ensino e de aprendizagem e que o grupo turma desenvolva uma perceção holística referente aos fenómenos lecionados (Ainiyah et al., 2018).

Capítulo 3. Metodologia de Ensino

A ciência, enquanto disciplina fulcral para o desenvolvimento de vários setores de um mundo cada vez mais globalizado, tornou-se numa das prioridades do Ensino, procurando formar indivíduos críticos e ativos na sociedade (Direção-Geral de Educação, 2018; Torres & Vasconcelos, 2020).

A consideração de diferentes perspetivas de aprendizagem ao longo da história da educação demonstrou a necessidade de promover uma visão mais clara do mundo, procurando formar cidadãos intervenientes numa sociedade democrática em constante modernização (Anjani et al., 2017). O ensino afastou-se da perspetiva tradicional, focada na transmissão de conhecimento científico, no qual o aluno assumia o papel de mero recetor de informação, para dispor o aluno no centro da sua aprendizagem (Tawfik et al., 2020).

A perspetiva construtivista, desenvolvida por Jean Piaget, assente neste princípio, considera que o aluno é responsável no seu processo de aprendizagem. Esta teoria privilegia a motivação e participação ativa dos aprendizes ao assumir que cada indivíduo é autorregulador da sua aprendizagem a partir da descoberta, e com base nos seus interesses e questões-problema relacionadas com o “mundo real”. Assim, o conhecimento é fruto das constantes interações entre o aluno e o meio em que se insere (Prado et al., 2021).

Neste seguimento, Lev Vygotsky, desenvolveu uma perspetiva construtivista mais ampla, o socioconstrutivismo, em que o desenvolvimento cognitivo do aluno é produto da interação social do contexto em que se insere. Os seus modelos mentais são influenciados pelas suas vivências, sendo necessário considerarem-se as conceções prévias e alternativas do aluno (Chen et al., 2020; Tawfik et al., 2020). A partilha de pensamentos através da interação social proporciona a mediação entre um novo conceito e as pré-conceções presentes na estrutura cognitiva do aprendiz, num dos conceitos principais do socioconstrutivismo, a zona de desenvolvimento proximal (ZDP). O professor, enquanto mediador, apoia-se neste aspeto para organizar o planeamento curricular e, desta forma, criar um ambiente coletivo de aprendizagens significativas. Sendo que a interação social é um dos princípios desta perspetiva, privilegia-se o trabalho de grupo e colaborativo, pois interessa promover uma convergência de perspetivas, que incite os alunos a defenderem e ouvirem novas convicções. Esta partilha permite momentos de discussão e de debate face a conceções alternativas, para que o aluno investigue, questione e verifique o seu erro, em conjunto com os seus colegas. Este é uma perspetiva central do socioconstrutivismo, em que o erro não é penalizado, mas antes um momento de aprendizagem para todos os intervenientes no processo de ensino e de aprendizagem (Chen et al., 2020; Tawfik et al., 2020).

Outro aspeto importante para o sucesso dos alunos corresponde ao envolvimento, pela classe docente, das famílias e comunidade na vida escolar para colaborar na definição dos projetos educativos, com a intenção de mobilizar significados culturais para o processo de ensino e de aprendizagem. Espera-se que a Escola seja um espaço público agregador de toda a diversidade social e cultural (Direção-Geral de Educação, 2018).

O currículo do ensino das Ciências vigente procura adotar metodologias que vão ao encontro do quadro concetual apresentado anteriormente. O ensino orientado para a aprendizagem por investigação emergiu ao longo da história da educação como uma metodologia de ensino ativa, promotora dos princípios orientadores da perspetiva socioconstrutivista, em que o papel do aluno é central e o professor é considerado um mediador da aprendizagem que orienta os discentes no sentido de encontrar explicações/soluções para os seus problemas de investigação, baseados na observação, em evidências, no questionamento e na argumentação (Moraes & Taziri, 2019; Andrini, 2016). Na presente prática de ensino supervisionado, optou-se pela adoção desta metodologia de ensino, que em seguida se descreve.

3.1. Ensino Orientado para a Aprendizagem por Investigação

O ensino orientado para a aprendizagem por investigação, conhecido na literatura de especialidade por *“inquiry teaching”* ou *“inquiry-based teaching”*, surgiu no final do século XIX e ganhou notoriedade em meados do século XX por meio de alguns filósofos da educação, como John Dewey (Moraes & Taziri, 2019). A aplicação desta metodologia concede aos alunos a oportunidade de compreenderem a natureza da ciência, sendo que o processo de aprendizagem é cooperativo e conduzido no sentido da compreensão do conhecimento científico através do desenvolvimento de competências relacionadas com o processo de investigação científica (Torres & Vasconcelos, 2020).

Este consenso procura desenvolver a autonomia de pensamento do aluno, colocando-o como coautor do seu processo de aprendizagem e valorizando as conceções prévias presentes na sua estrutura cognitiva. Neste sentido, uma das práticas mais comuns é a familiarização do aluno com o método científico recorrendo a atividades *“hands-on”*, em que se destaca a recolha de dados através da observação, medição, levantamento de hipóteses, discussão, entre outros aspetos da ciência (McComas, 2020).

Este envolvimento do aluno na construção do seu conhecimento permite que, no seio do grupo turma, e mediado pelo professor que atua como facilitador da aprendizagem, se organize, discuta e reestruture preconcepções com base na nova informação (Herranen et al., 2019; Tawfik et al., 2020). Segundo David Ausubel, a interação entre a nova informação e o conhecimento prévio presente

na estrutura cognitiva do discente representa a essência do processo de aprendizagem significativa. Tal processo não deve ser arbitrário nem literal, mas deve existir uma disposição para aprender significativamente pelo aprendiz, para que não incorra na aprendizagem mecânica (Darroz, 2018).

Apesar desta metodologia de ensino ser considerada a mais efetiva relativamente à construção de conhecimento conceptual, epistémico e procedimental (quadro 3), a ambiguidade da sua definição induz o debate quanto à clarificação dos seus modelos e abordagens (Tawfik et al., 2020). A disparidade das interpretações do ensino orientado para a aprendizagem por investigação resulta em aplicações diferentes da mesma metodologia e, portanto, a resultados diferentes, não se chegando a uma conclusão consensual sobre a sua eficácia (Herranen et al., 2019).

Quadro 3. Caracterização dos objetivos do ensino orientado para a aprendizagem por investigação (Herranen et al., 2019; Herranen & Aksela, 2019).

Objetivo	Conhecimento	Caracterização
Aprender sobre investigação	Epistémico	Aprender o conhecimento relativo à natureza da ciência e do processo de investigação científica.
Aprender a investigar	Procedimental	Concluir sobre os procedimentos e competências do pensamento investigativo.
Investigação como abordagem para a aprendizagem do conteúdo científico	Concetual	Interpretação dos conceitos científicos.

Esta metodologia pode ser adotada através de várias estratégias categorizadas de acordo com a relevância do papel dos intervenientes na prática pedagógica, podendo as estratégias serem mais centradas no docente ou no aluno (Herranen & Aksela, 2019). Existem vantagens e desvantagens para cada uma destas opções, pelo que a sua aplicação em sala de aula, não se deve cingir apenas a uma delas. De acordo com o carácter reflexivo que o professor deve adotar ao longo da sua prática, este deverá adequar diferentes níveis de abertura às estratégias e metodologias adotadas e ao enquadramento da sala de aula (Halawa et al., 2020).

As estratégias centradas no aluno partem da discussão dos seus pontos de interesse, que geram uma primeira ideia motivadora, e que permitem a compreensão do conhecimento, desenvolvendo as suas competências investigativas e cognitivas ao longo do processo de

aprendizagem. As estratégias centradas professor permitem um ensino e uma aprendizagem mais objetivos e direcionados, mas, por outro lado, desenvolvem menos as competências relativas ao pensamento crítico e investigativo. A combinação dos dois géneros de estratégias contribui para o sucesso desta metodologia (Andrini, 2016).

No quadro 4 encontram-se descritas as várias classificações, organizadas por nível de intervenção, por parte do discente e docente.

Quadro 4. Classificação do ensino orientado para a aprendizagem por investigação (Alabdulkareem, 2017; Anjani et al., 2017; Herranen & Aksela, 2019; Tawfik et al., 2020).

Classificação	Papel do Professor	Papel do Aluno	Descrição
Estruturado	Fornece os procedimentos e questões de investigação	Investiga o problema definido pelo professor	O mais utilizado; Permite conferir aos alunos conceitos básicos, técnicas e procedimentos sobre investigação; Responde às necessidades de estudantes com níveis de desempenho diversos.
Guiado	Fornece as questões de investigação Orienta o aluno durante todo o processo	Elabora o procedimento para a resolução do problema definido pelo professor Analisa, interpreta e conclui com base nos dados obtidos	O mais adaptado à realidade de sala de aula; Permite uma maior autonomia do aluno durante o processo de aprendizagem.
Aberto ou Autêntico	Desempenha o papel de facilitador da aprendizagem e auxilia quando necessário	Elabora o procedimento e as questões de investigação Analisa, interpreta e conclui com base nos dados obtidos	Procura espelhar o trabalho do cientista.

Aspetos como (i) o conhecimento das qualificações dos discentes; (ii) o contexto sociocultural, que pode influenciar os recursos disponíveis e o tempo disponível para a realização das tarefas; (iii) as relações professor-aluno, aluno-professor e aluno-aluno, desempenham um papel preponderante na

implementação do ensino orientado para a aprendizagem por investigação (Alabdulkareem, 2017; Herranen & Aksela, 2019).

Ainda assim, para que a implementação desta metodologia seja bem-sucedida, deve abranger os seguintes aspetos, com as modificações cabíveis a cada contexto (Herranen & Aksela, 2019):

- O processo de investigação deve ser longo o suficiente;
- O empenho e vontade de melhoria dos conhecimentos deve ser compartilhado entre os alunos e os professores;
- Devem ser utilizados recursos educativos autênticos;
- O trabalho de grupo é valorizado, em que o professor atua apenas como mediador quando necessário;
- Os alunos elaboram perguntas-resposta associadas a um determinado conceito e o professor partilha a sua perceção quanto à sua elaboração;
- Deve existir uma relação entre os conceitos e o quotidiano dos alunos;
- A orientação dos alunos por parte do professor deverá atenuar-se com o decorrer do processo investigativo, aumentando, por sua vez, a responsabilidade do aluno na sua condução.

Idealmente, procura-se que as atividades desenvolvidas pelos alunos espelhem a atividade dos cientistas, permitindo que experienciem o processo de construção de conhecimento e desenvolvam concepções adequadas da Ciência e da Natureza da Ciência (Torres & Vasconcelos, 2020).

Posto isto, dada a amostra desta investigação ser inexperiente relativamente à metodologia mais “aberta”, optou-se pelo ensino orientado para a aprendizagem por investigação estruturado, de forma a orientar os alunos no processo de ensino e de aprendizagem.

A metodologia de ensino orientado para a aprendizagem por investigação foi adotada numa tipologia de aula que permite a adoção de vários níveis de abertura, a aula prática laboratorial. Por aula prática laboratorial entende-se uma aula realizada num laboratório com recurso a material de laboratório, ou, na falta deste, numa sala de aula normal com o mesmo material, desde que as condições de segurança sejam cumpridas, em que o aluno esteja ativamente envolvido (Hofstein & Mamlok-Naaman, 2007; Leite, 2001).

Uma aula laboratorial também pode ser experimental. No entanto, dado que neste PI não ocorreu manipulação de variáveis, a aula foi classificada apenas como aula prática laboratorial, em que o objetivo central foi reproduzir ou simular fenómenos da natureza (Dourado, Leite & Morgado, 2017).

Esta tipologia de aula motiva os alunos e potencia a aprendizagem significativa, permitindo que estes relacionem os conhecimentos conceptuais com a prática, aprendam a fazer Ciência e espelhem o trabalho dos cientistas. Assim sendo, para que se desenvolva uma investigação a aula laboratorial deve seguir uma questão-problema, no sentido de se aproximar a atividade ao método científico (Ibe & Nwosu, 2017; Leite, 2001). Neste sentido, foi aplicado um relatório V de Gowin durante a aula laboratorial.

Capítulo 4. Intervenção Pedagógica

O PI foi elaborado e implementado na turma de 10º ano do professor orientador cooperante com o objetivo de encontrar respostas para o problema e objetivos de investigação enunciados no Capítulo 1.

Com base no enquadramento apresentado anteriormente foi elaborada a planificação das aulas e os recursos educativos a adotar durante as aulas de PI. Procurou-se apresentar recursos e estratégias diversificadas em função da especificidade dos alunos e sempre que possível com recurso às novas tecnologias, com o intuito de detetar e ajudar os alunos a superar as dificuldades sentidas, bem como promover a autonomia e o espírito crítico de cada um deles, fomentando o gosto pela disciplina.

As aulas de intervenção, num total de 800 minutos, foram compostas por duas aulas teóricas de 100 minutos cada e duas aulas práticas de 150 minutos cada, em que a turma se encontrava dividida em dois turnos.

4.1. Planificação e Recursos Educativos

De forma a organizar a globalidade do PI foi desenvolvida uma planificação global ([apêndice 1](#)), onde estão discriminados todos os objetivos, estratégias, finalidades, recursos e materiais. Anexadas nos apêndices nº [2,3,4](#) e [5](#) deste relatório encontram-se as planificações específicas para cada uma das aulas. As estratégias adotadas ao longo da intervenção exigiram a elaboração de vários recursos educativos, nos quais se incluem: um *quizz*, apresentações multimédia, um relatório V de Gowin, um mapa de conceitos e uma ficha de trabalho. Estes foram ministrados de acordo com o desenrolar da temática ao longo do PI.

O *quizz* ([apêndice 8](#)) aplicado na primeira aula teórica do PI correspondeu a um teste diagnóstico com o objetivo de verificar as preconcepções dos alunos quanto aos conceitos abordados durante o PI, sendo que apresentou uma abordagem geral da temática de distribuição nas plantas. O *quizz* foi desenvolvido através da plataforma “Kahoot!” e todas as imagens e vídeos utilizados foram selecionados do banco de imagens e vídeos da plataforma. Este incluiu 13 questões com itens de seleção que englobavam questões de escolha múltipla, completar, ordenação e resposta curta, elaboradas com cuidado na escolha da linguagem, *design*, imagens, assim como na organização e seleção das questões. Cada questão teve duração de 30 segundos, à exceção da pergunta 4, 7 e 11 que tiveram 60 segundos e a questão nº 13 de duração de 90 segundos. O tempo disponibilizado para cada questão foi adaptado à sua exigência. Algumas questões presentes nesta atividade permitiram

momentos de discussão durante a realização do *quizz*, porque as respostas foram apresentadas anonimamente no quadro.

Dado que o professor cooperante autoriza a utilização do *smartphone* na sala de aula para fins académicos, os alunos responderam ao *quizz* a partir do seu telemóvel pessoal. Todos os alunos foram questionados na aula anterior se tinham possibilidade de disponibilizar este recurso para a atividade, e, caso não tivessem, a aula seria lecionada na sala de informática.

As apresentações multimédia (apêndice [13](#) e [14](#)), foram elaboradas a partir do recurso *PowerPoint*, tendo sido desenvolvidas com cuidado na escolha da linguagem, *design*, imagens e conceitos científicos. O principal objetivo da sua utilização consistiu no suporte às aulas teóricas, tendo sido posteriormente disponibilizadas para os alunos na plataforma *Classroom*. Estes elementos serviram de apoio na sistematização de algumas informações científicas relacionadas com o tema e como orientadores no questionamento. As imagens e esquemas extraídos de bancos de imagens ou artigos estão referenciados ao longo da apresentação. Além das imagens referenciadas foram ainda utilizadas imagens gratuitas do banco de imagens do *PowerPoint*.

Como recurso para a aula laboratorial sobre a ascensão xilémica, desenvolveu-se um relatório V de Gowin ([apêndice 9](#)) em que os campos previamente completados cingiram-se apenas às hipóteses e procedimentos. A sua elaboração teve em conta o contexto da sala de aula onde se deu a intervenção, assim como as dificuldades de cada aluno. Por essa razão decidiu-se distribuir os locais de preenchimento do relatório pelas diferentes componentes, permitindo que cada aluno conseguisse mostrar os seus conhecimentos na componente em que melhor se destaca. Na globalidade da turma, os alunos estavam familiarizados com este recurso, não sendo necessário introduzir exaustivamente os objetivos e funções deste tipo de relatório, ainda assim estes foram lembrados antes do início da experiência. Relativamente a duas alunas de origem brasileira que eram inexperientes neste tipo de relatório foi dado um acompanhamento inicial e ao longo do registo do V heurístico de Gowin. O objetivo da adoção do V heurístico de Gowin foi permitir a relação entre a componente metodológica e concetual através da investigação, promovendo a autonomia e o espírito crítico de cada aluno, além do fortalecimento do conhecimento da temática. Com o intuito dos alunos desenvolverem as relações interpessoais, promoveu-se o trabalho em grupo durante o procedimento.

Nesta aula também se utilizou o recurso ao telemóvel em dois momentos do procedimento. Num primeiro momento os alunos pesquisaram as divisões do reino *Plantae* através dos seus telemóveis e discutiram as mesmas no seio do grupo turma. Este ponto foi incluído no procedimento tendo por base vivências anteriores do seio do grupo turma. Em aulas passadas, anteriores ao PI, verificou-se, por vários momentos, que os alunos apresentavam conceções alternativas baseadas em

informações retiradas de fontes duvidosas. Assim, o objetivo deste ponto do procedimento foi informar os alunos sobre a importância de obter informações atualizadas provenientes unicamente de fontes fidedignas e a mobilização de informação pertinente.

Num segundo momento, os alunos acederam à aplicação para telemóvel, “*PlantNet*”, para identificarem as espécies que recolheram do recinto escolar. O pedido de instalação da aplicação foi solicitado atempadamente para que a maioria dos alunos tivesse acesso à mesma. Esta atividade permitiu fomentar a curiosidade dos alunos face ao meio em que se inserem, e também elucidar sobre as várias funções das aplicações de telemóvel, entre elas a função de identificação de espécies.

O mapa de conceitos ([apêndice 11](#)) foi desenvolvido e refeito várias vezes com o intuito de o adaptar aos ritmos de aprendizagens evidenciados pelos alunos. A turma que participou no PI não apresentava experiência no preenchimento de mapas de conceitos pelo que foi realizada uma introdução esclarecedora sobre o propósito do mesmo. Este foi aplicado no final do PI, altura em que os alunos já apresentavam um quadro conceptual e princípios básicos relativos a esta área, com o objetivo de reconhecer o desenvolvimento e reestruturação de preconcepções com base nas respostas que os alunos apresentaram no teste diagnóstico. O mapa de conceitos foi produzido para que os alunos completassem os campos deixados em branco, sendo que existiam certos campos previamente preenchidos de forma a auxiliar na organização do mapa. Cada um destes campos foi classificado com um valor, sendo a pontuação máxima 20 valores.

Os três recursos mencionados anteriormente, teste diagnóstico, V de Gowin e mapa de conceitos, foram utilizados como instrumentos de avaliação e de recolha de dados. Contudo, produziu-se uma ficha de trabalho ([apêndice 12](#)), que não participou como instrumento de avaliação nem como recolha de dados. Após a correção e análise do V heurístico de Gowin foi possível determinar certos aspetos em que os alunos apresentavam mais dificuldades ou concepções alternativas, pelo que esta ficha de trabalho serviu para esclarecer esses pontos e ajudar os alunos a superar as dificuldades sentidas. Esta ficha foi desenvolvida no sentido de relacionar os conceitos com situações da vida real.

4.2. Caracterização das Aulas de Intervenção

A implementação do presente PI ocorreu entre os dias 26 de abril e 5 de maio de 2022, nas aulas de Biologia e Geologia do 10º ano de escolaridade de uma turma integrada numa escola básica e secundária da cidade do Porto. A temática científica abordada ao longo do PI está incluída no domínio de distribuição de matéria e abrange a distribuição de matéria nas plantas, seguindo as aprendizagens essenciais elencadas para este ano de escolaridade (Direção-Geral de Educação, 2018).

O PI iniciou-se com uma aula teórica, onde se aplicou no início da aula o teste diagnóstico em formato de *quizz*, no sentido de determinar as preconcepções dos alunos sobre a matéria. As questões do *quizz* foram projetadas e cada aluno acedeu através do seu telemóvel ao painel de respostas. Dado que o *quizz* foi aplicado no início da primeira aula do dia, quatro alunos chegaram bastante atrasados e não participaram na atividade, impossibilitando a recolha dos seus dados.

Num segundo momento da aula, e tendo como base uma apresentação multimédia, incentivou-se o questionamento e desenvolvimento de conceitos sobre a evolução das plantas, a decorrente progressão dos tecidos condutores nas plantas vasculares e o transporte da seiva xilémica. As várias teorias explicativas da ascensão xilémica constituíram o ponto central da segunda parte da aula, uma vez que suscitaram mais dúvidas e reflexões por parte dos alunos. Esta apresentação, embora de cariz mais expositivo, fomentou sempre a interação com os alunos através da formulação de questões, até porque muitos dos conceitos abordados eram desconhecidos de grande parte dos alunos.

A segunda aula do PI (figura 1) foi de componente prática laboratorial com uma duração de 150 minutos e funcionou com a turma dividida em dois turnos, em simultâneo com a aula de Físico-Química, permitindo que se desenvolvesse um trabalho laboratorial mais moroso. A aula laboratorial assentou em duas questões problema, “Todas as plantas possuem tecidos condutores? Como ocorre a condução de seiva xilémica?”, pelo que se recorreu à resolução de um relatório V de Gowin. Esta aula, iniciou-se com uma revisão teórica sobre os conceitos abordados na aula teórica e dos elementos que constituem o relatório. Este relatório constituiu um elemento de avaliação pelo que foi preenchido de forma individual. Porém, no início da aula, os alunos trabalharam em grupo para que pudessem realizar o procedimento.

Após a leitura do procedimento, os discentes procederam à realização do primeiro ponto, induzindo um momento de discussão e pesquisa em turma sobre as espécies avasculares e vasculares. Clarificados os conceitos de planta vascular e avascular, os alunos deslocaram-se até ao espaço exterior do recinto escolar para recolher amostras de plantas e identificar, através da aplicação “*PlantNet*”, as espécies recolhidas. De volta à sala de aula, os alunos recolheram o material de laboratório previamente preparado para iniciarem a realização da atividade. A ascensão lenta do corante na planta tornou esta etapa do procedimento demorada, permitindo a realização de observações de preparações definitivas de angiospermas e de briófitas ao MOC. A observação prévia das estruturas permitiu facilitar a identificação do xilema corado nas plantas recolhidas pelos alunos. Assim, apesar de verem uma estrutura corada, conseguiram entender o que estava a ser corado e como se distribuíam as células dos vasos condutores nestes dois grupos de plantas. O recurso e

incentivo ao trabalho de grupo desenvolvido durante estas aulas permitiu o envolvimento dos alunos com maior facilidade na incorporação de conhecimentos, com os que revelavam maiores dificuldades, no sentido de fomentar o espírito de entreajuda. No decorrer da atividade, a professora-investigadora apenas interveio na colocação de questões, confrontando criticamente os alunos com o que estavam a manipular, e auxiliou na interpretação do preenchimento dos relatórios.

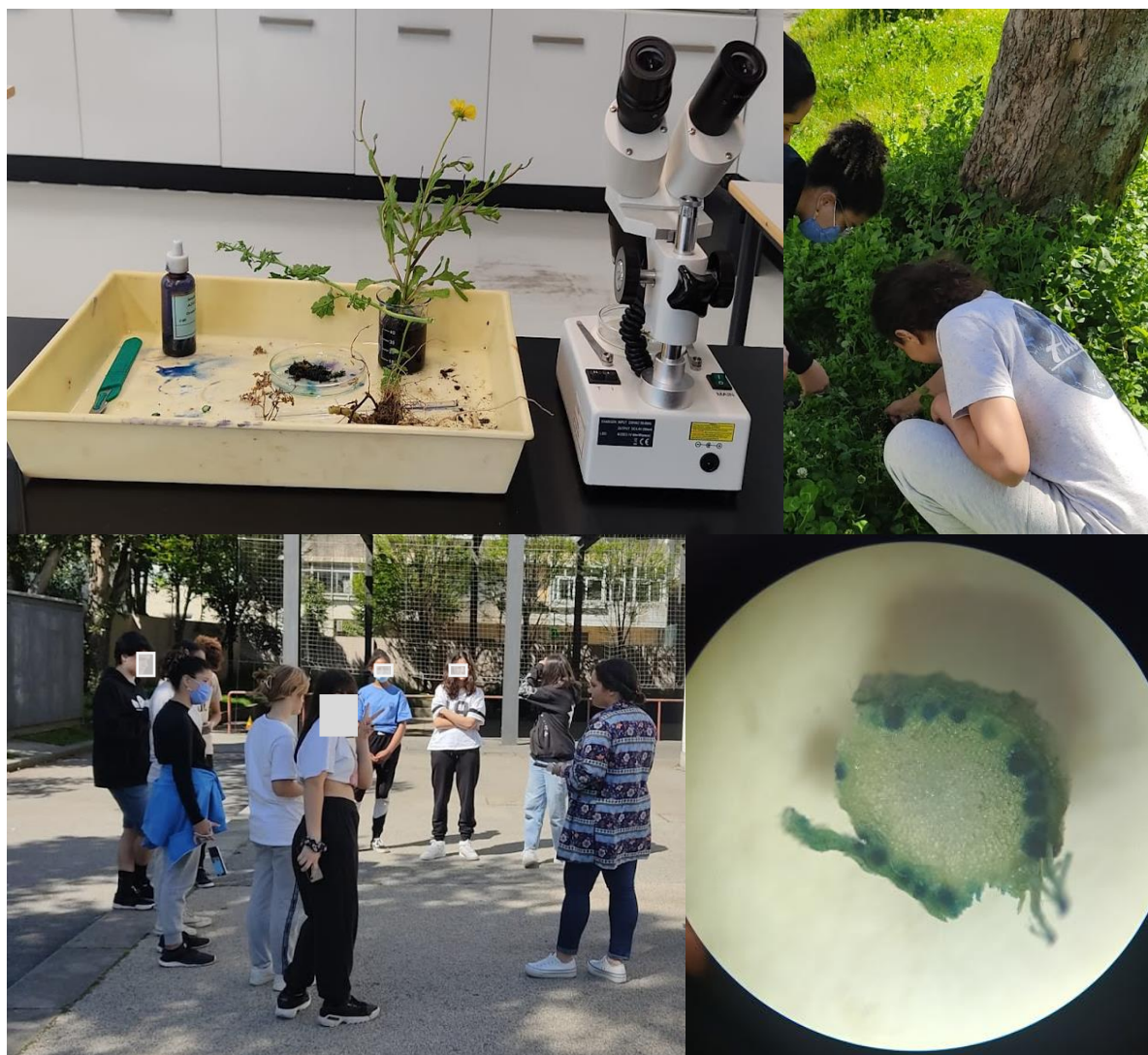


Figura 1. Registo fotográfico da segunda aula do PI.

A aula seguinte foi de componente teórica e constituiu a finalização da temática do transporte de matéria nas plantas. Promoveu-se o questionamento e a discussão através de uma apresentação multimédia, onde se abordou, numa perspetiva histórica da ciência, a descoberta do floema e a movimentação da seiva floémica. A primeira parte da aula cingiu-se à perspetiva histórica da evolução do microscópio e às observações realizadas por Marcello Malpighi relativamente ao floema e a movimentação da seiva floémica. Esta introdução despoletou a curiosidade dos alunos, permitindo

momentos de discussão que se mostraram revelantes para que se inteirassem que o conhecimento científico é mutável e que as teorias atuais só são possíveis graças a décadas de investigação.

Após esta introdução, apresentou-se várias experiências realizadas ao longo da história para introduzir o sentido do fluxo da seiva floémica, a sua composição e a teoria do fluxo de massa. Dado que esta teoria envolve vários passos e a mobilização dos conceitos relativos aos constituintes estruturais, esta suscitou mais dúvidas e uma maior exigência de compreensão por parte dos alunos, pelo que foi utilizada grande parte da aula para identificar e elucidar as conceções alternativas e dúvidas que surgiram. Durante toda a aula os alunos participaram na construção do seu conhecimento, expondo as suas dúvidas e perceções sobre esta temática, culminando num momento de discussão e de partilha de perspetivas no seio do grupo turma.

As últimas aulas do PI, nos dias 4 e 5 de maio, foram lecionadas com grande entusiasmo por se tratar do último momento de intervenção da professora-investigadora. Após o registo do sumário foi distribuída uma ficha de trabalho que abordava os anéis de crescimento das árvores. Esta ficha providenciou um momento de consolidação dos conteúdos relativos à temática da distribuição de matéria nas plantas, além de desenvolver a curiosidade e a capacidade de reconhecer este fenómeno na natureza.

Após esta atividade, os alunos realizaram individualmente um mapa de conceitos que constituiu um momento de avaliação com o objetivo de determinar os conceitos presentes na sua estrutura cognitiva após a intervenção. Inicialmente, procedeu-se a uma introdução e explicação do mapa de conceitos, uma vez que foi o primeiro contacto da turma com este recurso educativo. Após a sua realização individual, com o intuito de dinamizar a aula e envolver os alunos no processo de correção, a professora-investigadora entregou os mapas de conceitos de forma aleatória e os discentes corrigiram os mapas dos seus colegas durante a correção oral. Este momento permitiu que refletissem sobre as suas respostas e que, durante a discussão oral sobre cada resposta, ajudassem os colegas a compreenderem os conceitos em que erraram.

Capítulo 5. Metodologia da Investigação

A Escola acompanha as várias mudanças geracionais e científicas da comunidade, pelo que se espera ser um meio em contínuo desenvolvimento. No sentido de atingir práticas adequadas às necessidades atuais, a Escola é alvo de vários processos investigativos.

Uma das ambições da formação inicial de professores, é que estes alcancem o seu desenvolvimento profissional através da análise e da reflexão acerca da sua prática pedagógica e do seu processo de aprendizagem. A investigação desenvolvida neste projeto trata-se de um desses exemplos, adotando a metodologia de investigação-ação cujo referencial teórico se encontra descrito na capítulo que se segue (Coutinho, 2018; Taber, 2017b).

5.1. Investigação-Ação

A investigação em Ciências da Educação, tem-se focado essencialmente na investigação de natureza qualitativa, numa visão holística da realidade a investigar, partindo de objetivos, que geram uma linha orientadora do trabalho investigativo, e problemas de investigação, formulados sob questões-problemas, com o intuito de compreender e explorar fenómenos de sistemas de carácter restrito, relativos a situações pontuais. As etapas de investigação educacional acompanham as do método científico indutivo, em que se seleciona e define o problema de investigação, executa os procedimentos e analisa os dados de modo a obter conclusões (Traqueia et al., 2021).

Em conformidade, no presente PI, adotou-se como técnica investigativa, a investigação-ação, desenvolvida por Kurt Lewin, em 1946, caracterizada pela produção de conhecimento, inovação e formação dos intervenientes através da intervenção de pequena escala em entidades reais e da análise dos seus efeitos. Desenvolve-se num processo cíclico em espiral que pretende aproximar a investigação da prática, através da transformação e resolução de um problema, sendo que cada ciclo compreende um plano de ação, a ação em si, observação e reflexão crítica sobre as mudanças, repetindo-se até à resolução final do problema (Cohen et al., 2018; Traqueia et al., 2021).

Nesta metodologia, a planificação é desenvolvida no sentido de melhorar a realidade de um contexto social específico, focando-se na formação de todos os participantes, uma vez que são todos cooperantes no processo investigativo. O professor passa a ser também investigador, na medida em que procura adequar a sua prática letiva ao contexto da sala de aula onde decorre a investigação. A prática educativa, ou seja, a ação desenvolvida durante as aulas, é continuamente observada e avaliada. Uma reflexão crítica e autocrítica será necessária para o desenvolvimento profissional do docente e para a resolução dos problemas de investigação (Efron & Ravid, 2020; Rodrigues, 2021).

Para que se possam avaliar e analisar os efeitos da ação é necessário recolher dados de observação e avaliação contínuos. Quando se adota uma metodologia de investigação-ação em investigação educacional, o método de recolha de dados mais utilizado é o qualitativo, em que os dados são sobretudo descritivos e o ambiente em que são recolhidos é o ambiente natural. É referido na literatura da especialidade o seguinte conjunto de características referentes a uma investigação qualitativa (Clark et al., 2020; Rodrigues, 2021; Traqueia et al., 2021):

- O processo de análise de dados é realizado de forma indutiva, em que os conceitos são construídos à medida que os dados são recolhidos e agrupados;
- A fonte direta de recolha de dados é o ambiente natural de determinado contexto;
- Os dados recolhidos são rigorosamente descritivos da realidade holística do contexto estudado;
- Os processos adotados são mais valorizados do que os resultados;
- A compreensão dos fenómenos ocorre a partir de padrões provenientes da recolha de dados e do estabelecimento de um diálogo entre os investigadores e os participantes.

Considerando que o professor-investigador ocupa o papel de percetor da realidade estudada, a sua interpretação é subjetiva, pelo que os instrumentos aplicados devem ser analisados quanto à sua validade e fidelidade por um grupo de peritos. A interpretação dos dados terá sempre valor relativamente ao contexto específico da sala de aula onde é desenvolvida a investigação (Cardoso & Rego, 2017; Coutinho, 2018).

Uma vez recolhidos os dados, procede-se à sua organização sistemática e posterior análise focada na procura de padrões e identificação de fatores importantes. A observação deve ser feita discretamente sem que os alunos se apercebam que estão incluídos no processo de investigação. Assim, é possível que a observação ocorra no contexto próprio da sala de aula, sem que se influencie os comportamentos e atitudes dos alunos (Clark et al., 2020; Coutinho, 2018).

As etapas da investigação-ação, compostas pelo planeamento, ação, e procura de factos sobre o resultado de tal ação, são continuamente submetidas a reflexões críticas e autocríticas, e constituem uma série de espirais de resolução de problemas, numa constante fusão entre teoria e prática, como é possível observar na figura 2 (Laudonia et al., 2017; Rodrigues, 2021).

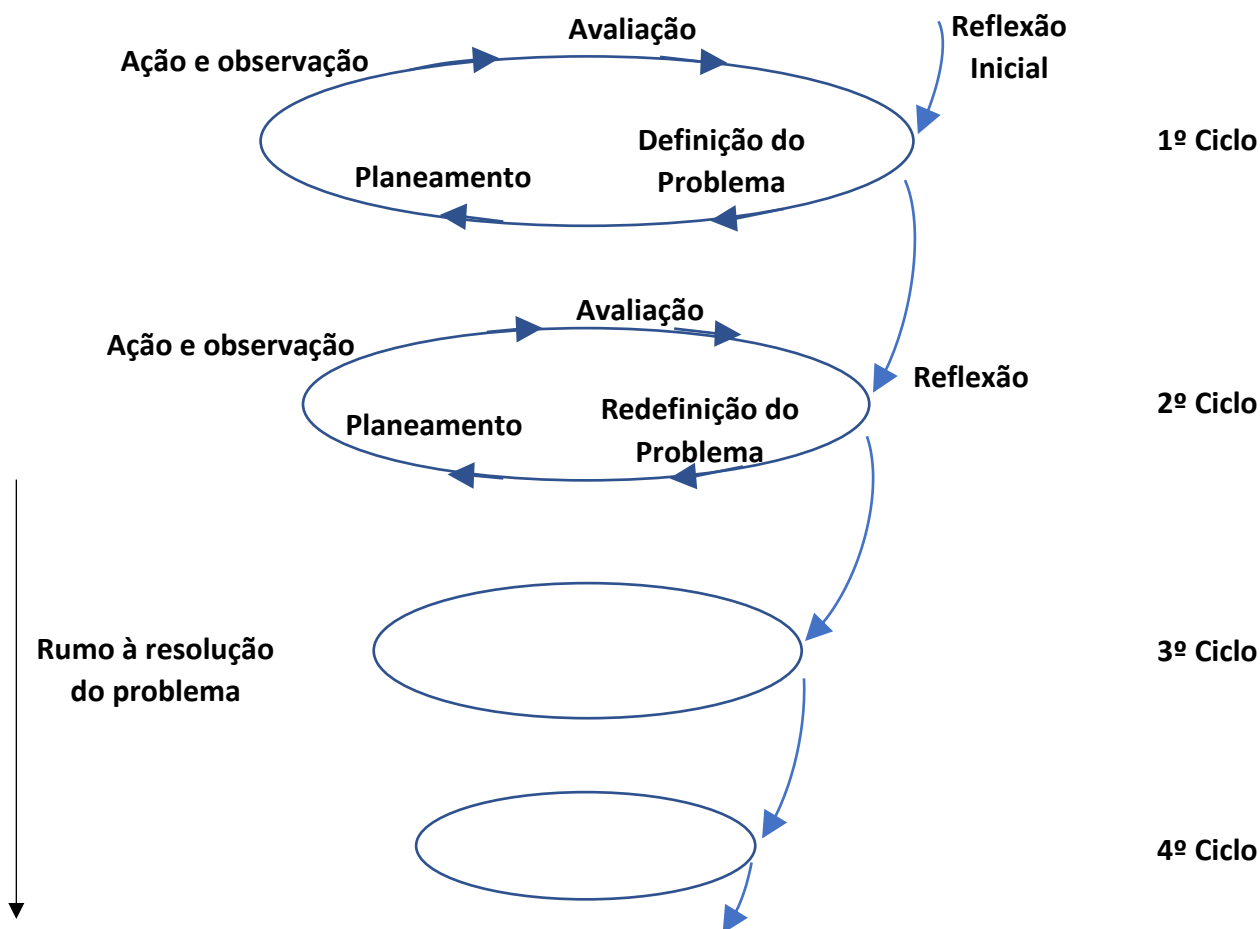


Figura 2. Espiral autorreflexiva lewiniana adaptada (Santos et al., 2013).

A questão-problema da investigação-ação desenvolvida ao longo do PI, “Pode o ensino orientado para a aprendizagem por investigação promover o desenvolvimento de competências de investigação e a compreensão da distribuição de matéria nas plantas em alunos do 10º ano de escolaridade de Biologia e Geologia?”, tem como ordem de trabalhos com vista à consecução dos objetivos, o método orientador do trabalho que consiste na (i) planificação das aulas, desenvolvida no PI; (ii) descrição da metodologia usada e a (iii) explicitação do enquadramento ético (Cohen et al., 2018).

Para melhorar e aperfeiçoar a prática letiva dever-se-ia levar a cabo pelo menos três circuitos da espiral, mas, dado que a intervenção descrita neste relatório é de curta duração, só é possível consumir um ciclo da espiral, e iniciar um segundo, ao deixar indicações de possíveis ações futuras (Cardoso & Rego, 2017; Coutinho, 2018).

5.2. Amostra

A amostra estudada no PI foi constituída por uma turma de 10º ano de uma escola urbana do Porto, com um universo de cerca de 1200 alunos, em regime diurno, distribuídos pelo ensino básico e secundário. A descrição do conjunto de alunos pertencentes à amostra encontra-se apresentado no quadro 5. Uma vez que a amostra se trata de uma das turmas atribuídas durante o estágio de iniciação à prática profissional é classificada como amostra de conveniência. Esta amostra representa um contexto específico pelo que os resultados não devem ser generalizados (Cohen et al., 2018; Coutinho, 2018).

Quadro 5. Caracterização da amostra do PI.

Género	Nº de Alunos	% de Alunos	Idade Média
Feminino	12	57,1	15,25
Masculino	9	42,9	14,78
Total	21	100	15,02

Esta turma é composta maioritariamente por alunos com nacionalidade portuguesa, à exceção de duas alunas de nacionalidade brasileira e um aluno de nacionalidade colombiana. Uma das alunas de nacionalidade brasileira integrou a turma no decorrer do primeiro período, já a outra aluna de nacionalidade brasileira matriculou-se no decorrer do segundo período. O PI ocorreu no primeiro dia de aulas do terceiro período, coincidindo com a chegada do aluno de nacionalidade colombiana.

Relativamente à disciplina de Biologia e Geologia, a turma apresentou no final do 2º período, uma média de 13,4 valores, pelo que o seu aproveitamento escolar é considerado como suficiente, próximo do bom. É de notar a existência de uma repetente voluntária no décimo ano com o intuito de subida de notas, que se mostrou empenhada e cumpriu o objetivo.

Prende-se referir alguns casos específicos de alunos com maiores dificuldades. Apesar destes discentes não terem sido indicados para as oficinas de apoio ao estudo, necessitaram de mais apoio individual durante as aulas.

O aluno de nacionalidade colombiana demonstrou algumas dificuldades a nível da língua portuguesa e falta de empenho em algumas tarefas, mas demonstrou bases de conhecimento da Biologia. Dado que integrou a turma durante a leção da temática da Biologia, não foi possível observar o seu conhecimento prévio a propósito da Geologia.

Existem ainda três alunos com média de 5 negativas na pauta geral de avaliação do final do segundo período. Uma delas diz respeito à aluna de nacionalidade brasileira que demonstrou algumas

dificuldades de adaptação; a um outro aluno com um grau de dificuldade de compreensão elevado, sendo que terminou o segundo período com apenas uma positiva, nomeadamente a educação física; e também a uma aluna que demonstrou desinteresse face à disciplina de Biologia e Geologia. Este é um fator recorrente nesta turma, sendo que em momentos de partilha com os alunos, estes confidenciaram que não desejavam ter seguido o Curso de Ciências e Tecnologias, aspeto esse também referido em conselho de turma.

5.3. Técnicas e Instrumentos de Recolha de Dados

O método de recolha de dados permite orientar a pesquisa, através da seleção, articulação e aplicação de técnicas e instrumentos específicos, adequados à amostra em questão. No método qualitativo o investigador parte de um contexto específico e natural, e analisa a informação tendo em conta a diversidade individual, através da descrição dos dados e a procura por padrões que justifiquem o desempenho dos discentes (Clark et al., 2020; Traqueia et al., 2021).

As técnicas de recolha de dados são procedimentos rigorosos, bem definidos, transmissíveis e adaptados às questões-problema em causa. As técnicas utilizadas dependem dos objetivos que se pretendem atingir, podendo ser baseadas na observação, conversação ou análise de documentos. As técnicas escolhidas determinam os instrumentos adequados à situação em questão, variando entre testes, escalas, questionários, observação. O docente pode escolher utilizar instrumentos padronizados, produzir os seus ou recolher dados em curso, durante a observação, ou pré-existentes (Cardoso & Rego, 2017, Coutinho, 2018).

Atendendo aos objetivos e ao problema de investigação do presente PI, adotou-se as técnicas e instrumentos de recolha de dados explicitados no quadro 6, que foram construídos, validados e fidelizados para o efeito.

Quadro 6. Técnicas e instrumentos adotados para o presente projeto.

Técnicas de Recolha de Dados	Instrumentos de Recolha de Dados
Testagem	Teste Diagnóstico
Análise de Documentos	V de Gowin
Análise de Documentos	Mapa de Conceitos

Procurou-se que os instrumentos de recolha de dados fossem os mesmos que os instrumentos de avaliação dos alunos, de modo a reduzir a influência nos seus comportamentos e, porventura, na

investigação. A professora-investigadora elaborou propostas curriculares diversificadas em função da especificidade dos alunos e sempre que possível com recurso às novas tecnologias. De acordo com o Regulamento Interno da escola onde decorreu o PI, a avaliação dos alunos deve seguir as orientações curriculares referenciadas nas Aprendizagens Essenciais e no PASEO. Relativamente ao 10º ano, a avaliação quantitativa é expressa através de uma classificação na escala numérica de 0 a 20 valores, já a avaliação qualitativa é acompanhada de uma menção, expressa em insuficiente, suficiente, bom e muito bom.

5.3.1. Teste Diagnóstico

A avaliação não se deve restringir à qualificação do aluno, mas constituir uma referência quanto às necessidades do aluno na sua individualidade, constituindo um progresso contínuo de melhorias e regulações do processo de ensino e de aprendizagem. Para se proceder a esta abordagem, é importante informar o discente do seu desempenho através de *feedback* frequente, clarificação dos objetivos, critérios e resultados em cada temática. Através destas informações, há uma aproximação do docente e discente que permite uma perceção melhorada dos obstáculos a ultrapassar para o decorrer de um melhor processo de ensino e de aprendizagem (Prado et al., 2021).

A avaliação diagnóstica permite definir a posição dos domínios cognitivos e/ou emocionais dos alunos relativamente à temática lecionada e fazer um levantamento de conceções alternativas face à temática a abordar. Os dados recolhidos a partir deste documento permitem que o professor (i) averigue as dificuldades apresentadas pelos alunos; (ii) interprete estas informações numa perspetiva conceptual e (iii) adapte os conceitos a serem lecionados e a metodologia de ensino a utilizar. A análise dos dados apura a resposta mais adequada à especificidade do contexto de sala de aula, com vista à melhor compreensão da temática pelos discentes (Ainiyah, 2018; Barreira, 2019).

Relativamente ao presente PI, foi aplicado um teste diagnóstico individual, em formato de *quizz* ([apêndice 8](#)), durante a primeira aula do PI, contextualizado com o início da abordagem de uma nova temática. Dado que esta investigação segue o método qualitativo, o teste diagnóstico não foi alvo de classificação final, mas sim de uma menção qualitativa, como *feedback* final.

5.3.2. V de Gowin

O relatório V de Gowin, V epistemológico ou V heurístico de Gowin, corresponde a um diagrama em V estruturado em três componentes: a(s) questões problema, a componente concetual, correspondente aos conceitos, princípios e teorias, e a componente metodológica composta pelos registos dos dados, transformações, conclusões e juízos de valor (Soares et al., 2017).

Através deste instrumento o processo de construção e estruturação de conhecimento é conduzido mediante questões problema. O preenchimento do relatório engloba a mobilização de todas as informações aí presentes, desde a(s) questões-problema às componentes concetual e metodológica, permitindo que o aluno clarifique ou modifique conceitos que já conhece e desenvolva a partir daí uma aprendizagem significativa (Ausubel, 1963; Camejo & Diez, 2016).

Para que ocorra esta aprendizagem, é necessário que os alunos estejam familiarizados com este tipo de relatório e que sejam iniciados ao seu preenchimento antes de ser utilizado como recurso durante a aula. Desta forma os alunos conseguem elaborar corretamente as interligações inerentes ao seu preenchimento (Soares et al., 2017). Os alunos intervenientes no PI estavam familiarizados com o V de Gowin, tendo sido feita apenas uma revisão sobre a sua realização.

O V heurístico de Gowin elaborado para o PI pode ser consultado no [apêndice 9](#), assim como a sua correção no [apêndice 10](#). Dado que este relatório foi utilizado como instrumento de avaliação, os alunos realizaram-no individualmente ao longo da aula laboratorial. No sentido de potenciar sempre que possível, a participação ativa do aluno no decorrer da aula, foi desenvolvido um procedimento que permitiu aos alunos serem coautores no seu processo de aprendizagem, incentivando à pesquisa e relação da temática abordada com o meio envolvente, designadamente o recinto escolar.

5.3.3. Mapa de Conceitos

O mapa de conceitos é um diagrama que traça relações significativas entre diferentes conceitos organizados hierarquicamente do geral para o particular, no sentido de se desenvolver uma diferenciação progressiva da estrutura cognitiva (Brakoniecki & Shah, 2017).

Segundo o modelo de Ausubel esta hierarquia não implica direccionalidade ou organização de poder, mas sim uma organização que permita a reestruturação de preconcepções através de uma aprendizagem significativa, pelo que devem ser aplicados sobretudo a alunos com um fundo de conceitos e princípios básicos numa determinada área de conteúdo (Darroz, 2018; Mandrikas, 2020).

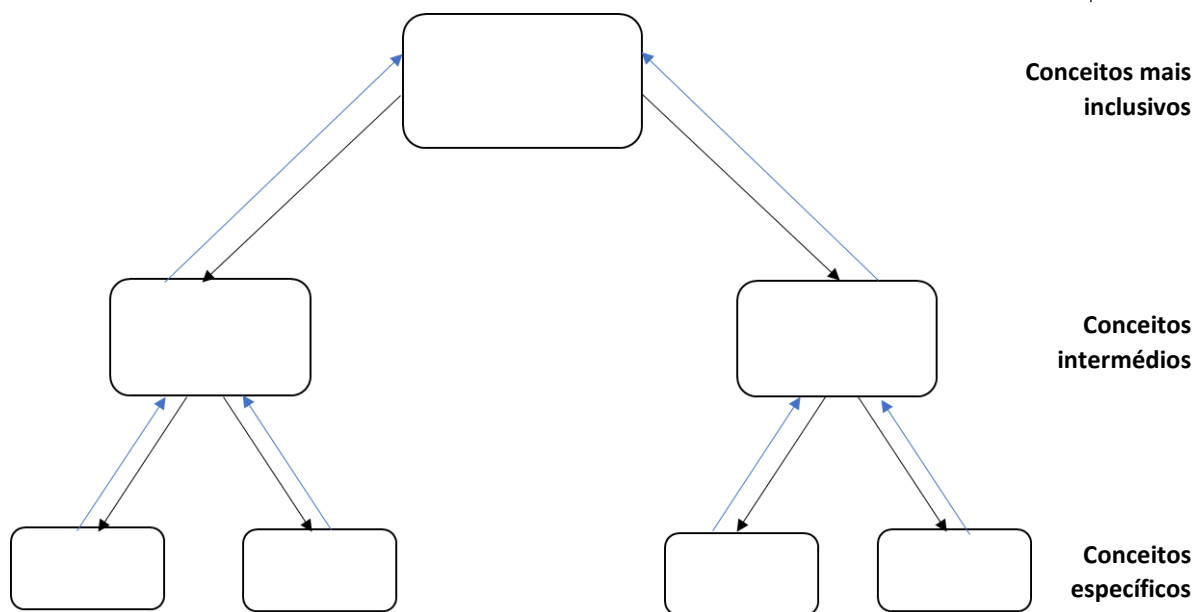


Figura 3. Representação esquemática do modelo de Ausubel (Mandrikas, 2020).

A figura 3 consiste na representação esquemática do modelo Ausubeliano da diferenciação concetual progressiva, em que se utilizam formas geométricas para incorporar os conceitos e linhas e/ou setas para determinar a direção bilateral entre os vários conceitos. As figuras geométricas são independentes do significado dos conceitos que incorporam, já a linha que une dois conceitos infere a ocorrência de uma relação entre os mesmos. As linhas de conexão podem apresentar descrições que auxiliam na compreensão do mapa (Brakoniecki & Shah, 2017).

Em virtude da análise da reestruturação dos conceitos relativos à temática abordada elegeu-se o mapa de conceitos como um dos instrumentos de recolha de dados e de avaliação dos discentes.

O mapa de conceitos desenvolvido, que pode ser consultado no [apêndice 11](#), foi administrado em simultâneo com a aplicação de um teste diagnóstico no início das aulas de intervenção. O teste diagnóstico permite detetar as preconcepções e conhecimentos dos alunos relativamente à temática abordada no início deste período de aulas. Já o mapa de conceitos possibilita um reconhecimento do desenvolvimento e reestruturação de preconcepções com base nas respostas que os alunos apresentaram no teste diagnóstico (Barreira, 2019; Maker & Zimmerman, 2020).

5.4. Validade e Fidelidade do Estudo

A investigação-ação propõe, ao mesmo tempo, três objetivos distintos: produzir conhecimentos, modificar a realidade e transformar os intervenientes. Apesar do investigador estar comprometido com o seu estudo, existem algumas dificuldades ao nível da validade da investigação-ação. Na qualidade de investigador e professor, o docente pode tender a influenciar os resultados

através da construção dos instrumentos de recolha de dados. Perante esta perspetiva, os instrumentos adotados em estudos de investigação devem ser submetidos a validação interna e externa (Cardoso & Rego, 2017).

Para se assegurar a validade de um estudo é necessário considerar critérios como a (i) relevância do estudo quanto ao contexto de investigação; (ii) consistência da planificação referente à intervenção; (iii) praticabilidade relativamente ao contexto e (iv) eficácia face aos resultados. Além disso, deve-se tratar de garantir que as questões utilizadas nos instrumentos são bem formuladas e determinar o grau de precisão com que as questões avaliam o que se propõe. É importante que as questões sejam claras para diminuir a sua ambiguidade e assim responderem a um objetivo específico. Um instrumento é desenvolvido e validado para um contexto específico, pelo que quando é utilizado requer sempre uma nova validação (Coutinho, 2018). Um instrumento que seja fiável deve originar dados similares quando aplicados em várias pesquisas com amostras e contextos similares, garantindo consistência nas respostas. Para tal, o instrumento pode ser aplicado ao mesmo grupo em momentos distintos, devidamente afastados temporalmente (Ovan & Saputra, 2020; Vakili & Jahangiri, 2018).

Num estudo qualitativo, os instrumentos devem ser entregues a uma equipa de peritos que devem providenciar o seu *feedback* e recomendações de modo que se proceda às alterações necessárias para a validação dos instrumentos (Coutinho, 2018; Vakili & Jahangiri, 2018).

Os peritos que avaliam a validade e fidelidade dos instrumentos no ensino devem ser competentes da área e imparciais, de modo a torná-los aptos para aplicação, em que qualquer pessoa os codifica e categoriza da mesma forma (Chen et al., 2020; Coutinho, 2018).

Assim, os instrumentos elaborados para o PI foram analisados por quatro revisores e regularmente comparados com as aprendizagens essenciais. O pedido de revisão foi apresentado a quatro professores do grupo de Ciências Experimentais da escola onde o estágio teve lugar, nomeadamente, o professor cooperante, duas professoras Biologia e Geologia e uma professora de Ciências Naturais.

O documento de revisão, providenciado aos professores em questão, onde deixaram o seu *feedback*, foi acompanhado do instrumento a aplicar e os objetivos de cada questão. A recolha das apreciações e sugestões dos docentes, persentes no [apêndice 15](#), foram ponderadas, antes da aplicação no PI, no sentido de melhorar e adequar os instrumentos ao Projeto Educativo da escola ([apêndice 16](#)).

5.4.1. Validação Interna dos Instrumentos de Recolha de Dados

A construção cuidada dos instrumentos de investigação e da análise de conteúdo com base na literatura da especialidade por parte do investigador não é, por si só, suficiente para que se possa considerar um bom plano de investigação. Para tal, os instrumentos de recolha de dados devem ser submetidos à validação interna, que assegura uma interpretação correta dos resultados (Cardoso e Rego, 2017; Coutinho, 2018).

A validade interna controla a influência de fatores externos à investigação, como o (i) contexto, em que há possibilidade de ocorrerem acontecimentos inesperados; (ii) maturação, resultado da disposição psicológica dos sujeitos; (iii) seleção, quando, por exemplo, os grupos de trabalho não são homogêneos à partida; (iv) mortalidade experimental, em que algum aspeto, sujeito ou circunstância desaparece ou abandona a experiência; (v) teste, ocorre quando os sujeitos são influenciados por um pré-teste, influenciando o pós-teste, em investigações em que este é aplicado; e difusão de informação entre os grupos de estudo (Cohen et al., 2018; Coutinho, 2018).

O controlo destas variáveis permite que a investigação não seja comprometida e que os resultados não sejam influenciados quanto a estes fatores (Clark, 2020).

5.4.2. Validação Externa dos Instrumentos de Recolha de Dados

A validade externa, trata, fundamentalmente, dos problemas de generalização dos resultados do estudo, isto é, até que ponto as representações que se obtêm da realidade podem ser legitimamente comparadas e generalizadas a outros grupos de indivíduos, a outros contextos, a outros instrumentos de medida ou a outros investigadores. Para além disso, o método qualitativo típico da investigação-ação, responde a problemas relativos a amostras restritas, não representativos de populações alargadas, pelo que a replicação é uma forma de ultrapassar esta dificuldade, embora seja poucas vezes efetuada (Coutinho, 2018; Traqueia, 2021).

Existem ainda outros fatores passíveis de afetar a validade externa, como:

- A alteração dos padrões habituais de comportamento dos sujeitos;
- O tratamento, e, porventura, a eficácia da investigação, pode estar associado à individualidade do investigador;
- O pré-teste pode ser suficiente para interferir com a generalização dos resultados;
- O êxito do pós-teste é influenciado pelo intervalo de tempo decorrente desde o pré-teste.

De forma a validar o seu trabalho, o investigador deve inferir sobre a validade das conjecturas efetuadas durante a sua investigação e complementar a validação interna com a validade externa dos instrumentos de recolha de dados (Coutinho, 2018).

5.5. Questões de Ética

Na metodologia de investigação-ação, todos os intervenientes são cooperantes, havendo uma conduta ética a ser tida em conta. Deve-se partir de um respeito coletivo, clarificando-se todos os objetivos de investigação, adotando uma linguagem adequada ao contexto e tendo-se em conta todos os pontos que sejam questionados (Cohen et al., 2018).

Segundo o artigo 31º da Lei nº 58/2019 da Assembleia da República de 8 de agosto de 2019, todos os trabalhos que impliquem a recolha de dados pessoais devem recolher apenas dados essenciais anónimos ou com pseudónimos dos participantes. A alínea 4 deste artigo enfatiza que é necessário o consentimento relativo à utilização dos dados tendo em consideração os padrões éticos estabelecidos pela comunidade científica.

Na medida em que no presente PI os participantes, à exceção do professor investigador, são menores, deve seguir um parecer à comissão de ética da Faculdade de Ciências para que se possam aplicar os instrumentos de recolha de dados em menores. Como se trata de um ambiente escolar deve ser recolhido um consentimento ([apêndice 17](#)) informado dos encarregados de educação, assim como um assentimento ([apêndice 18](#)) por parte dos alunos envolvidos (Caetano, 2019; Cohen et al., 2018).

Capítulo 6. Resultados e Discussão

Serve o presente capítulo para apresentar, analisar e discutir os resultados obtidos após a recolha de dados, com o objetivo de organizar e descrever os resultados de uma forma coerente e objetiva. Este capítulo encontra-se dividido em três subcapítulos que correspondem à análise dos dados recolhidos através dos três instrumentos de recolha referidos no [capítulo 5](#).

6.1. Resultados e Discussão Referentes ao Teste Diagnóstico

O teste diagnóstico aplicado no formato de *quizz* foi corrigido automaticamente pela plataforma “Kahoot!” e revisto posteriormente para verificar que a correção estava correta.

Esta investigação-ação apoia-se no método qualitativo, pelo que o teste diagnóstico foi acompanhado de uma menção qualitativa, determinada pelo Regulamento Interno da Escola, seguindo a escala de insuficiente (0 a 10 pontos), suficiente (10 a 13 pontos), bom (14 a 17 pontos) e muito bom (17 a 20 pontos).

Dado que a temática de distribuição de matéria nas plantas é aprofundada apenas no 10º ano, sem que haja um desenvolvimento da temática durante anos de escolaridade anteriores, o conhecimento prévio dos alunos é reduzido, espelhando-se nos resultados que foram na sua generalidade insuficientes, situando-se na média de 7,8, como pode ser verificado no [apêndice 19](#). A classificação máxima obtida foi de 13 valores.

Apesar de a amostra ser constituída por 21 alunos, apenas 17 participaram nesta aula, uma vez que vários alunos não compareceram na aula. Vários destes alunos encontravam-se em isolamento profilático devido à contaminação pelo vírus SARS-CoV-2.

As classificações determinaram algumas discrepâncias em relação à frequência de respostas corretas e o género, como explicitado no quadro 7. O género feminino dividiu-se entre a negativa e a positiva, já o género masculino apresentou sobretudo negativas, à exceção de um aluno. Os valores mais elevados de repostas corretas apresentados pelo género feminino podem dever-se ao desenvolvimento psicológico antecipado nas adolescentes, que acabaram por ter mais atenção durante este momento de avaliação.

Quadro 7. Frequências de respostas corretas do teste diagnóstico em relação ao género.

Género	Frequência de Respostas	
	Classificação Positiva	Classificação Negativa
Feminino (n=10)	n=5 (50%)	n=5 (50%)

Masculino (n=7)	n=1 (14,3%)	n=6 (85,7%)
-----------------	-------------	-------------

A análise das respostas foi efetuada questão a questão, para apurar o grau de conhecimentos que os alunos evidenciavam sobre a temática da distribuição de matéria nas plantas. As percentagens de respostas corretas para cada questão são apresentadas e analisadas com base no quadro 8.

Quadro 8. Percentagens de respostas corretas no teste diagnóstico.

Questões	Frequência de Respostas Corretas
1	n=17 (100%)
2	n=11 (64,7%)
3	n=11 (64,7%)
4	n=2 (11,8%)
5	n=7 (41,2%)
6	n=9 (53,0%)
7	n=12 (71,4%)
8	n=5 (29,4%)
9	0
10	n=3 (17,6%)
11	n=10 (58,9%)
12	n=4 (23,5%)
13	0

Analisando de forma mais detalhada os resultados, a questão com maior percentagem de respostas corretas correspondeu à questão número 7, que pretendia que os alunos aplicassem conhecimentos prévios dos movimentos transmembranares ao transporte nas plantas. Os processos de movimento transmembranar foram bastante abordados durante as aulas do segundo período, permitindo que agora cerca de 71,4% dos alunos conseguissem mobilizar esses conhecimentos para responder à questão 7. Dado um erro na formulação da questão 1, todos os alunos obtiveram a cotação total desta questão, pelo que se justifica desta forma a percentagem de 100%.

A questão número 4 desafiou os alunos a identificarem direta ou indiretamente a constituição da seiva floémica. O baixo nível de compreensão dos alunos face a esta questão (11,8% de respostas

corretas), “O soluto constituído por água e matéria orgânica que se movimenta das folhas para outros órgãos das plantas constitui:”, pode ser resultado de concepções alternativas face ao termo soluto e/ou de lacunas na associação da matéria orgânica com o seu local de produção, as folhas.

Relativamente à questão número 9, verificou-se que nenhum aluno apresentou uma resposta totalmente correta (água e matéria orgânica), mas quatro alunos identificaram a água como sendo um dos constituintes, tendo sido considerada como resposta incompleta. As concepções alternativas dos alunos relativamente aos constituintes maioritários da seiva floémica (questão 9) foram: água e sais minerais, água, água floema, oxigénio, raízes e floema.

O pior desempenho nesta atividade correspondeu à questão 13, com 0% de respostas corretas, em que nenhum aluno conseguiu ordenar corretamente os acontecimentos referentes ao transporte da seiva floémica. Dado que os alunos não abordaram este processo, de forma aprofundada, em anos anteriores, o seu conhecimento é reduzido, o que poderá clarificar este resultado.

Nas questões 5 e 6 os alunos nomearam os tecidos condutores da seiva xilémica e da seiva floémica, constituindo 41,2% de respostas corretas na pergunta 5 e 53% na questão 6. As respostas à questão 5, relacionada com o tecido condutor da seiva xilémica, apresentaram concepções alternativas como “xile” e raízes, já na questão 6, respostas como “flormola”, deveram-se à dúvida e dificuldade na escrita da palavra floema.

A questão onde se verificaram mais concepções alternativas foi a questão 12, na qual foi pedido aos alunos que referissem um local de consumo ou de armazenamento das substâncias presentes na seiva elaborada, à qual referiram, aspetos como folhas, célula, caule, clorofila, amido, vacúolo. Certas respostas como vacúolo e amido, estão realmente ligadas a funções de armazenamento, o que demonstra que esses alunos apresentam uma concepção correta de armazenamento, porém, não se aplica à questão considerada.

Com base na análise do quadro 8 e dos critérios de correção do teste diagnóstico, constatou-se que as questões com mais respostas corretas são, sobretudo, sobre conceitos já integrados nas estruturas cognitivas dos discentes, fruto de aprendizagens do ano de escolaridade corrente ou de anos anteriores. As questões com menos frequência de respostas corretas cingiram-se a fenómenos e processos específicos do transporte de matéria em plantas vasculares e da distribuição de matéria nas plantas avasculares, temáticas que não foram aprofundadas anteriormente e que estão presentes na estrutura cognitiva dos alunos sobretudo na forma de concepções alternativas.

6.2. Resultados e Discussão Referentes ao V de Gowin

Durante a atividade laboratorial, os alunos foram incitados a completar um relatório V de Gowin ([apêndice 9](#)), posteriormente corrigido de acordo com critérios de correção específicos determinados pelo Regulamento Interno da escola ([apêndice 10](#)) e classificados numa escala de 0 a 20 valores, encontrando-se a grelha de classificação no [apêndice 20](#). Apesar da amostra ser constituída por 21 alunos, apenas 19 participaram nesta aula devido a faltas de presença.

A média das classificações situou-se nos 13,2 valores, tendo ocorrido uma subida de 5,4 valores em relação à média alcançada no teste diagnóstico. A análise da média das classificações sugere que os resultados foram na sua generalidade suficientes, próximos do bom.

A nível das classificações verificaram-se discrepâncias entre os géneros feminino e masculino, como pode ser analisado no quadro 9. Os valores mais elevados de repostas corretas foram encontrados sobretudo no género masculino, grupo esse que não apresentou classificações negativas, ao contrário do género feminino. Tal pode dever-se ao facto de que o género feminino engloba 3 das alunas com mais dificuldades de aprendizagem da turma. Face ao teste diagnóstico, o género masculino teve uma melhoria significativa, passando de 85,7% de negativas para 0%, enquanto o género feminino subiu apenas relativamente a uma aluna, passando de 50% para 36,4% de negativas.

Quadro 9. Frequências de repostas corretas do relatório V de Gowin em relação ao género.

Género	Frequência de Respostas (%)	
	Classificação Positiva	Classificação Negativa
Feminino (n=11)	n=7 (63,6%)	n=4 (36,4%)
Masculino (n=8)	n=8 (100%)	--

Durante a construção do V de Gowin procurou-se deixar vários elementos que os alunos pudessem preencher. A análise do quadro 10 sugere que os alunos tiveram uma melhor prestação nos juízos de valor e registos, com, respetivamente, 87% e 81% de repostas corretas. Durante a aula foi possível observar que os alunos responderam a estes elementos de forma autónoma, obtendo melhores resultados, o que pode indicar que estiveram atentos e que participaram ativamente no desenrolar do procedimento. Já as conclusões apresentaram uma percentagem reduzida de repostas corretas, com apenas 38,6%, demonstrando uma maior dificuldade dos discentes na interligação entre a teoria e a prática, assim como tirar conclusões autonomamente.

Quadro 10. Média das pontuações relativas a cada elemento do relatório de V de Gowin.

Elementos	Princípios	Conceitos	Registos	Transformações	Conclusões	Juízos de Valor
Média da pontuação	38,9	5,8	24,3	24,4	21,2	17,4
Cotação total do elemento	60	8	30	32	50	20
Respostas corretas (%)	64,8	72,5	81	76,3	42,4	87

De seguida são apresentados os resultados referentes aos tópicos de cada um dos elementos do relatório ministrado. A análise da frequência de respostas face a cada tópico procura especificar o grau de conhecimento relativamente aos conceitos e processos relacionados com a distribuição de matéria nas plantas.

Na elaboração dos princípios, os discentes deveriam elaborar uma síntese de 6 tópicos inerentes à aula laboratorial. No quadro 11 são apresentadas as frequências de respostas para cada tópico e o nível de proficiência da resposta, seguindo três parâmetros: rigor científico, falhas no rigor científico ou ausência do tópico. O tópico que obteve uma maior frequência de respostas corretas com rigor científico foi o tópico 1 referente à ocorrência de tecidos condutores nas plantas vasculares. Já o tópico menos referido foi o 3, em que os discentes deveriam explicar a distribuição de matéria nas plantas avasculares.

Quadro 11. Frequência de respostas por níveis de proficiência nos princípios do V de Gowin.

Tópicos		Nível de proficiência		
		Explica o tópico com rigor científico	Explica o tópico com falhas no rigor científico	Não explica o tópico
Frequência de Respostas	1	n=17 (89,5%)	n=1 (5,3%)	n=1 (5,3%)
	2	n=15 (78,9%)	n=1 (5,3%)	n=3 (15,8%)
	3	n=4 (21,1%)	0	n=15 (78,9%)
	4	n=15 (78,9%)	n=1 (5,3%)	n=3 (15,8%)
	5	n=12 (63,2%)	n=2 (10,5%)	n=5 (26,3%)
	6	n=7 (36,8%)	n=3 (15,8%)	n=9 (47,4%)

Na figura 4 é apresentada uma das respostas com cotação máxima neste elemento do relatório V heurístico de Gowin. Na figura 5 verifica-se que o aluno respondeu a metade dos tópicos, no entanto, referiu o floema, que não se enquadra nesta aula laboratorial. Outro aspeto da resposta deste aluno assenta na frase “O xilema é transportado da raiz até às folhas.”, tal afirmação demonstra distração, e, acompanhada com a referência ao floema, sugere que o aluno não identificou os objetivos principais desta atividade. Contudo, este aluno apresenta grandes dificuldades de aprendizagem, pelo que nas aulas seguintes estes conceitos foram explorados novamente de forma que conseguisse uma compreensão melhor desta temática. Já na figura 6 é apresentada a resposta com menor cotação relativamente a este campo do relatório, uma vez que só apresenta um tópico. Apesar do aluno identificar que as plantas vasculares possuem tecidos especializados no transporte, o aluno simplifica a explicação do transporte de matéria, dizendo que se dá o “transporte de solutos”, quando se trata de uma solução. Tal pode identificar uma conceção alternativa quanto ao termo soluto. A expressão “alimentam as suas células” não é cientificamente correta, porém, identifica uma compreensão do movimento de distribuição de matéria ao longo da planta, e a sua utilidade.

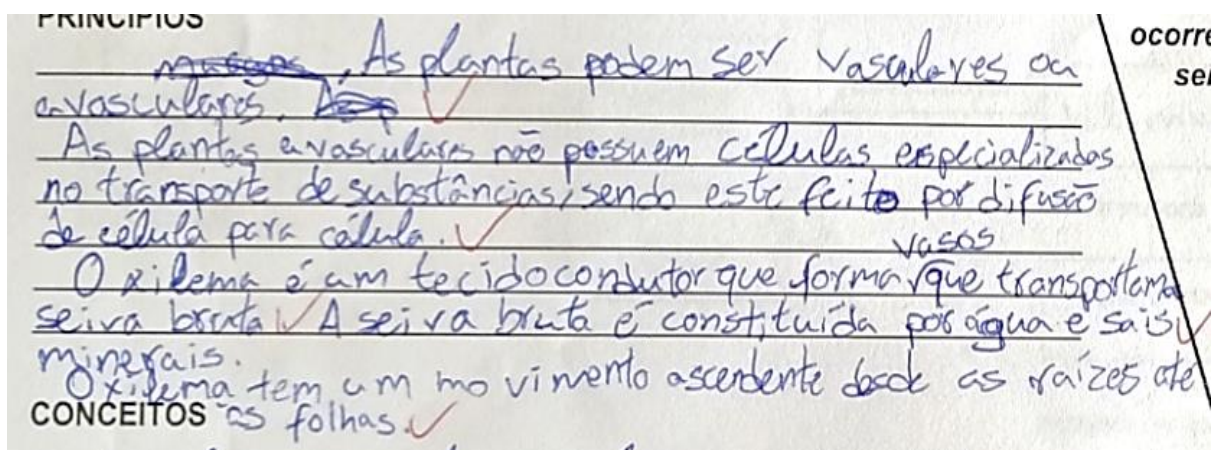


Figura 4. Exemplo de resposta ao campo dos princípios do relatório do V de Gowin com pontuação máxima.

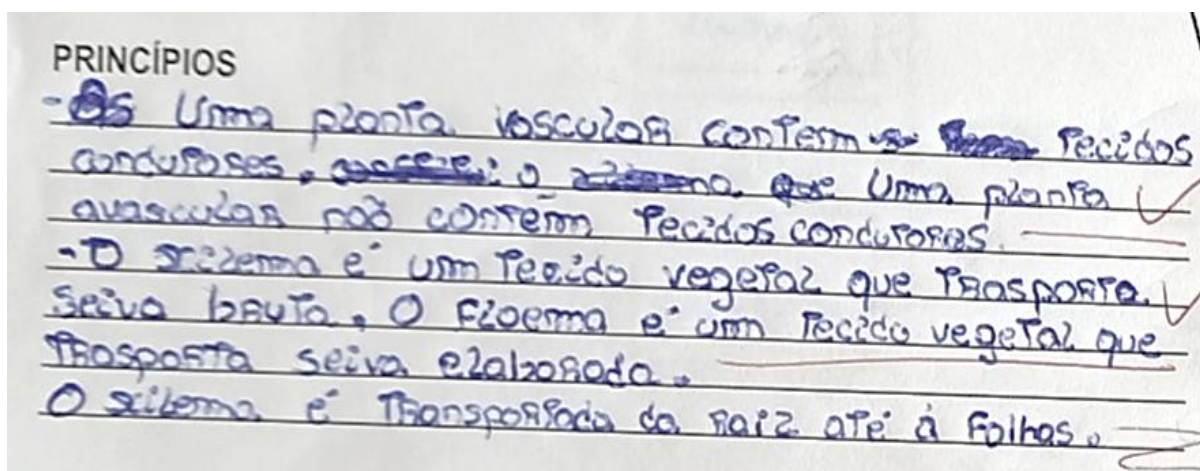


Figura 5. Resposta ao campo dos princípios do relatório do V de Gowin com conceções alternativas.

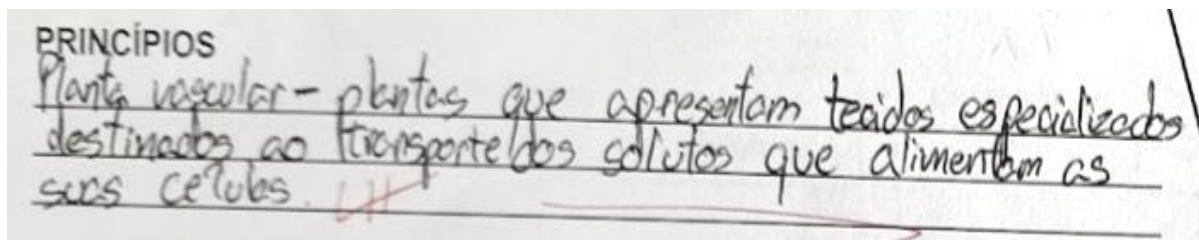


Figura 6. Resposta ao campo dos princípios do relatório do V de Gowin com pontuação mínima.

No que respeita aos conceitos, os discentes exibiram um bom desempenho, com 72,5% de respostas corretas, em que a maioria apresentou quatro conceitos corretos (quadro 12), como apresentado na figura 7. Quanto aos dois alunos que não designaram conceitos corretos, um deles esqueceu-se de preencher este elemento do V de Gowin, já o outro aluno, o mesmo cujo resposta aos princípios está apresentada na figura 5, referiu conceitos alternativos (figura 8). Outra condição observada (figura 9) foi a exposição dos materiais utilizados na experiência no campo dos conceitos do relatório. Este equívoco pode estar relacionado com a dificuldade destes dois alunos compreenderem a diferença entre materiais e conceitos.

Quadro 12. Frequência de respostas por níveis de proficiência nos conceitos do V de Gowin.

Nível de proficiência	Frequência de Respostas
Designa 4 conceitos corretos	n=10 (52,6%)
Designa 3 ou menos conceitos corretos	n=7 (36,8%)
Não designa conceitos corretos	n=2 (10,5%)

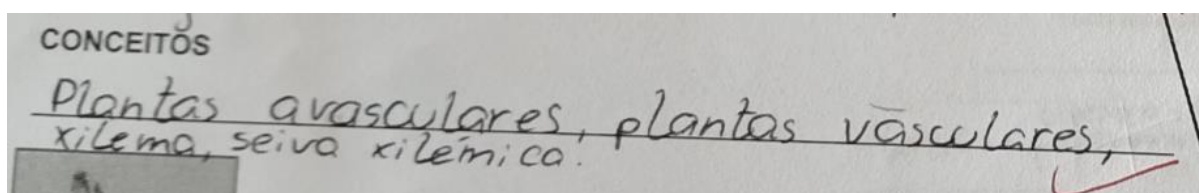


Figura 7. Exemplo de resposta ao campo dos conceitos do relatório do V de Gowin com pontuação máxima.

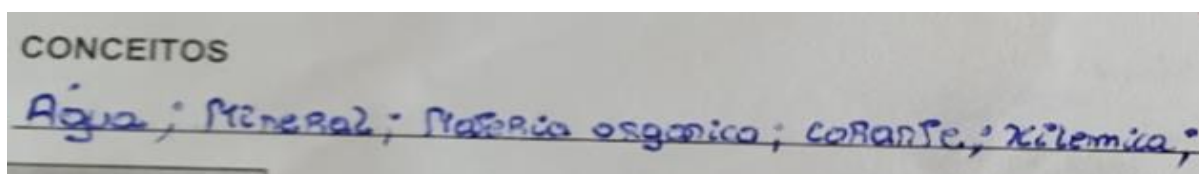


Figura 8. Resposta ao campo dos conceitos do relatório do V de Gowin com concepções alternativas.

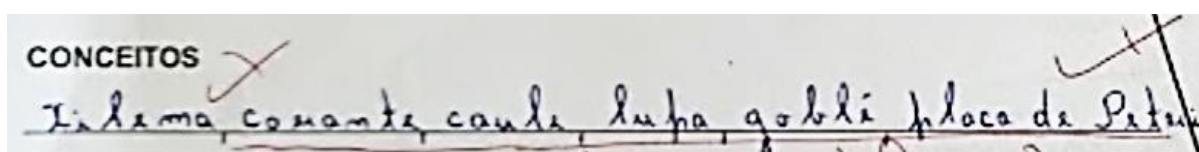


Figura 9. Exemplo de concepção alternativa relativa ao campo dos conceitos do relatório do V de Gowin.

O campo dos registos correspondeu a um dos elementos do relatório com maior percentagem de respostas corretas (81%), expressando que os alunos têm facilidade no registo das suas observações, e que o fazem com rigor científico. Contudo, existiram algumas discrepâncias. Nos registos da “figura 1”, que representava a planta avascular, os alunos tiveram que registar um filoide de musgo e identificar o local onde o corante atuou, já na “figura 2”, relativa à planta vascular, tiveram que legendar o xilema corado e fazer um registo correto da posição deste no caule da planta. Este aspeto é relevante porque dado existirem menos elementos para legendar na “figura 1”, ocorreram mais respostas corretas do que na “figura 2” (quadro 13). Na figura 10 é apresentada uma das respostas com cotação máxima neste campo, sendo que foi feito um registo o mais aproximado possível da observação, a identificação e a legenda correta do xilema e corante. O oposto é verificado na figura 11, relativamente à planta vascular, em que se observou uma dicotiledónea, e, no entanto, a legenda e registo do xilema é feito de acordo com a disposição das monocotiledóneas. O facto de o aluno ter identificado o corante num local diferente do xilema demonstra que apresentou dificuldades em relacionar o procedimento com as observações, resultando em registos incorretos.

Quadro 13. *Frequência de respostas por níveis de proficiência nos registos do V de Gowin.*

Nível de proficiência	Frequência de Respostas	
	Figura 1	Figura 2
Apresenta todos os tópicos	n=13 (68,4%)	n=8 (42,1%)
Apresenta dois tópicos ou menos	n=6 (31,6%)	n=9 (47,4%)
Não apresenta nenhum tópico	0	n=2 (10,5%)

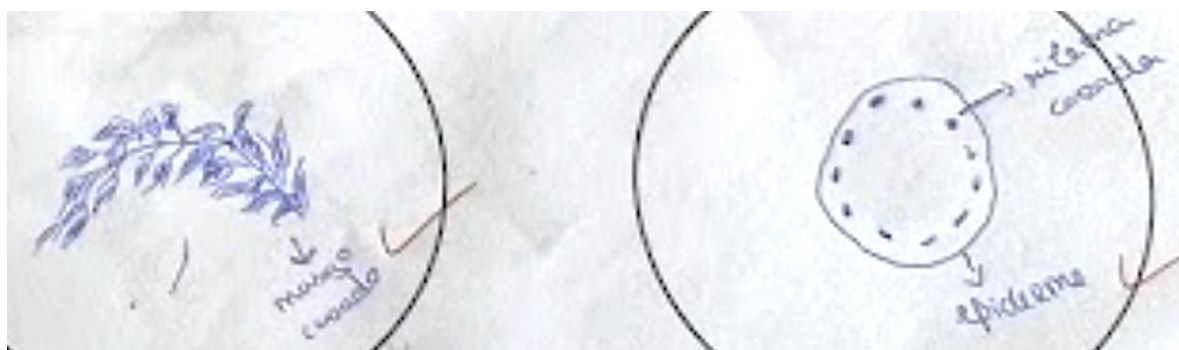


Figura 10. Exemplo de resposta ao campo dos registos do relatório do V de Gowin com pontuação máxima.

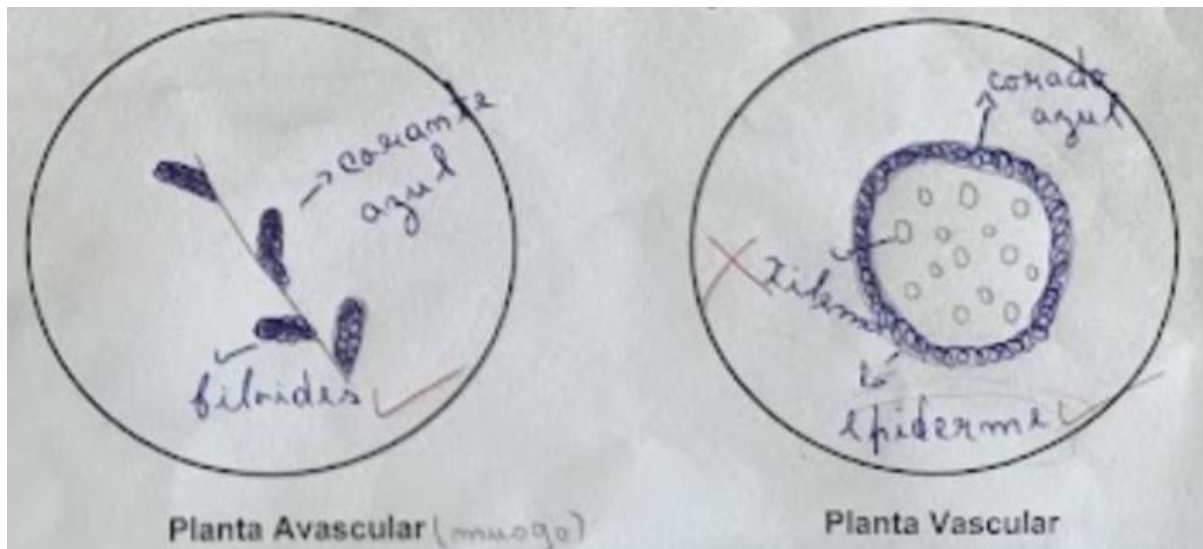


Figura 11. Exemplo de resposta ao campo dos registos do relatório do V de Gowin com conceções alternativas.

O momento de recolha de espécies do recinto escolar durante o procedimento permitiu que os alunos recolhessem espécies diferentes, e, dentro das plantas vasculares, obtivessem observações diferentes. A maioria recolheu espécies de plantas dicotiledóneas (figura 13), mas existiram também amostras de monocotiledóneas (figura 12), permitindo que observassem a diferença clara da posição dos tecidos condutores em cada uma delas.

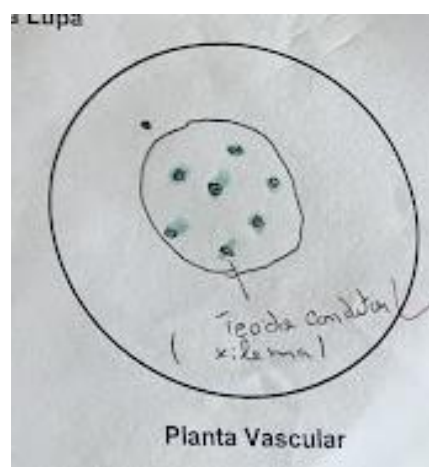


Figura 12. Exemplo de registo de uma espécie de monocotiledónea.

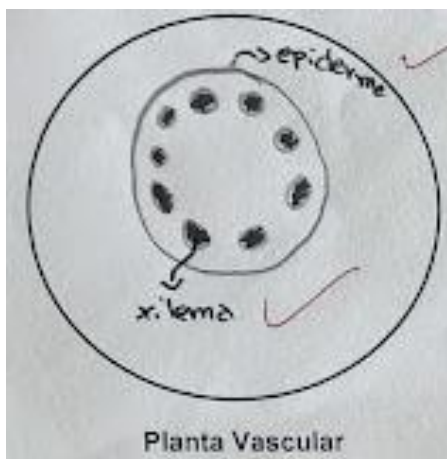


Figura 13. Exemplo de registo de uma espécie de dicotiledónea.

Relativamente ao preenchimento da tabela das transformações do V de Gowin, os discentes demonstraram um bom desempenho, sendo que esta avaliava vários aspetos. O primeiro relacionava-se com a escrita do nome científico das espécies de plantas recolhidas durante o procedimento, tarefa essa que apenas 7 alunos desempenharam corretamente (quadro 14), apresentando respostas semelhantes às da figura 14. Os restantes, à exceção de um aluno, escreveram o nome científicos das plantas sem o sublinhar, como é possível constatar na figura 15. O aluno que não obteve pontuação parece ter apresentado dúvidas sobre o que escrever neste campo, uma vez que na planta avascular não respondeu, mas na planta avascular escreveu apenas uma palavra que retirou da aplicação de identificação das plantas utilizada no procedimento (figura 16). Estes resultados poderão dever-se à inexperiência dos discentes em relação às regras de nomenclatura, apesar de serem referidas em anos anteriores, os alunos possuem dificuldades no cumprimento das mesmas.

Quadro 14. Frequência de respostas por níveis de proficiência, relativas à escrita dos nomes científicos no campo das transformações do V de Gowin.

Nível de proficiência	Frequência de Respostas
Escreve o nome científico com rigor científico	n=7 (36,8%)
Escreve o nome científico com falhas no rigor científico	n=11 (57,9%)
Escreve o nome científico sem rigor científico	n=1 (5,3%)

DIVISÃO	Avascular	Vascular
ESPÉCIE	<u>Slaginella Kroussiana</u>	<u>Plantago monosperma</u>

Figura 14. Exemplo de resposta com os nomes científicos das plantas utilizadas escritos corretamente.

Avascular	Vascular
Selaginella Kraussiana	Coleostephus myosotis

Figura 15. Exemplo de resposta com os nomes científicos das plantas utilizadas escritos de forma incorreta.

DIVISÃO	Avascular	Vascular
ESPÉCIE		Fraxinus (38%)
	Não se viu o crescimento	

Figura 16. Resposta com a pontuação mínima relativamente à escrita do nome científico.

Ainda em relação às transformações, através da análise do quadro 15, verificou-se que os alunos demonstraram um bom desempenho, sendo que 10 alunos obtiveram a classificação total neste requisito, com respostas idênticas à da figura 17. O aluno que apresentou apenas um tópico correto formulou as frases dos outros tópicos de forma errada, utilizando uma dupla negação. Este aspeto colocou em dúvida se se tratou de um equívoco ao nível da língua portuguesa, ou se não compreendeu as transformações observadas (figura 18).

Apesar dos resultados deste elemento do relatório terem sido bons, durante a aula verificou-se que os alunos apresentaram dificuldades em definir o que escrever relativamente às observações feitas durante as transformações.

Quadro 15. Frequência de respostas por níveis de proficiência nas transformações do V de Gowin.

Nível de proficiência	Frequência de Respostas
Apresenta quatro tópicos	n=10 (52,6%)
Apresenta três tópicos	n=8 (42,1%)
Apresenta um tópico	n=1 (5,3%)

Inicial (0 min.)	não identifico nenhuma estrutura pertencente ao sistema de transporte	não identifico nenhuma estrutura pertencente ao sistema de transporte
Final (60 min.)	não observamos nenhum tecido condutor apenas o musgo apresenta um canal	existem células diferenciadas e estão enfileiradas

Figura 17. Exemplo de resposta ao campo das transformações do relatório do V de Gowin com pontuação máxima.

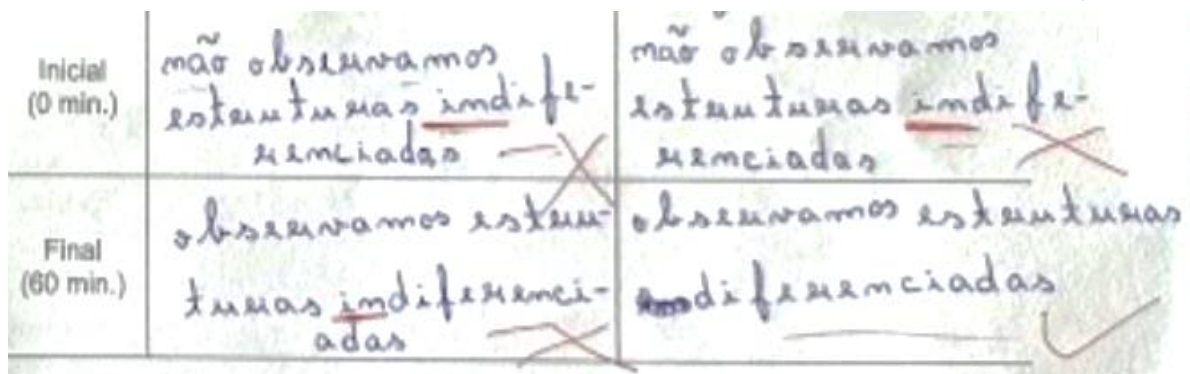


Figura 18. Exemplo de resposta ao campo das transformações do relatório do V de Gowin com um tópico correto.

No campo relativo às conclusões, os alunos deveriam responder às duas questões centrais apresentadas no centro do V epistemológico de Gowin.

De acordo com a análise do quadro 16 no tópico relativo à questão “Todas as plantas possuem tecidos condutores?”, apenas dois discentes não conseguiram responder ou apresentar o tópico de resposta. Demonstra, também, que as respostas à segunda questão central do V de Gowin suscitaram mais dificuldades.

Quadro 16. Frequência de respostas por níveis de proficiência nas conclusões do V de Gowin.

Nível de proficiência				
Tópicos		Explica o tópico com rigor científico	Explica o tópico com falhas no rigor científico	Não explica o tópico
Frequência de Respostas	1	n=14 (73,7%)	n=4 (21,0%)	n=1 (5,3%)
	2	n=5 (26,3%)	n=2 (10,5%)	n=12 (63,2%)
	3	n=8 (42,1%)	n=2 (10,5%)	n=9 (47,4%)
	4	n=5 (26,3%)	n=3 (15,8%)	n=11 (57,9%)
	5	n=2 (10,5%)	n=1 (5,3%)	n=16 (84,2%)

Quanto ao tópico 1, 14 discentes produziram respostas corretas com rigor científico, como exposto na figura 19. Adicionalmente, 4 alunos construíram respostas corretas com falhas, como o exemplo dado na figura 20. Por fim, apenas um discente não respondeu ou não elaborou qualquer resposta relativa a este tópico.

CONCLUSÕES
As plantas avasculares não possuem tecidos condutores, com foi possível observar na musgo. Já as plantas vasculares possuem tecidos condutores com foi visto na observação da Plantago major pois, tendo a água e as sais minerais são

Figura 19. Exemplo de resposta com cotação máxima para o tópico 1 das conclusões do relatório do V de Gowin.

CONCLUSÕES
Com base na experiência realizada é possível observar que apenas plantas vasculares possuem tecidos condutores.

Figura 20. Exemplo de resposta com falhas relativamente ao tópico 1 das conclusões do relatório do V de Gowin.

A resposta à segunda questão central, “Como ocorre a condução da seiva xilémica?”, é de desenvolvimento, abrangendo quatro tópicos que deveriam ser referidos. A resposta com classificação máxima relativamente a estes tópicos está apresentada nas figuras 21 e 22. Porém, a maioria dos alunos apresentou respostas com falhas a nível de conteúdo (figura 23) ou no rigor científico (figura 24). Dado que existiam vários pontos chave a abordar nesta resposta, a maioria, quadro 16, não produziu os tópicos necessários. Note-se um caso específico, apresentado na figura 25, em que o discente confundiu os princípios com as conclusões. Tal pode estar relacionado com distração ou dificuldade em distinguir um princípio e uma conclusão.

CONCLUSÕES
Com esta atividade pode-se observar que nem todas as plantas têm tecidos condutores, as plantas avasculares como a Salaginella kraussiana não as possuem já as plantas vasculares como a Vicia sativa observam-se tecidos condutores e com a corante azul difere mais junto da epiderme o xilema, onde se transporta a seiva bruta. *continuação

Figura 21. Exemplo de resposta ao campo das conclusões do relatório do V de Gowin com pontuação máxima.

* Para explicarmos a condução da seiva xilemática teremos de utilizar as duas hipóteses, a hipótese da pressão radicular e a hipótese da Tensão-coesão-adesão, consecutivamente. Inicialmente, ocorre devido ao transporte ativo de sais minerais para a raiz, o que provoca a entrada da água e a acumulação da água nos tecidos radiculares gera uma pressão positiva na raiz que força a seiva bruta a subir no xilema, como essa pressão radicular não é o suficiente para levar a seiva até as folhas, podemos explicar esse fenómeno através da hipótese da Tensão-coesão-adesão, onde ocorre devido à força de tensão que se estabelece nos estomas devido à saída da água por transpiração. Esta força é capaz de provocar a ascensão de uma coluna de água no interior do xilema.

Em suma, as plantas avasculares não possuem tecidos condutores, mas as plantas vasculares já possuem tecidos condutores e com o auxílio do corante azul identificamos que o xilema encontra-se ao lado do epiderme, onde transporta a seiva bruta, esse transporte pode ser explicado pela hipótese da pressão radicular e pela hipótese da tensão-coesão-adesão.

Figura 22. Continuação do exemplo de resposta dado na figura 18.

CONCLUSÕES		
As plantas avasculares como o musgo não possuem tecidos condutores e as plantas vasculares possuem tecidos condutores		
A água e os sais minerais entram pela raiz acumulando-se e causando uma pressão na raiz.		
Depois a seiva bruta vai subir até a folha, devido a transpiração que acontece nas folhas, que gera um tecido TRANSFORMAÇÕES negativo. Essa tensão faz com que ocorra a entrada de água na raiz e ascensão de coluna de água por toda a planta.		
DIVISÃO	Avascular	Vascular
ESPÉCIE	Mosses Selaginella Knaumia	Selaginella Glebiomis Segetum
	O fibro não apresenta	Não diferenciado

Figura 23. Exemplo de resposta ao campo das conclusões do relatório do V de Gowin com falhas no conteúdo.

CONCLUSÕES	
Não, nem todas como o musgo que é avascular, mas a alga é radicular, a água e os sais minerais entram no sistema chamado seiva bruta. Tem tecido condutor. Ela ocorre pela pressão radicular. Ela fica com muita água e vai pela pressão para cima e com a tensão-coesão-adesão causa uma tensão TRANSFORMAÇÕES que vai até as folhas	

Figura 24. Exemplo de resposta ao campo das conclusões do relatório do V de Gowin com falhas a nível do rigor científico.

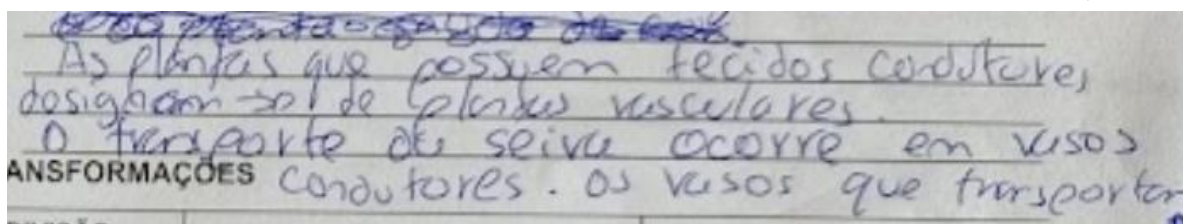


Figura 25. Resposta com pontuação mínima das conclusões do relatório do V de Gowin.

No que concerne ao campo dos juízos de valor do V de Gowin, a generalidade dos alunos reconheceu as analogias presentes entre o corante e a seiva bruta e entre as células coradas e o xilema, sendo que incorreu numa média de 87% de respostas corretas. A resposta presente na figura 26 representa o grupo de respostas dos 15 alunos que responderam com rigor científico (quadro 17). Já a figura 27 apresenta uma das respostas que demonstraram falhas no rigor científico porque utilizaram o termo “tecidos condutores”. Este termo apresenta-se vago, uma vez que engloba o floema e o xilema, e nesta analogia pretendia-se que se referissem apenas ao xilema. A figura 28 apresenta um exemplo de resposta em que não consta nenhum dos termos corretos. As duas alunas que não obtiveram pontuação neste elemento possuem, por vezes, dificuldades de compreensão oral, e também a nível da resolução do relatório V heurístico porque são inexperientes na sua utilização.

Quadro 17. Frequência de respostas por níveis de proficiência nos juízos de valor do V de Gowin.

Nível de proficiência	Frequência de Respostas
Designa os termos com rigor científico	n=15 (78,9%)
Designa os termos com falhas no rigor científico	n=2 (10,5%)
Não designa os termos corretos	n=2 (10,5%)

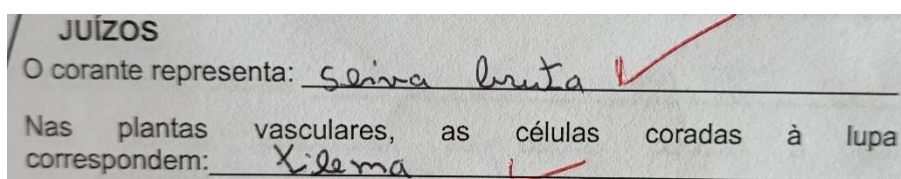


Figura 26. Exemplo de resposta ao campo dos juízos de valor do relatório do V de Gowin com pontuação máxima.

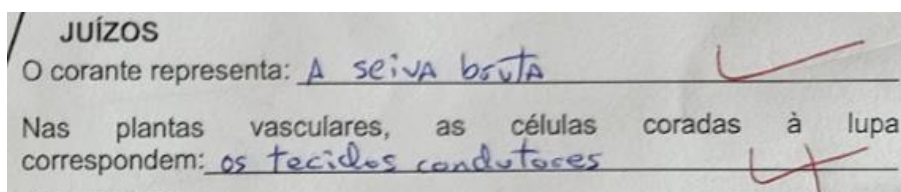


Figura 27. Exemplo de resposta ao campo dos juízos de valor do relatório do V de Gowin com falhas no rigor científico.

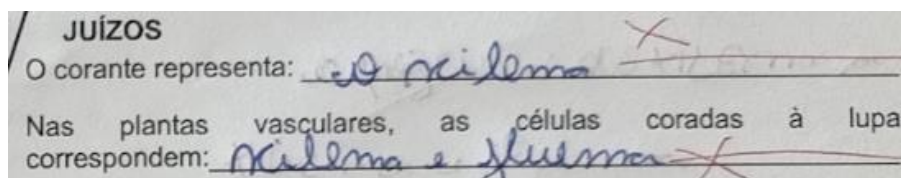


Figura 28. Exemplo de resposta ao campo dos juízos de valor do relatório do V de Gowin em que não consta nenhum dos termos corretos.

6.3. Resultados e Discussão Referentes ao Mapa de Conceitos

O mapa de conceitos aplicado aos alunos apresentou uma média de classificações de 14,2 valores ([apêndice 21](#)), tendo-se verificado uma subida de 6,4 valores em relação à média alcançada no teste diagnóstico. Apesar de a amostra ser constituída por 21 alunos, apenas 19 participaram nesta aula, pelas mesmas razões apresentadas faces aos instrumentos anteriores. Todos os alunos conseguiram concluir o mapa de conceitos, sendo que 5 alunos se destacaram com aproveitamento muito bom, com classificações acima dos 17 valores (quadro 18).

Quadro 18. Frequência de notas organizadas por intervalos de classificação do mapa de conceitos.

Intervalo de Classificações	Frequência de Respostas
≥ 17	n=5 (26,3%)
$\geq 14 \leq 16$	n=7 (36,8%)
$\geq 10 \leq 13$	n=7 (36,8%)

A partir da análise do quadro 16 constata-se que a maioria dos alunos obtiveram classificações abaixo dos 17 valores. Os resultados pouco satisfatórios apresentados expressaram dificuldades na realização do mapa de conceitos, corroborada pelo testemunho de vários alunos que partilharam que essa dificuldade se deveu à realização de um teste global no dia seguinte, pelo que estavam focados sobretudo na temática da geologia, influenciando as suas classificações. Dado que foi o primeiro contacto da turma com este recurso educativo, a sua inexperiência pode ter contribuído também para os resultados mais baixos.

Dado que não se apuraram negativas, a análise da frequência de respostas face ao género foi realizada tendo em conta o aproveitamento suficiente, bom e muito bom, analisando-se os alunos que obtiveram classificações inferiores a 13 valores e aqueles que obtiveram valores acima deste. A análise do quadro 19 demonstra que ambos os géneros apresentaram frequências de respostas semelhantes.

Quadro 19. Frequências de respostas corretas do mapa de conceitos em relação ao género.

Género	Frequência de Respostas	
	Classificação <13 valores	Classificação >13 valores
Feminino	n=4 (36,4%)	n=7 (63,6%)
Masculino	n=3 (37,5%)	n=5 (62,5%)

Os campos em que vários alunos sentiram dificuldades são expostos como exemplo na figura 29. Verificou-se também algumas concepções alternativas relativamente ao processo que influencia a ascensão da seiva xilémica, como exemplificado na figura 30.

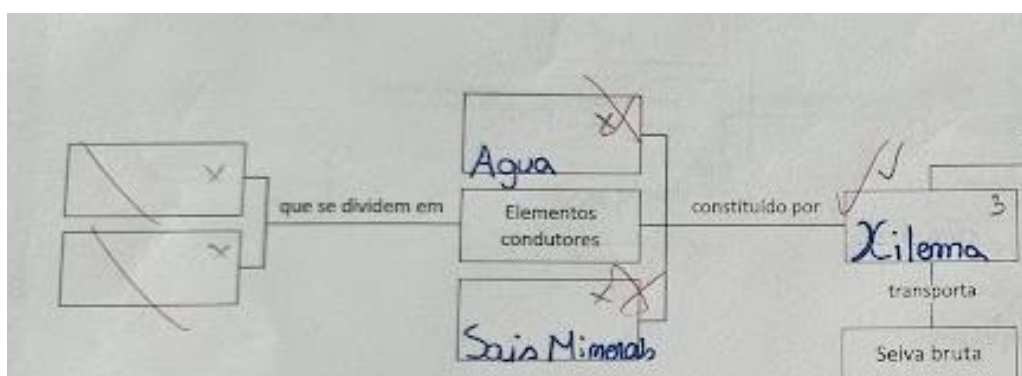


Figura 29. Secção do mapa de conceitos em que os alunos apresentaram mais dificuldades.

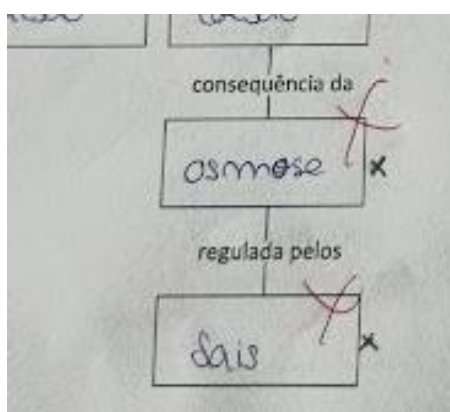


Figura 30. Concepções alternativas face ao processo que influencia a ascensão da seiva xilémica.

A secção que obteve maior frequência de respostas corretas estava relacionada com o floema e os seus constituintes estruturais (figura 31). Dado que os constituintes do floema foram referidos em diversos momentos durante a explicação da teoria do fluxo de massa, os alunos incorporaram mais facilmente este conhecimento na sua estrutura cognitiva. Em oposição, dado que os constituintes estruturais do xilema não foram referidos tão frequentemente, por não serem

especificamente referidos no transporte da seiva xilémica, alguns dos alunos não demonstraram um conhecimento fundamentado destes conceitos.

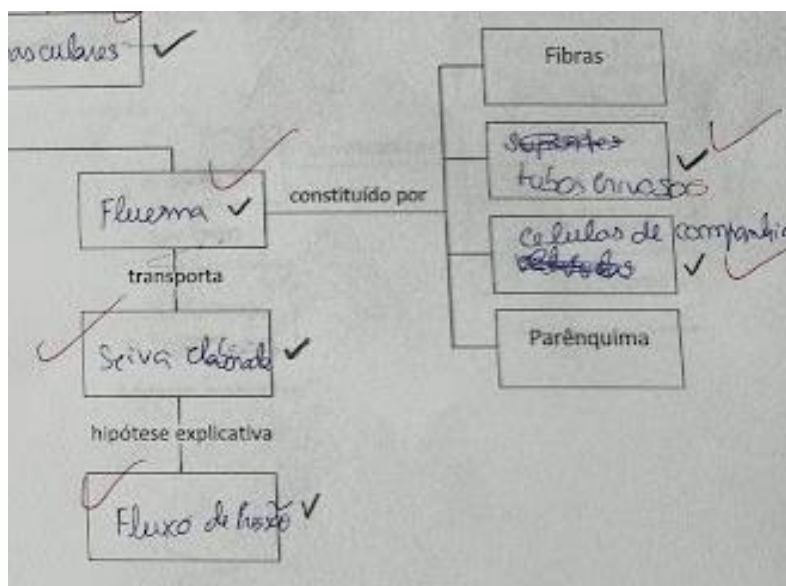


Figura 31. Secção do mapa de conceitos com maior frequência de respostas corretas.

Tendo em conta a prestação dos alunos nos mapas de conceitos, verificou-se um aumento dos conhecimentos relativamente ao teste diagnóstico. Enquanto a classificação máxima no teste diagnóstico consistiu em 13 valores atingidos por dois alunos, no mapa de conceitos 5 alunos apresentaram um aproveitamento muito bom, acima dos 17 valores.

Capítulo 7. Conclusões

O último capítulo deste relatório de estágio encontra-se organizado em três subcapítulos, sendo que o primeiro subcapítulo, as conclusões gerais, refere-se ao cumprimento dos objetivos de investigação inicialmente delineados. No segundo subcapítulo são identificadas as limitações do estudo, assim como sugestões de novas linhas de investigação. Por fim, no terceiro subcapítulo é realizada uma pequena reflexão acerca dos contributos do estudo para o desenvolvimento profissional do professor-investigador.

7.1. Conclusões Gerais

O problema de investigação em que se baseou o presente estudo pretendeu avaliar o impacto do uso da metodologia do ensino orientado para a aprendizagem por investigação no desenvolvimento de competências de investigação e a compreensão da distribuição de matéria nas plantas em alunos do 10º ano de escolaridade de Biologia e Geologia.

A nível dos objetivos científicos procurou-se fomentar a aprendizagem da temática “Distribuição de matéria nas plantas”, assim como o desenvolvimento de competências de investigação relativas à mesma temática.

Estes aspetos foram observados ao longo do PI, sendo que num primeiro momento de avaliação correspondeu à aplicação de um teste diagnóstico. As questões com maior percentagem de respostas corretas abordavam temáticas que mobilizavam conhecimentos prévios, presentes na estrutura cognitiva dos alunos, contrastando com as questões de menor percentagem de respostas corretas que eram referentes a processos e fenómenos específicos que são lecionados apenas neste domínio do 10º ano de escolaridade. A nível de conceções alternativas, as mais evidentes foram em relação ao termo soluto e dos locais de consumo e armazenamento da seiva elaborada. No segundo momento de avaliação foi aplicado um relatório V de Gowin individual, que evidenciou melhorias das classificações face ao teste diagnóstico. Os elementos com maior frequência de respostas corretas corresponderam aos juízos de valor e aos registos, denotando que os discentes estiveram atentos e que participaram ativamente no desenrolar do procedimento. Por outro lado, as prestações com valores mais baixos corresponderam às conclusões, o que demonstra dificuldades na interligação da teoria com a prática e na capacidade de inferir conclusões autonomamente. De forma geral, os alunos manifestaram compreensão do conhecimento científico e desenvolvimento de literacia científica, mobilizando-os na resolução do relatório. Por último, o terceiro momento de avaliação, correspondeu à execução de um mapa de conceitos, em que os alunos apresentaram apenas classificações positivas,

sendo que 5 alunos apresentaram classificações acima dos 17 valores. Neste elemento de avaliação a secção onde se notou alguns lapsos de conhecimento correspondeu às designações dos constituintes estruturais do xilema, uma vez que foi um tópico menos abordado durante as aulas de intervenção. Os resultados obtidos a partir dos mapas de conceitos também comprovaram que, no final deste PI, os alunos construíram um corpo de conhecimento bastante satisfatório, comparativamente às respostas elaboradas no teste diagnóstico. De forma geral, o desempenho a nível do género denotou que esta é uma turma homogénea a nível das classificações, notando-se algumas nuances apenas quando os instrumentos são analisados individualmente.

Adicionalmente aos instrumentos de avaliação, utilizou-se uma ficha de trabalho, que permitiu determinar e abordar os tópicos em que se identificavam mais dificuldades, nomeadamente, na teoria do fluxo de massa. Em contexto de sala de aula, aferiu-se o ritmo e o nível de aprendizagem dos alunos e procedeu-se à observação constante e direta do desempenho e envolvimento dos alunos na realização de tarefas adotando grelhas de observação para as aulas práticas e teóricas. Estas ajudaram a decifrar, em certa medida, o carácter de cada aluno e o seu papel durante a aula, permitindo determinar o desenvolvimento cognitivo e de competências de investigação. A análise das grelhas e a partilha de perspetivas durante as aulas permitiram determinar que os alunos apreciam participar em aulas laboratoriais com o intuito de investigar uma temática e tirar conclusões sobre as questões colocadas inicialmente, pelo que os objetivos educacionais deste PI foram igualmente concretizados. Esta afirmação é também apoiada pelos bons indicadores referentes aos resultados obtidos pela implementação da metodologia de ensino orientado para a aprendizagem por investigação.

Estas ações resultaram no alcance dos objetivos profissionais da professora-investigadora. Como referido, o PI inserido no estágio profissionalizante, permitiu aprimorar competências no âmbito da investigação educacional, particularmente, em investigação-ação, através de uma ação reflexiva. A reflexão partiu da elaboração de todos os instrumentos adequados ao contexto da sala de aula, e da observação e análise de todos os resultados, de forma a melhorar o processo de ensino e de aprendizagem durante o PI. O papel ativo e completo durante este período permitiu experienciar e melhorar a aplicação da metodologia adotada e da articulação entre o domínio concetual e a sua aplicação em situações reais, permitindo uma experiência integral dos desafios e vivências do papel enquanto docente.

7.2. Limitações do Estudo e Sugestões para Futuras Investigações

A presente investigação contou com algumas limitações, estando condicionado, sobretudo, com o contexto em que esta se desenvolveu (IPP+PES). A principal limitação é referente ao

cumprimento das aprendizagens essenciais de acordo com o cronograma estabelecido, implicando que exista uma organização e regulação notável do tempo dedicado às várias atividades. Este tema prende-se com a extensão do currículo, que leva a que as temáticas sejam lecionadas durante um período reduzido.

Neste seguimento, o período da intervenção foi necessariamente curto, resultando apenas num ciclo do estudo de investigação-ação com indicações de futuras investigações. Dado o curto período de tempo as conclusões relativas às comparações entre aquilo que os discentes sabiam antes da intervenção e no final devem ser abordadas a nível da análise das respostas a cada uma das questões dos instrumentos de avaliação e não a nível das classificações. A análise destes resultados deixa em aberto ações e reestruturações que se poderiam adotar caso existisse um novo ciclo de investigação e de ação.

Por fim, outra limitação do estudo prende-se com a natureza da amostra, considerada de conveniência e não aleatória, influenciando a validade dos instrumentos da recolha de dados. A amostra adotada durante este estudo, apresenta um número reduzido de participantes, não representativos da população. Neste sentido, os resultados do estudo não podem ser generalizados, reduzindo a validade externa dos instrumentos de recolha de dados aplicados.

A partir do PI apresentado sugerem-se ainda outras linhas de investigação com contornos semelhantes. Uma das sugestões parte da aplicação deste PI a uma amostra de maior dimensão, com intenção de obter um corpo de dados assente em conclusões mais robustas. Seria igualmente revelante que essa aplicação tivesse uma duração mais prolongada. Mediante um estudo de duração superior, seria possível a adoção de outros níveis de abertura relativos à metodologia de ensino adotada no PI.

A nível das estratégias adotadas, a atividade laboratorial com recurso ao V de Gowin, poderá ser utilizada em diferentes níveis de escolaridade a partir da adaptação do relatório aos mesmos. Além deste, a adoção do formato de *quizz* para o teste diagnóstico pode ser adotado nas diferentes temáticas de cada ano de escolaridade, permitindo que os alunos não considerem o momento de avaliação diagnóstica desmotivador e aborrecido. O mesmo se aplica ao mapa de conceitos.

7.3. Contributo do Estudo para o Desenvolvimento Profissional

O presente relatório de estágio inserido na IPP e PES enquadra-se no contexto da etapa final da formação inicial de professores. Após a realização do estudo enquanto professora-investigadora de carácter reflexivo da sua ação, destaca-se este subcapítulo para refletir sobre o cumprimento dos objetivos profissionais traçados no capítulo 1.

O primeiro objetivo profissional proposto destacava o desafio de aprimorar as competências no âmbito da investigação educacional, competências essas que foram sendo trabalhadas ao longo de toda a IPP, através da elaboração de um plano de intervenção, implementação e redação do mesmo. Estes três passos da realização do estudo englobam muitos outros que permitiram dotar o professor-investigador de ferramentas reflexivas da sua ação, síntese, revisão bibliográfica, seleção e elaboração de instrumentos de recolha de dados, e posterior análise dos mesmos, articulados com a aplicação de metodologias de investigação educacionais. A elaboração desta investigação permitiu desenvolver conhecimentos relacionados com método qualitativo, aplicado durante a investigação-ação, possibilitando o contacto com técnicas de recolha de dados como a testagem e análise de documentos. O estudo dos objetivos de cada instrumento aplicado, assim como a sua elaboração, permitiu um benéfico conhecimento sobre os mesmos, nomeadamente, o teste diagnóstico em formato de *quizz*, o relatório V de Gowin, e o mapa de conceitos.

O segundo objetivo profissional relacionava-se com a articulação entre o domínio concetual e a sua aplicação em situações reais. Este objetivo foi alcançado essencialmente durante a aula laboratorial, onde se aplicou o relatório V de Gowin. Nesta aula os alunos estiveram em contacto com o espaço envolvente e com a possibilidade de encontrarem diferentes resultados, mediante as amostras que recolhessem, permitindo que verificassem alguns aspetos do método científico. Além deste momento, foi elaborada e realizada uma ficha de trabalho em que os alunos tiveram oportunidade de analisar a contagem dos anéis de crescimento das árvores e relacioná-la com a temática abordada, no sentido de interligar um exemplo de uma situação real com o domínio concetual.

Por fim, mas com a mesma relevância, encontrava-se o terceiro objetivo, que consistiu na procura do desenvolvimento de competências de aplicação da metodologia de ensino orientado para a aprendizagem por investigação. Neste sentido, foi desenvolvido um rigoroso e cuidado plano de intervenção com o intuito de incutir e desenvolver competências investigativas nos alunos. Esta atividade laboratorial contou com a resolução de um relatório V de Gowin, em que os alunos tiveram oportunidade de relacionar a componente metodológica e a concetual.

Todo o PI envolveu a construção de recursos educativos, dinamização das aulas e orientação dos grupos de trabalho e individuais, contudo esta aula foi mais desafiante para a professora-investigadora. Dado que se pretendeu que os alunos fossem coautores da sua aprendizagem e que se desenvolvesse um vínculo social, a aula exigiu um estudo aprofundado da metodologia adotada e das teorias da aprendizagem. Apesar de se revelarem tarefas árduas, foram encaradas com exigência e realizadas com um sentimento de gratificação por ter oportunidade de desenvolver um plano de

intervenção. No final, esta aula cumpriu com este objetivo, através da autonomia demonstrada pelos alunos durante o procedimento, assim como o anseio de observar o processo e a curiosidade perante resultados diferentes mediante as espécies utilizadas. Assim sendo, a professora desenvolveu um maior trabalho de pesquisa de informações sobre as espécies existentes no recinto escolar de modo a preparar a orientação dos seus alunos enquanto facilitador da aprendizagem.

O cumprimento dos objetivos anteriormente referidos e o desenvolvimento e emancipação profissional da futura docente foi possível por a formação inicial de professores ter lugar num espaço concreto de uma escola, envolta em problemas e questões reais. A experiência de vivência no quotidiano escolar enquanto observadora das aulas do professor cooperante e, posteriormente, enquanto professora-investigadora, permitiu que participasse e refletisse sobre cada momento adotando perspetivas diferentes. Esta chance permitiu que fosse criando uma identidade e posicionamento próprio, com vista no futuro, e na procura de promover nos alunos o gosto pela Ciência, o espírito crítico e a capacidade de reflexão mediante as aprendizagens. Através do estágio profissionalizante e da presente investigação, abordaram-se várias metodologias e estratégias educativas, que enquanto docente servirão como materiais para uma contínua atualização e melhoria das práticas letivas.

8. Referências

- 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>
- Alabdulkareen, S. A. (2017). Saudi science teachers' perceptions of implementing inquiry in science class. *Journal of Education and Training Studies*, 5(12), 67-78. <http://doi.org/10.11114/jets.v5i12.2741>
- Andrini, V. (2016). The effectiveness of inquiry learning method to enhance student's learning outcome: A theoretical and empirical review. *Journal of Education and Practice*, 7(3), 38-42. <https://www.semanticscholar.org/paper/The-Effectiveness-of-Inquiry-Learning-Method-to-A-Andrini/4684fdf5cf3317542b618fa20e37e39f566fb2dd>
- Anjani, D., Suciati S. & Maridi, M. (2017). The effectiveness of inquiry-based learning module to improve the cognitive learning outcomes. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 218, 155-160. <https://doi.org/10.2991/icomse-17.2018.28>
- Arcadinho, A., Folque, M. & Costa, C. (2020). Dimensão investigativa, docência e formação inicial de professores: Uma revisão sistemática de literatura. *Instrumento: Revista de Estudo e Pesquisa em Educação*, 22(1). <https://doi.org/10.34019/1984-5499.2020.v22.29173>
- Ausubel, D. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. Grune & Stratton.
- Barreira, C. (2019). Conceções e práticas de avaliação formativa e sua relação com os processos de ensino e aprendizagem. In M. I. Ortigão, D. Fernandes, T. Pereira & L. Santos (Eds.), *Avaliar para aprender no Brasil e em Portugal: Perspetivas teóricas, práticas e de desenvolvimento* (pp. 191-218). CVR. https://www.researchgate.net/publication/338126746_Concecoes_e_praticas_de_avaliacao_formativa_e_sua_relacao_com_os_processos_de_ensino_e_aprendizagem
- Battiste, M. (2017). Cognitive imperialism. In M. A. Peters (Ed.), *Encyclopedia of educational philosophy and theory* (pp. 183-188). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-287-588-4>
- Brakoniecki, A. & Shah, F. (2017). The use of concept maps to assess preservice teacher understanding: A formative approach in mathematics education. *Journal of Education*, 197(1), 23-32. <https://doi.org/10.1177/002205741719700104>

- Caetano, A. (2019). Ética na investigação-ação: Alguns apontamentos de reflexão. *Estreia Diálogos*, 4(1), 53-73. <http://hdl.handle.net/10451/43855>
- Camejo, I. & Diez, D. (2016). Aprendizagem significativa: Conceito subjacente da teoria cognitiva de aprendizagem multimídia. *Revista de Investigación*, 40(89), 68-89. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S101029142016000300004&lng=es&lng=
- Cardoso, A. & Rego, B. (2017). Metodologias de investigação na formação de professores: A investigação-ação e o estudo de caso. In L. Menezes, A. P. Cardoso, B. Rego, J. P. Balula, M. Figueiredo & S. Felizardo (Eds.), *Olhares sobre a educação: Em torno da formação de professores* (pp. 21-33). Escola Superior de Educação de Viseu. https://issuu.com/belmirorego/docs/livro_olhares_sobre_a_educacao
- Castro, R. & Pereira, D. (2019). Education and attachment: Guidelines to prevent school failure. *Multimodal Technologies and Interaction*, 3(1), 10. <https://doi.org/10.3390/mti3010010>
- Centro de Informação Regional das Nações Unidas para a Europa Ocidental. (2019). *Guia sobre desenvolvimento sustentável*. Organização das Nações Unidas. https://unric.org/pt/wp-content/uploads/sites/9/2019/01/SDG_brochure_PT-web.pdf
- Chen, Y., Pan, Y., Hong, Z., Weng, X. & Lin, H. (2020). Exploring the pedagogical features of integrating essential competencies of scientific inquiry in classroom teaching. *Research in Science & Technological Education*, 38(2), 185-207. <http://doi.org/10.1080/02635143.2019.1601075>
- Cohen, L.; Manion, L. & Morrison, K. (2018). *Research methods in education* (8th ed.). Routledge.
- Clark, J., Porath, S., Thiele, J. & Jobe, M. (2020). *Action research*. New Prairie Press. <https://newprairiepress.org/ebooks/34>
- Coutinho, C. (2018). *Metodologia de investigação em ciências sociais e humanas: Teoria e prática* (2ª ed.). Almedina.
- Darroz, L. (2018). Aprendizagem significativa: A teoria de David Ausubel. *Revista Espaço Pedagógico*, 25(2), 576-580. <https://doi.org/10.5335/rep.v25i2.8180>
- Direção-Geral da Educação (2018). Aprendizagens Essenciais. Sítio da DGE: http://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/10_biologia_e_geologia.pdf

- Dourado, L., Leite, L. & Morgado, S. (2017). Teaching science in the laboratory: A study on portuguese school science teachers' perspectives. *Tojet: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 54-65. <https://hdl.handle.net/1822/53960>
- Efron, S. & Ravid, R. (2020). *Action research in education: A practical guide* (2nd. ed.). The Guilford Press.
- Etobro, A. & Fabinu, O. (2017). Student's perceptions of difficult concepts in biology in senior secondary schools in Lagos State. *Global Journal of Educational Research*, 16, 139-147. <http://dx.doi.org/10.4314/gjedr.v16i2.8>
- Herranen, J. & Aksela, M. (2019). Student-question-based inquiry in science education. *Studies in Science Education*, 55(1), 1-36. <https://doi.org/10.1080/03057267.2019.1658059>
- Herranen, J., Kousa, P., Fooladi, E. & Aksela, M. (2019). Inquiry as a context-based practice – a case study of pre-service teachers' beliefs and implementation of inquiry in context-based science teaching. *International Journal of Science Education*, 41(14), 1977-1998. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1655679>
- Hofstein, A. & Mamlok-Naaman, R. (2007). The laboratory in science education: The state of the art. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(2), 105-107. <https://doi.org/10.1039/B7RP90003A>
- Ibe, E. & Nwosu, A. (2017). Effects of ethnoscience and traditional laboratory practical on science process skills acquisition of secondary school biology students in Nigeria. *British journal of Multidisciplinary and Advanced Studies*, 1(1), 10-21. <http://thesciencebrigade.com/index.php/bjmas/article/view/4>
- 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>
- Laudonia, I., Mamlok-Naaman, R., Abels, S. & Eilks, I. (2017). Action research in science education: An analytical review of the literature. *Educational Action Research*, 26(3), 2-16. <https://doi.org/10.1080/09650792.2017.1358198>
- Lakrim, M. (2013). Classroom techniques to illustrate water transport in plants. *The American Biology Teacher*, 75(8), 566-570. <https://doi.org/10.1525/abt.2013.75.8.8>
- Leite, L. (2001). Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. In H. V. Caetano & M. G. Santos (Eds.), *Cadernos Didáticos de Ciências* (pp.

- 77-96). Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário. <https://hdl.handle.net/1822/10295>
- Lotter, C., Smiley, W., Thompson, S. & Dickenson, T. (2016). The impact of a professional development model on middle school science teachers' efficacy and implementation of inquiry. *International Journal of Science Education*, 38(18), 2712-2741. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1259535>
- MacComas, W. F. (2020). *Nature of science in science instruction: Rationales and strategies* (1st ed.). Springer Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-57239-6>
- Maker, C. & Zimmerman, R. (2020). Concept maps as assessments of expertise: Understanding of the complexity and interrelationships of concept in science. *Journal of Advanced Academics*, 31(3), 254-297. <https://doi.org/10.1177/1932202X20921770>
- Mandrikas, A. (2020). Teaching SDGs using concept maps in primary teacher training. *Journal of Education for Sustainable Development*, 14(2), 205-234. <https://doi.org/10.1177/0973408220980873>
- Martins, G., Gomes, C., Brocardo, J., Pedroso, J., Carrillo, J., Silva, L., Encarnação, M., Horta, M., Calçada, M., Nery, R. & Rodrigues, S. (2017). Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória. Lisboa: Ministério da Educação/Direção-Geral da Educação.
- Moraes, V. & Taziri, J. (2019). A motivação e o engajamento de alunos em uma atividade na abordagem do ensino de ciências por investigação. *Investigações em Ensino de Ciências*, 24(2), 72-89. <http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2019v24n2p72>
- Mota, N. (2017). Olhar, amar e servir na atuação docente. *Revista Científica Educ@ção*, 1(2), 214- 230. <https://periodicosrefoc.com.br/jornal/index.php/RCE/article/view/39>
- Ovan, O. & Saputra, A. (2020). CAMI: Web-based application to test validity and reliability of research instruments. *Journal of Education, Teaching and Learning*, 5(2), 244-248. <http://dx.doi.org/10.26737/jetl.v5i2.2032>
- Pacheco, J. (2019, agosto 28). *Aprender em comunidade* [Conferência]. TedXFortaleza, Brasil. <https://www.youtube.com/watch?v=NMNVc0Yz434>
- Prado, C., Pires, M. & Maciel, J. (2021). Mudanças no método de avaliação do Colégio Militar de Brasília na visão dos professores. *Revista Portuguesa de Pedagogia*, 55, 1-19. https://doi.org/10.14195/1647-8614_55_6

- Rodrigues, A. (2021). Investigação-ação e análise de conteúdo: Caso na formação de professores. *Práxis Educacional*, 17(48), 1-23. <https://doi.org/10.22481/praxisedu.v17i48.8796>
- Santos, F. (2019). *Ensino de botânica em Portugal e no Brasil: Paralelos e comparações entre as práticas e concepções docentes e conteúdos dos manuais escolares/livros didáticos em nível de ensino médio* [Doctoral dissertation, Universidade do Minho].
- Santos, V., Amaral, L. & Mamede, H. (2013). Utilização do método investigação-ação na investigação em criatividade no planeamento de sistemas de informação [Conference Paper]. *Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, Portugal.
- Shanmugavelu, G., Parasuraman, B., Kannan, B. & Vadivelu, M. (2020). Inquiry method in the teaching and learning process. *International Journal of Education*, 8(3), 6-9. <https://doi.org/10.34293/education.v8i3.2396>
- Soares, D., Borges, F., Abrantes, I., Magalhães, P., Lopes, B. & Baptista, A. (2017). A “questão-problema” nos relatórios do tipo “v de Gowin”: Um estudo exploratório no 11º ano de biologia do ensino secundário português. *Indagatio Didactica*, 9(4), 385-406. <https://doi.org/10.34624/id.v9i4.1009>
- Sousa, R., Lopes, A. & Boyd, P. (2021). Investigação nos programas de formação inicial de professores: Casos em Portugal e Inglaterra. *Educação, Sociedade e Culturas*, (58), 159- 180. <https://doi.org/10.24840/esc.vi58.115>
- Taber, K. (2017a). Reflecting the nature of science in science education. In K. Taber & B. Akpan (Eds.), *Science education: An international course companion* (pp. 23-37). https://doi.org/10.1007/978-94-6300-749-8_2
- Taber, K. (2017b). Science education as a field of scholarship. In K. Taber & B. Akpan (Eds.), *Science education: An international course companion* (pp. 3-19). Sense Publishers. https://doi.org/10.1007/978-94-6300-749-8_1
- Tawfik, A. A.; Hung, W. & Giabbanelli, P. J. (2020). Comparing how different inquiry-based approaches impact learning outcomes. *The Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 14(1). <https://doi.org/10.14434/ijpbl.v14i1.28624>
- Thomas, H., Ougham, H. & Sanders, D. (2022). Plant blindness and sustainability. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 23(1), 41-57. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-09-2020-0335>

- 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>
- Torres, J. & Vasconcelos, C. (2020). Prospective science teacher's views of nature of science: Data from an intervention programme. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 16(1), 19. <https://doi.org/10.29333/ejmste/110783>
- Traqueia, A., Euzébio, C., Soares, D., Pacheco, E., Taveira, E., Bernardo, I., Rios, J., Sousa, L, Lopes, M. & Soares, T. (2021). Reflexões em torno de Metodologias de Investigação: métodos (Vol. 1) (1ªed.). UA Editora.
- Vasconcelos, C., Ferreira, F., Rolo, A., Moreira, B. & Melo, M. (2019). Improved concept map-based teaching to promote a holistic earth system view. *Geosciences*, 10(1), 8. <https://doi.org/10.3390/geosciences10010008>
- Vakili, M. & Jahangiri, N. (2018). Content validity and reliability of the measurement tools in educational, behavioral and health sciences research. *Journal of Medical Education Development*, 10(28), 106-119. <http://zums.ac.ir/edujournal/article-1-961-en.html>

9. Legislação

Lei nº 58/2019 da Assembleia da República. (2019). Diário da República: I série, nº 151.
<https://dre.pt/dre/analise-juridica/lei/58-2019-123815982>

10. Apêndices

Apêndice 1. Planificação Global do PI

Lição Nº	Tipologia		Data	Turma
177 a 189	Aula Teórica (2 blocos de 100 minutos)	Aula Prática (2 blocos de 150 minutos)	26/04/22 a 05/05/22	10º _
Domínio Organizador				
Distribuição de Matéria				
Aprendizagens Essenciais Transversais				
- Pesquisar e sistematizar informações, integrando saberes prévios, para construir novos conhecimentos; - Explorar acontecimentos, atuais ou históricos, que documentem a natureza do conhecimento científico. Interpretar estudos experimentais com dispositivos de controlo e variáveis controladas, dependentes e independentes; - Realizar atividades em ambientes exteriores à sala de aula articuladas com outras atividades práticas; - Formular e comunicar opiniões críticas, cientificamente fundamentadas e relacionadas com Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA); - Articular conhecimentos de diferentes disciplinas para aprofundar tópicos de Biologia e de Geologia.				
Aprendizagens Essenciais Elencadas por Domínio				
- Interpretar dados experimentais sobre mecanismos de transporte em xilema e floema; - Observar células e/ou tecidos (animais e vegetais) ao microscópio, tendo em vista a sua caracterização e comparação; - Explicar movimentos de fluidos nas plantas vasculares com base em modelos (pressão radicular; adesão-coesão tensão; fluxo de massa), integrando aspetos funcionais e estruturais; - Observar células e/ou tecidos (animais e vegetais) ao microscópio, tendo em vista a sua caracterização e comparação; - Planificar e executar atividades laboratoriais/ experimentais relativas ao transporte nas plantas, problematizando, formulando hipóteses e avaliando criticamente procedimentos e resultados.				

Estratégias	
AÇÕES E ÁREAS DE COMPETÊNCIAS A – Linguagens e textos; B – Informação e comunicação; C – Raciocínio e resolução de problemas; D – Pensamento crítico e pensamento criativo; E – Relacionamento interpessoal; F- Desenvolvimento pessoal e autonomia; G – Bem-estar, saúde e ambiente; H – Sensibilidade estética e artística; I – Saber científico, técnico e tecnológico; J – Consciência e domínio do corpo.	
Discussão	Analisar e discutir vários aspetos da temática abordada.
Quizz	Introduzir e verificar as preconcepções dos alunos face às temáticas a abordar.
Exposição	Explorar apresentações <i>PowerPoint</i> .
Questionamento	Orientar o questionamento dos alunos, tendo como base a apresentação <i>PowerPoint</i> .
Aula Laboratorial	Realizar aulas laboratoriais com elaboração de relatórios V de Gowin.
Mapa de Conceitos	Realizar um mapa de conceitos individual sobre a temática abordada.
Ficha de Trabalho	Explorar em contexto de aprendizagem colaborativa do texto e realizar os exercícios.
Finalidade	
- Promover uma prática letiva reflexiva num ambiente de aprendizagem cooperativo; - Desenvolver a compreensão, consolidação e mobilização de saberes sobre as temáticas abordadas; - Fomentar a análise de factos, teorias e situações; - Exercitar a problematização de situações reais que combinem o interesse dos alunos e as temáticas abordadas; - Promover a pesquisa autónoma e criteriosa; - Encorajar o reconhecimento de pontos de vistas diferentes; - Promover a realização de sínteses, como registos de observações e mapas de conceitos; - Favorecer momentos de comunicação uni e bidirecional; - Desenvolver momentos de autoanálise relativa às aprendizagens, no sentido de autoaperfeiçoamento, acompanhados de <i>feedback</i>; - Incentivar à colaboração com terceiros de forma construtiva.	
Recursos e Materiais	
Apresentação <i>Powerpoint</i> , caneta de quadro, computador, projetor, material de laboratório, <i>quizz</i> , plantas, bata	
Referências	
Direção-Geral da Educação (2018). Aprendizagens Essenciais. Sítio da DGE: http://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/10_biolgia_e_geologia.pdf	

Apêndice 2. Planificação Aula 1 do PI

Lição Nº	Tipologia	Data	Turma	Duração
177 e 178	Aula Teórica	26/04/22	10º _	100 minutos
Domínio Organizador				
Distribuição de Matéria				
Sumário				
Quizz. Introdução ao transporte nas plantas: xilema.				
Aprendizagens Essenciais Elencadas por Domínio				
- Interpretar dados experimentais sobre mecanismos de transporte em xilema e floema.				
Estratégias				
AÇÕES E ÁREAS DE COMPETÊNCIAS A – Linguagens e textos; B – Informação e comunicação; C – Raciocínio e resolução de problemas; D – Pensamento crítico e pensamento criativo; E – Relacionamento interpessoal; F- Desenvolvimento pessoal e autonomia; G – Bem-estar, saúde e ambiente; H – Sensibilidade estética e artística; I – Saber científico, técnico e tecnológico; J – Consciência e domínio do corpo.				
Teste diagnóstico	Administrar um <i>quizz</i> individual (apêndice 8) com recurso aos telemóveis dos alunos.			
Discussão	Comentar algumas respostas ao <i>quizz</i> com toda a turma de modo a introduzir a temática.			
Exposição	Introduzir a temática em estudo através de uma apresentação multimédia (apêndice 13) onde se aborda: 1. Evolução das plantas; 2. Distinção entre plantas avasculares e vasculares; 3. Constituintes dos tecidos condutores nas plantas; 4. Transporte no xilema: ascensão xilémica, hipótese da pressão radicular, hipótese da tensão-coesão-adesão.			
Questionamento	Orientar o questionamento dos alunos, tendo como base a apresentação <i>PowerPoint</i> , incentivando o levantamento de questões de nível cognitivo sucessivamente superior.			
Desenvolvimento da Aula				
- Saudar os alunos/as alunas e abrir a lição; - Registar o sumário; - Realizar um <i>quizz</i> sobre a temática; - Explorar uma apresentação <i>PowerPoint</i> , promovendo a discussão e o questionamento dos alunos; - Debater, em grupo alargado, sobre as aprendizagens realizadas.				
Recursos e Materiais				
<i>Quizz</i> , apresentação <i>PowerPoint</i> , caneta de quadro, computador, projetor				

Avaliação

- Observação direta dos alunos: interesse demonstrado, qualidade de participação nas atividades propostas, capacidade crítica e mobilização de saberes;
- Observação direta do comportamento adequado e respeito pelas normas de sala de aula;
- Teste diagnóstico.

Referências

Direção-Geral da Educação (2018). Aprendizagens Essenciais. Sítio da DGE: http://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/10_biologia_e_geologia.pdf

Apêndice 3. Planificação Aula 2 e 3 do PI

Lição Nº	Tipologia	Data	Turma	Duração
179, 180 e 181	Aula Prática	27 e 28/04/22	10º _ (2 turnos)	150 minutos
Domínio Organizador				
Distribuição de Matéria				
Sumário				
Aula Laboratorial: “Transporte nas Plantas”. Realização de um V de Gowin. Observação preparações definitivas ao MOC.				
Aprendizagens Essenciais Transversais				
- Realizar atividades em ambientes exteriores à sala de aula articuladas com outras atividades práticas; - Pesquisar e sistematizar informações, integrando saberes prévios, para construir novos conhecimentos; - Formular e comunicar opiniões críticas, cientificamente fundamentadas e relacionadas com Ciência, Tecnologia e Ambiente (CTSA).				
Aprendizagens Essenciais Elencadas por Domínio				
- Observar células e/ou tecidos (animais e vegetais) ao microscópio, tendo em vista a sua caracterização e comparação; - Planificar e executar atividades laboratoriais/ experimentais relativas ao transporte nas plantas, problematizando, formulando hipóteses e avaliando criticamente procedimentos e resultados.				
Estratégias				
AÇÕES E ÁREAS DE COMPETÊNCIAS A – Linguagens e textos; B – Informação e comunicação; C – Raciocínio e resolução de problemas; D – Pensamento crítico e pensamento criativo; E – Relacionamento interpessoal; F- Desenvolvimento pessoal e autonomia; G – Bem-estar, saúde e ambiente; H – Sensibilidade estética e artística; I – Saber científico, técnico e tecnológico; J – Consciência e domínio do corpo.				
Aula Laboratorial	Realizar a aula laboratorial “Transporte nas Plantas” com apoio do relatório V de Gowin (apêndice 9). Observação de preparações definitivas de caules primários de dicotiledóneas e monocotiledóneas ao MOC.			
Discussão	Discutir os elementos do relatório V de Gowin em turma.			

Desenvolvimento da Aula
- Saudar os alunos/as alunas e abrir a lição; - Registrar o sumário; - Explorar o V de Gowin; - Conduzir a realização da atividade laboratorial e do V de Gowin; - Observar preparações definitivas ao MOC.
Recursos e Materiais
Apresentação <i>PowerPoint</i> , caneta de quadro, computador, projetor, material de laboratório, plantas, bata
Avaliação
- Observação direta dos alunos: interesse demonstrado, qualidade de participação nas atividades propostas, capacidade crítica e mobilização de saberes; - Observação direta do comportamento adequado e respeito pelas normas de sala de aula; - Observação direta da participação no trabalho de grupo; - Relatório V de Gowin.
Referências
Direção-Geral da Educação (2018). Aprendizagens Essenciais. Sítio da DGE: http://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/10_biologia_e_geologia.pdf

Apêndice 4. Planificação Aula 4 do PI

Lição Nº	Tipologia	Data	Turma	Duração
182 e 183	Aula Teórica	03/05/22	10º _	100 minutos
Domínio Organizador				
Distribuição de Matéria				
Sumário				
Transporte nas Plantas: Floema.				
Aprendizagens Essenciais Elencadas por Domínio				
- Interpretar dados experimentais sobre mecanismos de transporte em xilema e floema. - Explicar movimentos de fluidos nas plantas vasculares com base em modelos (pressão radicular; adesão-coesão-tensão; fluxo de massa), integrando aspetos funcionais e estruturais.				
Estratégias				
AÇÕES E ÁREAS DE COMPETÊNCIAS A – Linguagens e textos; B – Informação e comunicação; C – Raciocínio e resolução de problemas; D – Pensamento crítico e pensamento criativo; E – Relacionamento interpessoal; F- Desenvolvimento pessoal e autonomia; G – Bem-estar, saúde e ambiente; H – Sensibilidade estética e artística; I – Saber científico, técnico e tecnológico; J – Consciência e domínio do corpo.				
Exposição	Introduzir a temática em estudo através de uma apresentação multimédia (apêndice 14) onde se aborda: 1. História da Ciência: de Hans Lippershey a Marcello Malpighi e Ernst Münch. 2. Transporte no floema: constituição, movimentação da seiva floémica e teoria do fluxo de pressão.			
Questionamento	Orientar o questionamento dos alunos, tendo como base a apresentação <i>PowerPoint</i>, incentivando o levantamento de questões de nível cognitivo sucessivamente superior.			
Desenvolvimento da Aula				
- Saudar os alunos/as alunas e abrir a lição; - Registar o sumário; - Explorar uma apresentação <i>PowerPoint</i>; - Debater, em grupo alargado, sobre as aprendizagens realizadas.				
Recursos e Materiais				
Apresentação <i>PowerPoint</i> , caneta de quadro, computador, projetor				

Avaliação

- Observação direta dos alunos: interesse demonstrado, qualidade de participação nas atividades propostas, capacidade crítica e mobilização de saberes;
- Observação direta do comportamento adequado e respeito pelas normas de sala de aula.

Referências

Direção-Geral da Educação (2018). Aprendizagens Essenciais. Sítio da DGE: http://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/10_biologia_e_geologia.pdf

Apêndice 5. Planificação Aula 5 e 6 do PI

Lição Nº	Tipologia	Data	Turma	Duração
186, 187 e 189	Aula Prática	04 e 05/05/22	10º _ (2 turnos)	150 minutos
Domínio Organizador				
Distribuição de Matéria				
Sumário				
Realização de um mapa de conceitos. Ficha de trabalho.				
Aprendizagens Essenciais Elencadas por Domínio				
- Interpretar dados experimentais sobre mecanismos de transporte em xilema e floema. - Explicar movimentos de fluidos nas plantas vasculares com base em modelos (pressão radicular; adesão-coesão-tensão; fluxo de massa), integrando aspetos funcionais e estruturais.				
Estratégias				
AÇÕES E ÁREAS DE COMPETÊNCIAS				
A – Linguagens e textos; B – Informação e comunicação; C – Raciocínio e resolução de problemas; D – Pensamento crítico e pensamento criativo; E – Relacionamento interpessoal; F- Desenvolvimento pessoal e autonomia; G – Bem-estar, saúde e ambiente; H – Sensibilidade estética e artística; I – Saber científico, técnico e tecnológico; J – Consciência e domínio do corpo.				
Mapa de Conceitos	Realização de um mapa de conceitos individual sobre a temática do transporte nas plantas (apêndice 11) .			
Ficha de Trabalho	Realização em grupo de uma ficha de trabalho e correção em grupo (apêndice 12) .			
Discussão	Análise do texto da ficha de trabalho em grupo.			
Desenvolvimento da Aula				
- Saudar os alunos/as alunas e abrir a lição; - Registar o sumário; - Conduzir a realização do mapa de conceitos; - Correção em grupo do mapa de conceitos. Cada aluno corrige a lápis o mapa de conceitos de um colega escolhido aleatoriamente; - Conduzir a realização da ficha de trabalho; - Correção da ficha de trabalho no grupo turma.				
Recursos e Materiais				
Apresentação <i>PowerPoint</i> , caneta de quadro, computador, projetor, mapa de conceitos, ficha de trabalho				

Avaliação

- Observação direta dos alunos: interesse demonstrado, qualidade de participação nas atividades propostas, capacidade crítica e mobilização de saberes;
- Observação direta do comportamento adequado e respeito pelas normas de sala de aula;
- Mapa de conceitos.

Referências

Direção-Geral da Educação (2018). Aprendizagens Essenciais. Sítio da DGE: http://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/10_biologia_e_geologia.pdf

Apêndice 6. Grelha de Observação de Aula Teórica

GRELHA DE OBSERVAÇÃO DE AULAS TEÓRICAS

Disciplina: Biologia e Geologia

Turma: 10º _

Observações	ÁREAS DE COMPETÊNCIAS DO PERFIL DOS ALUNOS																							
	CONHECIMENTO						AUTONOMIA						DESENVOLVIMENTO PESSOAL E INTERPESSOAL											
	Usa linguagem científica adequada (A)			Responde corretamente a questões (A, B)			Empenha-se nas tarefas propostas (F)			Apresenta dúvidas assertivas (C,D)			É autônomo nas tarefas (F)			Participa de forma ordeira e pertinente (F)			Revela responsabilidade (C, F)			Colabora com os pares e com o professor (E, F)		
Níveis	N	R	S	N	R	S	N	R	S	N	R	S	N	R	S	N	R	S	N	R	S	N	R	S
Alunos																								
Nome																								
		X				X			X			X			X		X				X			X
			X			X			X			X			X			X			X			X
	X				X		X			X			X			X		X		X				X
		X			X		X			X			X			X		X			X			X
	X			X			X				X				X			X			X			X
		X			X			X				X			X			X			X			X
			X			X	X					X			X		X			X			X	
		X				X			X			X			X	X				X			X	
	X			X			X			X			X				X	X					X	
		X			X				X			X			X			X			X			X
			X			X	X				X				X	X				X			X	
			X		X			X			X			X				X			X			X
	X			X			X				X			X			X			X				X
	X			X			X			X			X				X			X				X
		X		X				X			X			X			X			X				X
		X			X			X			X			X			X			X				X
	X			X			X		X			X			X			X			X			X
	X			X			X		X			X			X			X			X			X

Legenda: N-Nunca; R-Algumas vezes; S- Quase sempre

(os parâmetros sem avaliação devem ser trancados)

Apêndice 7. Grelha de Observação de Aula Prática

GRELHA DE OBSERVAÇÃO DE AULA PRÁTICA

Disciplina: Biologia e Geologia

Turma: 10º _

Observações	ÁREAS DE COMPETÊNCIAS DO PERFIL DOS ALUNOS																											
	CONHECIMENTO												AUTONOMIA						DESENVOLVIMEN TO PESSOAL e INTERPESSOAL									
	Manuseia instrumentos diversificados (F,I)			Realiza as atividades de forma organizada (F)			Faz o registo de resultados de forma cuidada (E, F)			Interpreta dados aplicando conhecimentos (C)			É assertivo na colocação de questões (A, B, C, F)			Revela pensamento crítico (I, F)			Gere o tempo de forma adequada (F)			Cumpre as regras de conduta e segurança (E,F,G)			Coopera eficazmente no trabalho do grupo (F, F)			
Níveis Alunos	R	A	S	R	A	S	R	A	S	R	A	S	R	A	S	R	A	S	R	A	S	R	A	S	R	A	S	
Nome																												
				X			X		X			X				X			X			X		X				X
				X			X		X			X				X			X			X		X			X	
			X		X				X			X			X		X		X					X			X	
			X						X			X			X		X		X			X		X			X	
			X			X			X		X			X		X		X				X		X			X	
			X	X			X					X			X		X	X				X		X		X		
			X		X			X				X			X		X		X			X		X			X	
			X			X			X		X			X		X		X				X		X			X	
			X		X				X			X			X				X			X		X			X	
			X			X			X			X			X		X		X			X		X			X	
			X	X			X				X			X		X		X				X		X			X	
			X			X			X			X			X		X					X		X			X	
			X		X				X			X			X		X		X			X		X			X	
			X		X				X			X			X		X		X			X		X			X	
			X			X			X		X			X		X		X				X		X			X	
			X			X			X		X			X		X		X				X		X			X	
			X		X				X		X			X		X		X				X		X			X	
			X			X			X		X			X		X		X				X		X	X			

Legenda: R-Raramente; A-Algumas vezes; S- Quase sempre

(os parâmetros sem avaliação devem ser trancados)

Apêndice 8. Quizz

QUIZZ

O Transporte nas Plantas



Identifique qual das seguintes espécies possui tecidos condutores

20

2 respostas





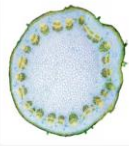




Os tecidos condutores que ocorrem nas plantas vasculares podem observar-se...

29

4 respostas



 apenas na raiz

 apenas nas folhas

 na raiz, no caule e nas folhas

 apenas no caule e na raiz

A água e sais minerais que entram nas raízes e seguem até às folhas constituem...

30

1 resposta



 os nódulos

 a seiva xilémica

 a seiva floémica

 a resina

O soluto constituído por água e matéria orgânica que se movimenta das folhas para outros órgãos das plantas constitui...

30

3 respostas



 o produto da respiração

 o produto da absorção

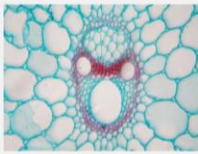
 a seiva floémica

 a seiva xilémica

Designe o tecido condutor da seiva xilémica?

30

2 respostas

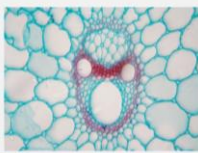


Jogadores, digitem suas respostas!

Designe o tecido condutor da seiva floémica?

30

2 respostas

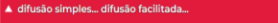


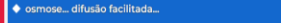
Jogadores, digitem suas respostas!

A água entra na raiz por _____ e os sais minerais por _____ constituindo a seiva xilémica

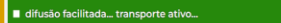
60

7 respostas

 difusão simples... difusão facilitada...

 osmose... difusão facilitada...

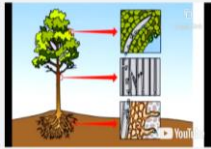
 osmose... transporte ativo...

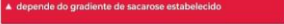
 difusão facilitada... transporte ativo...

O movimento ascendente da seiva xilémica no xilema...

28

10 respostas



 depende do gradiente de sacarose estabelecido

 é independente da transpiração

 ocorre devido à acumulação de água nas raízes

 resulta da combinação de forças de tensão-coesão-adensão

Refira os constituintes maioritários da seiva floémica

30

2 respostas

Jogadores, digitem suas respostas!

A seiva elaborada...

30



2 respostas

▲ circula sob pressão

◆ flui em sentido descendente

● flui em sentido ascendente

■ flui em sentido variável

Após a entrada de água numa das células do floema...

60



5 respostas

▲ ocorre lise celular

◆ a célula fica túrgida

● a célula fica plasmolisada

■ permanece com o mesmo volume

Refira um local de consumo ou de armazenamento das substâncias presentes na seiva elaborada

29



3 respostas

Jogadores, digitem suas respostas!

Ordene os acontecimentos referentes ao transporte de seiva floémica

60



8 respostas

▲ Transporte ativo de sacarose para as células do tubo crivoso

◆ Entrada de água, por osmose, nos elementos condutores do floema

● Aumento significativo do volume do conteúdo celular dos tubos crivosos

■ Passagem da sacarose para as células de órgãos de reserva



Apêndice 9. Relatório V de Gowin

 FC FACULDADE DE CIÊNCIAS UNIVERSIDADE DO PORTO		V de Gowin Biologia e Geologia 10º Ano	
Nome:		Turna:	Nº:
Professor:		Data:	Classificação:

HIPÓTESE

Hipótese da Pressão Radicular - a ocorrência do transporte ativo de sais minerais para o interior da raiz provoca a entrada de água. A acumulação de água gera uma pressão positiva na raiz que força a seiva xilémica a ascender no xilema.

Hipótese da Tensão-Coesão-Adesão - a saída de água por transpiração, causa uma força de tensão capaz de provocar a ascensão da seiva xilémica até aos órgãos aéreos das plantas.

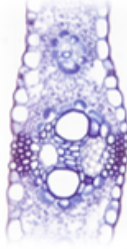
PRINCÍPIOS

JUÍZOS

O corante representa: _____

Nas plantas vasculares, as células coradas à lupa correspondem: _____

CONCLUSÕES



Todas as plantas possuem tecidos condutores? Como ocorre a condução de seiva xilémica?

TRANSFORMAÇÕES

	DIVISÃO	Avascular	Vascular
ESPÉCIE			
FASE	Inicial (0 min.)		
	Final (60 min.)		

CONCEITOS

PROCEDIMENTO

1. Discutir e pesquisar em turma as divisões do reino *Plantae* que possuem tecidos condutores.
2. Em grupos de dois recolher uma planta vascular e uma avascular do recinto escolar, preservando todos os seus constituintes, e identificar as espécies através da aplicação para telemóvel "PlantNet".
3. Remover os detritos sólidos das plantas e com o auxílio a um bisturi fazer cortes histológicos transversais das zonas inferiores dos caules.
4. Colocar as plantas num gobelé com 40 ml de água e 15 gotas de corante azul de metileno ou numa placa de Petri com algumas gotas de água e 5 gotas de corante azul de metileno.
5. Reservar e aguardar durante uma hora.
6. Com o auxílio a um bisturi fazer novos cortes histológicos transversais das zonas inferiores dos caules.
7. Colocar as amostras em placas de Petri e observar à lupa estereoscópica.



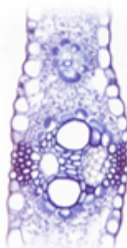

REGISTOS

Observações à Lupa

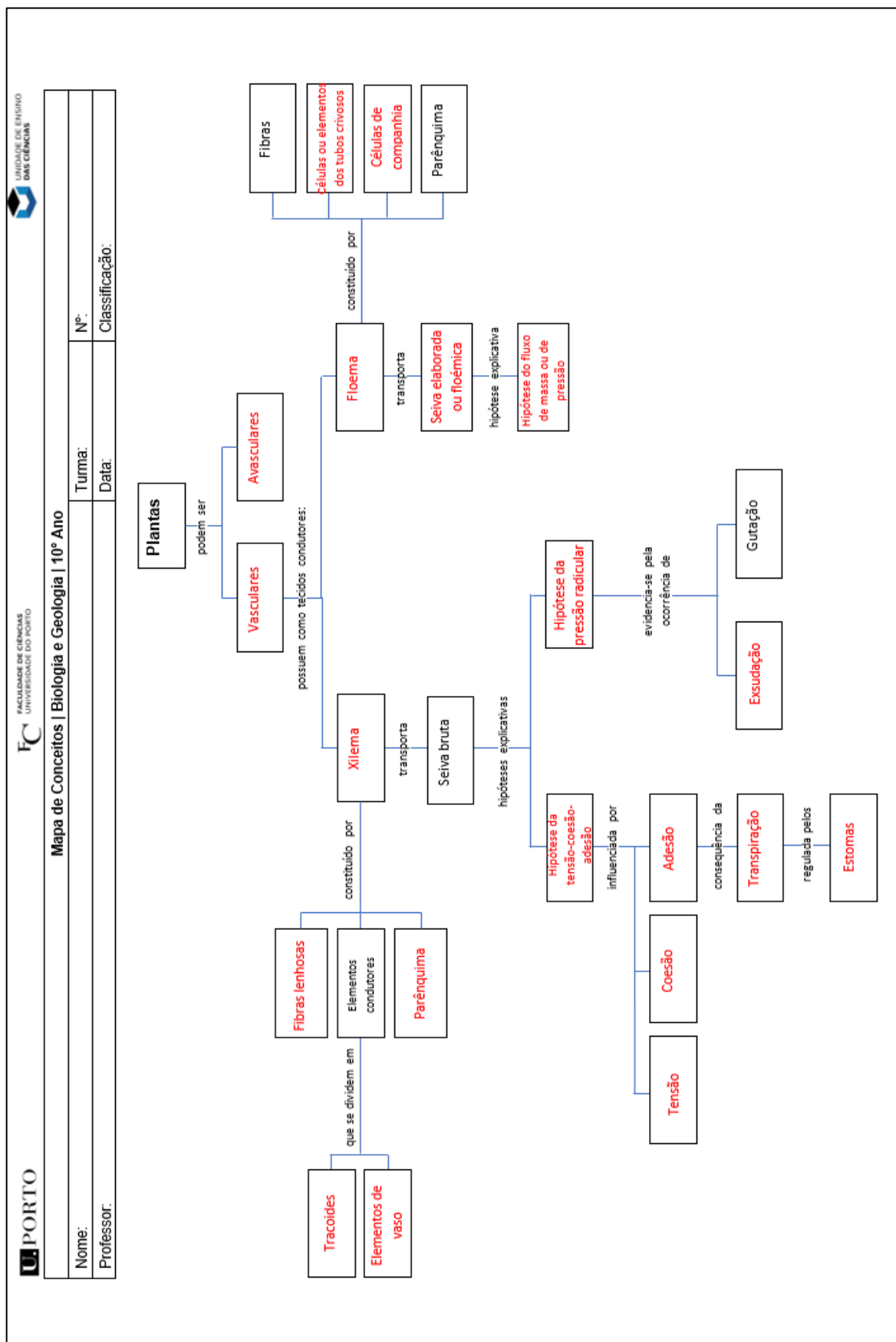
Planta Avascular

Planta Vascular

Apêndice 10. Relatório V de Gowin - Correção

LISBOA		V de Gowin Biologia e Geologia 10º Ano		UNIVERSIDADE DE LISBOA	
Nome:		Turma:	Nº:	Classificação:	
Professor:		Data:			
HIPÓTESE Hipótese da Pressão Radicular - a ocorrência do transporte ativo de sais minerais para o interior da raiz provoca a entrada de água. A acumulação de água gera uma pressão positiva na raiz que força a seiva xilémica a ascender no xilema. Hipótese da Tensão-Coesão-Adesão - a saída de água por transpiração, causa uma força de tensão capaz de provocar a ascensão da seiva xilémica até aos órgãos aéreos das plantas.					
PRINCÍPIOS As plantas podem ser vasculares (com tecidos condutores) ou avasculares (sem tecidos condutores). (10 pontos) As plantas avasculares não possuem células especializadas no transporte de substâncias, sendo este feito por difusão de célula para célula. (10 pontos) O xilema é um tecido condutor que forma vasos que transportam a seiva bruta. (10 pontos) A seiva bruta é constituída por água e sais minerais. (10 pontos) O xilema tem um movimento ascendente desde as raízes até às folhas. (10 pontos)		JUÍZOS O corante representa: Seiva bruta. (10 pontos) Nas plantas vasculares, as células coradas à lupa correspondem: Ao tecido xilémico/xilema. (10 pontos) CONCLUSÕES T1: As vasculares possuem e as não vasculares não possuem tecidos condutores. Dar exemplo do musgo para as avasculares. (10 pontos) T2: Referir que a hipótese da pressão radicular em conjunto com a Hipótese da tensão-coesão-adesão explicam a ascensão xilémica. (10 pontos) T3: Na raiz entra água e sais minerais que formam a seiva bruta. (10 pontos) T4: A transpiração gera uma tensão que obriga a ascensão da coluna de água ao longo de todo o xilema desde a raiz até às folhas. Assim, como as propriedades de adesão e coesão da água que permitem que este fluxo de água seja contínuo. (10 pontos) T5: O corante nas vasculares ajudou a identificar onde se encontram os tecidos xilémicos. (10 pontos)			
CONCEITOS Vascular, avascular, xilema, seiva bruta. (8 pontos)		TRANSFORMAÇÕES			
		DIVISÃO		Vascular	
		ESPÉCIE		Apresenta o nome científico escrito corretamente. (2 pontos)	
		FASE		O corte histológico não mostra estruturas diferenciadas. (7 pontos)	
		Inicial (0 min.)		O corte histológico mostra estruturas diferenciadas que se encontram coradas. (7 pontos)	
		Final (60 min.)			
PROCEDIMENTO 1. Discutir e pesquisar em turma as divisões do reino <i>Plantae</i> que possuem tecidos condutores. 2. Em grupos de dois recolher uma planta vascular e uma avascular do recinto escolar, preservando todos os seus constituintes, e identificar as espécies através da aplicação para telemóvel "PlantNet". 3. Remover os detritos sólidos das plantas e com o auxílio a um bisturi fazer cortes histológicos transversais das zonas inferiores dos caules. 4. Colocar as plantas num gobelé com 40 ml de água e 15 gotas de corante azul de metileno ou numa placa de Petri com algumas gotas de água e 5 gotas de corante azul de metileno. 5. Reservar e aguardar durante uma hora. 6. Com o auxílio a um bisturi fazer novos cortes histológicos transversais das zonas inferiores dos caules. 7. Colocar as amostras em placas de Petri e observar à lupa estereoscópica.		REGISTOS Observações à Lupa T1: Registo o mais aproximado possível da observação. (10 pontos) T2: Registo com identificação de onde o corante atuou. (10 pontos) T3: Legenda corretamente as estruturas coradas: xilema ou xilema corado. (10 pontos)			
		Planta Avascular		Planta Vascular	

Apêndice 11. Mapa de Conceitos



Apêndice 12. Ficha de Trabalho

U. PORTO

FC FACULDADE DE CIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DO PORTO

UNIDADE DE ENSINO
DAS CIÊNCIAS

Biologia e Geologia – 10º ano

FICHA DE TRABALHO

Maio de 2022

Nome:

Número:

Turma:

Grupo I

Os botânicos chamam à madeira lenho ou xilema secundário porque o câmbio vascular produz muito mais xilema secundário do que floema secundário. Uma particularidade da madeira é que a maneira como as células se distribuem não é uniforme, sendo visível em muitas espécies um padrão de bandas que corresponde aos anéis de crescimento.

Se se reparar num anel de crescimento, verifica-se que ele é formado por duas zonas bem distintas, uma mais clara e outra mais escura. A zona mais clara corresponde ao chamado lenho precoce ou primaveril enquanto o anel mais escuro corresponde ao lenho tardio ou outonal. Estas diferenças resultam da atividade do câmbio vascular. Quando as condições ambientais são mais favoráveis ao crescimento, o câmbio produz o chamado lenho primaveril formado essencialmente por células condutoras, tracoides nas coníferas e elementos de vaso nas dicotiledóneas. No final do verão e princípio do outono, o câmbio começa a ter uma atividade mais reduzida e cessa no inverno. Na primavera seguinte, o câmbio retoma a sua atividade e um novo anel é formado.

Num corte transversal de um tronco com muitos anos é possível verificar que os anéis formados quando a planta era mais jovem (anéis mais interiores) são mais largos, pois as taxas de crescimento em árvores jovens são mais elevadas que em árvores adultas.



Texto adaptado de Canhoto, J. M. (2018). Madeira. *Revista Ciência Elementar*, 6(4), 1-6.

Figura adaptada de Wikimedia Commons

1. Os anéis de crescimento de certas espécies são formados pela atividade do câmbio, que:

- (A) Produz o lenho outonal e o lenho primaveril em resposta às alterações climáticas das estações do ano.
- (B) Produz, essencialmente, lenho outonal.
- (C) Produz, essencialmente, lenho primaveril.
- (D) Independentemente dos fatores ambientais, produz o lenho outonal e o lenho primaveril em quantidades semelhantes.

2. O padrão de anéis de crescimento permite determinar a idade de uma árvore, sendo que um ano corresponde ao:

- (A) Ao câmbio vascular.
- (B) Lenho primaveril.
- (C) Lenho outonal.
- (D) Conjunto de dois lenhos.

3. Este padrão é típico de árvores de climas temperados, em que as estações são bem delimitadas. Nestas condições, as estações mais quentes possuem condições _____ ao crescimento do lenho do que as estações mais frias. Assim, a espessura do anel do lenho primaveril é _____ do que o do lenho outonal.

- (A) Mais favoráveis, maior.
- (B) Mais favoráveis, menor.
- (C) Menos favoráveis, maior.
- (D) Menos favoráveis, menor.

4. Ordene as expressões identificadas pelas letras de A a E, de modo a reconstituir a sequência de acontecimentos referentes ao transporte da seiva xilémica ao longo do xilema, segundo a Hipótese da Tensão-coesão-adesão.

- (A) Criação de um défice de água no xilema da raiz.
- (B) Aumento da pressão osmótica ao nível dos vasos xilémicos foliares.
- (C) Saída de vapor de água pelos estomas.
- (D) Absorção de moléculas de água do solo pelas células da raiz.
- (E) Ascensão de uma coluna contínua de moléculas de água desde a raiz até à folha.

___ C ___ - ___ B ___ - ___ E ___ - ___ A ___ - ___ D ___

5. As afirmações seguintes referem-se à Hipótese da Tensão-adesão-coesão.

I - A tensão a que se refere a teoria é exercida ao nível das folhas das plantas.

II - De acordo com esta teoria, o movimento de água na planta é feito sem qualquer gasto de energia metabólica.

III - A teoria referida pressupõe a natureza apolar das moléculas de água.

- (A) I é verdadeira; II e III são falsas.
- (B) II é verdadeira; I e III são falsas.
- (C) I e II são verdadeiras; III é falsa.
- (D) II e III são verdadeiras; I é falsa.

6. Complete o texto seguinte com a opção adequada a cada espaço. Transcreva cada uma das letras, seguida do número que corresponde à opção selecionada. A cada letra corresponde um só número.

Os trácoides e os elementos de vaso são estruturas típicas do ___ a)1 ___, que transporta ___ b)2 ___, constituída, essencialmente, por ___ c)1 ___.

a)	b)	c)
1. xilema 2. floema	1. seiva floémica 2. seiva xilémica	1. água e sais minerais 2. água e sacarose

7. O floema, produzido em menor quantidade pelo câmbio vascular, transporta:

- (A) Sacarose e água.
- (B) Sacarose, aminoácidos e água.
- (C) Sacarose, aminoácidos, hormonas, sais minerais, nucleótidos e água.
- (D) Sacarose e hormonas.

8. Faça corresponder cada uma das designações expressas na coluna A ao conceito expresso na coluna B. Utilize cada letra e cada número apenas uma vez.

Coluna A	Coluna B
(A) Tecido complexo constituído por células maioritariamente mortas, que têm como função transportar a seiva bruta. 1	(1) Xilema
(B) Eliminação de água no estado líquido em locais específicos da folha. 3	(2) Floema
(C) Teoria que admite a existência de transporte ativo de sacarose para o interior dos tubos crivosos. 4	(3) Gutação
	(4) Fluxo de massa
	(5) Exsudação

9. Numa planta, o movimento ascendente da seiva floémica ocorre quando:

- (A) as reservas são armazenadas nas células da raiz.
- (B) se produzem frutos acima dos órgãos fotossintéticos.
- (C) se verifica uma taxa de transpiração muito elevada.
- (D) a absorção radicular supera a transpiração foliar.

10. Os afídios _____ a seiva elaborada que circula nos vasos _____ da planta.

- (A) absorvem ... floémicos.
- (B) ingerem ... xilémicos.
- (C) absorvem ... xilémicos.
- (D) ingerem ... floémicos.

11. As afirmações seguintes referem-se aos estudos da translocação floémica recorrendo a afídios.

I – Concluíram que a composição da seiva floémica não varia entre espécies.

II – Permitiram determinar que a seiva floémica circula sob pressão.

III – Determinaram que os afídios são essenciais à vida da planta.

- (A) I é verdadeira; II e III são falsas.
- (B) II é verdadeira; I e III são falsas.
- (C) I e III são verdadeiras; II é falsa.
- (D) II e III são verdadeiras; I é falsa.

13. Explique, de acordo com a hipótese do fluxo de massa, o mecanismo de translocação da seiva floémica numa planta.

T1: a glucose produzida nas células do mesófilo foliar é transformada em sacarose e transportada ativamente para as células de companhia e destas para os tubos crivosos do floema;

T2: a entrada de sacarose nos tubos crivosos provoca um aumento de pressão osmótica no interior dos mesmos, o que provoca a entrada de água proveniente do xilema;

T3: devido à entrada de água, aumenta a pressão de turgescência, forçando o deslocamento da seiva floémica para a célula seguinte onde a concentração de solutos é menor;

T4: a sacarose é transportada deste modo até aos órgãos de consumo. Com a saída da sacarose do floema para os órgãos de consumo, ocorre uma diminuição da pressão osmótica nos tubos crivosos, o que provoca a saída de água novamente para o xilema.

Apêndice 13. Apresentação Multimédia - Aula 1 do PI



Quais são as principais substâncias essenciais à vida das plantas?

ÁGUA **GLICOSE**

Como ocorre o transporte destas substâncias nas plantas?



GRUPOS PRINCIPAIS DAS ANGIOSPERMAS

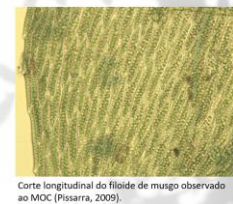
	MONOCOTILEDÓNEA	DICOTILEDÓNEA
Números de cotilédones na semente	Um cotilédono	Dois cotilédones
Tipo de nervação foliar	Nervuras paralelas	Nervuras reticulares

GRUPOS PRINCIPAIS DAS ANGIOSPERMAS

	MONOCOTILEDÓNEA	DICOTILEDÓNEA
Distribuição dos tecidos vasculares no caule	Feixes vasculares difusos	Feixes vasculares dispostos em círculo
Tipo de flor	Flor trímera: elementos florais em nº múltiplo de 3	Flor tetrámera ou pentámera: elementos florais em nº múltiplo de 4 ou 5
Ex.	milho, arroz, trigo, bananeira,...	roseira, feijão

PLANTAS AVASCULARES

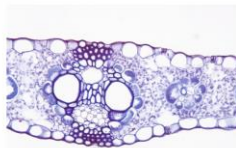
- Organismos mais simples
- Não possuem células especializadas no transporte de matéria
- As células fazem trocas diretas com o meio e entre si



Corte longitudinal do filóide de musgo observado ao MOC (Pissarra, 2009).

PLANTAS VASCULARES

- Organismos mais complexos
- Possuem tecidos condutores especializados no transporte de matéria
- O transporte ocorre do meio para células especializadas organizadas em vasos ao longo de toda a planta

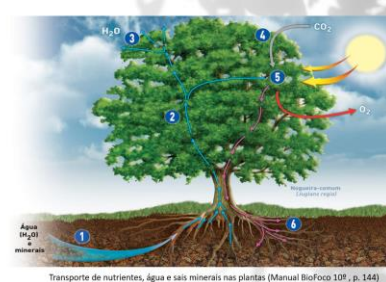


Folha de milho (Gramínea - Monocotiledónea). Pormenor da lâmina a nível de uma nervura principal (Pissarra, 2013).

PLANTAS VASCULARES

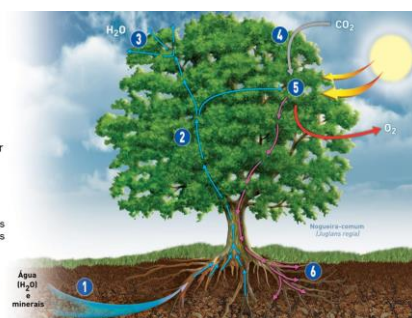
Tecidos vasculares ou condutores

Permitem a translocação de substâncias



GLICOSE

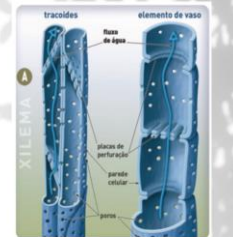
- Respiração celular
- Armazenamento nas raízes e frutos



XILEMA

Tecido traqueário ou lenho

- É constituído por:
 - Células mortas
 - Elementos condutores, que podem ser traqueídes ou elementos de vaso
 - Fibras lenhosas
- Parênquima
 - Células vivas
- Transporta água e substâncias inorgânicas, que constituem a seiva bruta ou xilémica.



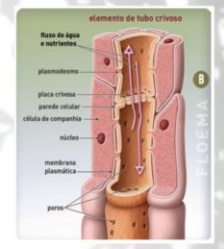
Representação esquemática dos vasos comunicantes e circulação de seiva nas plantas (Manual BioFoco 10ª, p. 145).

(Bourdon, Kalmbach & Halarueta, 2017; Evert & Eichhorn, 2014; Rodrigues, Amano & Almeida, 2015)

FLOEMA *Tecido crivoso ou líber*

- Transporta água e substâncias orgânicas, que constituem a **seiva elaborada ou floémica**.
- É constituído por:
 - Células (ou elementos) dos **tubos crivosos**
 - Células de companhia
 - Fibras
 - Parênquima**

(Evert & Eichhorn, 2014; Rodrigues, Amano & Almeida, 2015)



Representação esquemática dos vasos comunicantes e circulação de seiva nas plantas (Manual Biofoco 10º, p. 145).

TECIDOS CONDUTORES



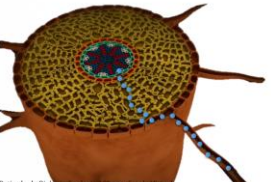
Retirado de Biologia Geologia 10º ano, Escola Virtual.

TRANSPORTE NO XILEMA

Água e sais minerais são absorvidos através do **sistema radicular**

- Os **pelos radiculares** aumentam a superfície de absorção
- A água entra por **osmose** na raiz
- Os sais minerais entram na raiz por **transporte ativo**

(Rodrigues, Amano & Almeida, 2015)



Retirado de Biologia Geologia 10º ano, Escola Virtual.

TRANSPORTE NO XILEMA

O que provoca a movimentação da seiva xilémica?

- Hipótese da Pressão Radicular
- Hipótese da Tensão-Coesão-Adesão

Retirado de banco de imagens do PowerPoint.



TRANSPORTE NO XILEMA

- Hipótese da Pressão Radicular

Movimento ascendente da seiva xilémica

Pressão radicular elevada

Acumulação de água na raiz



Adaptado do banco de imagens do PowerPoint.

TRANSPORTE NO XILEMA

- Hipótese da Pressão Radicular

Sabia que as plantas também transpiram?

Retirado de Biologia Geologia 10º ano, Escola Virtual.



TRANSPORTE NO XILEMA

- Hipótese da Pressão Radicular

- Já nas folhas, grande parte da água é perdida para a atmosfera na forma gasosa através da **transpiração** das plantas.
- A transpiração corresponde à perda de água através de estruturas presentes nas folhas, os **estomas**. Ocorre essencialmente durante o dia, quando a temperatura ambiente é mais elevada.

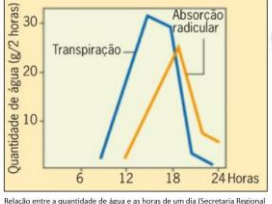
(Figueiredo & Dias, 2018; Okamoto, Kitamura & Masaki, 2021)

Sabia que as plantas também transpiram?



TRANSPORTE NO XILEMA

- Hipótese da Pressão Radicular



Relação entre a quantidade de água e as horas de um dia (Secretaria Regional de Educação, Ciência e Tecnologia, 2020).

O que representam as letras A e B?

Relacione a percentagem de abertura dos estomas com a intensidade luminosa

Qual a consequência de B ser superior a A a partir das 18 horas?

TRANSPORTE NO XILEMA

- Hipótese da Pressão Radicular

Gutação



Gutação (Manual Biofoco 10º, p. 147)

TRANSPORTE NO XILEMA

- Hipótese da Pressão Radicular

Exsudação



Exsudação (Manual Biofoco 10º, p. 147)

FLOEMA

Tejido crivoso ou líber

- Transporta água e substâncias orgânicas, que constituem a seiva elaborada ou floémica.
- É constituído por:
 - Células (ou elementos) dos tubos crivosos
 - Células de companhia
 - Fibras
 - Parênquima

(Evert & Eichhorn, 2014; Rodrigues, Amano & Almeida, 2015)



Representação esquemática dos vasos comunicantes e circulação de seiva nas plantas (Manual Biofoco 10º, p. 145).



TRANSPORTE NO XILEMA

Teoria da Tensão-coesão-adesão

- A hipótese da pressão radicular foi complementada com a teoria da tensão-coesão-adesão.
- A saída de água por transpiração ao nível das folhas causa uma tensão ao nível dos tecidos condutores que obriga a ascensão da seiva bruta através do xilema.

A transpiração é o principal motor da ascensão xilémica

*ver página 149 do manual

(Bourdon, Kalmbach & Helariutta, 2017; Okamoto, Kitamura & Masaki, 2021)

TRANSPORTE NO XILEMA

Teoria da Tensão-coesão-adesão

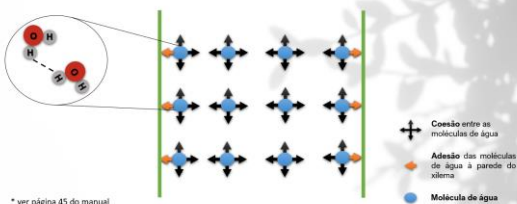
- Associada à tensão existem outros fatores físicos, como a coesão e a adesão das moléculas de água, que ajudam a explicar a subida da coluna de água ao longo do xilema.
- Assim, as moléculas de água aderem às paredes do xilema e tendem a ligar-se umas às outras por ligações das pontes de hidrogénio, fenómeno designado de coesão.

(Low-Power, Kholifani & Allen, 2018; Okamoto, Kitamura & Masaki, 2021)

A adesão e coesão permitem que a seiva bruta presente na raiz tenha um fluxo contínuo até às folhas.

TRANSPORTE NO XILEMA

Hipótese da Tensão-coesão-adesão

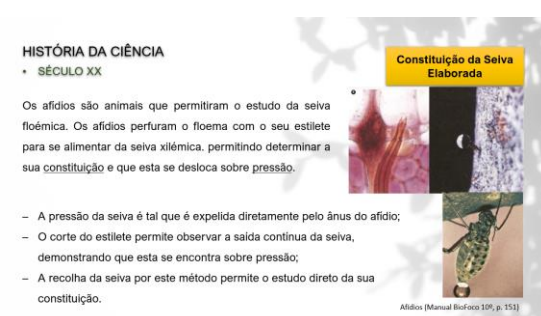
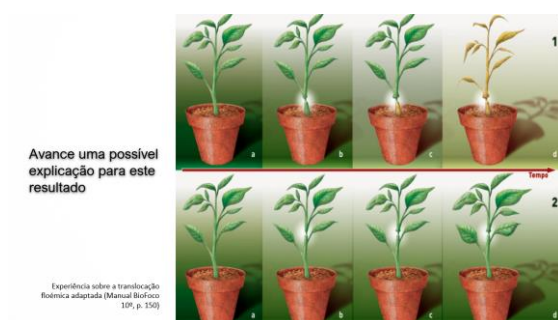
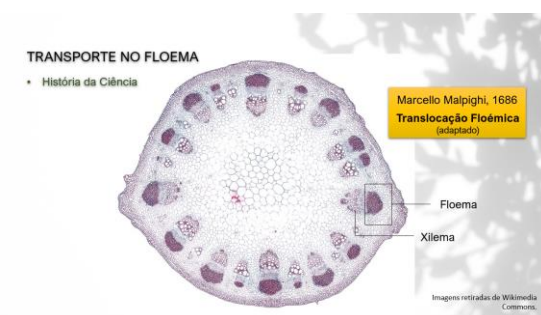
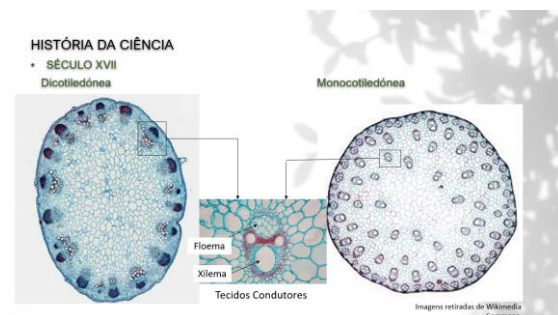
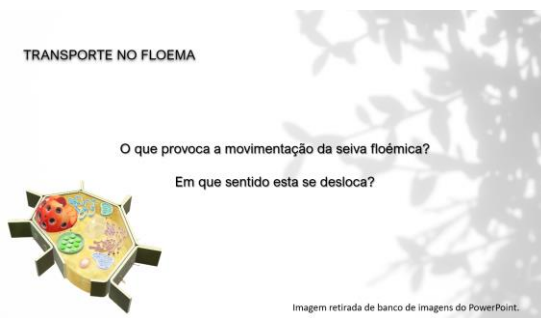


* ver página 45 do manual

REFERÊNCIAS

- Aguilar, C. (2021). *Evolução das plantas* [1ª ed.]. Imprensa Nacional.
- Bourdon, M., Kalmbach, L., & Helariutta, Y. (2017). Plant vasculature: Selective membrane-to-microtubule tethering patterns in the xylem cell wall. *Current Biology*, 27(17), pp. 42-44. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.07.044>
- Carvalho, I. M. (2018). Madeira. *Revista de Ciência Elementar*, 6(4), pp. 1-4. <https://doi.org/10.24927/rce.2018.074>
- Evert, R. F. & Eichhorn, S. E. (2014). *Revel Biology of plants* [8th ed.]. Macmillan Learning.
- Figueiredo, A. & Dias, F. V. (2018). A descoberta do ambiente natural. *Revista de Ciência Elementar*, 6(3), pp. 1-4. <https://doi.org/10.24927/rce.2018.061>
- Low-Power, I. M., Kholifani, D., & Allen, C. (2018). How Ralstonia solanacearum exploits and survives in the flowing plant xylem environment. *Trends in Microbiology*, 26(11), pp. 929-942. <https://doi.org/10.1016/j.tmic.2018.06.007>
- Mader, S. S. (2010). *Biology* [10th ed.]. McGraw-Hill.
- Matias, O. & Martins, P. (2021). *Manual Biofoco 10º* [1ª ed.]. Areal Editores.
- Okamoto, H., Kitamura, S., & Masaki, N. (2021). Activation of the root xylem protein pump by hydraulic signal from leaves under suppressed transpiration. *Journal of Plant Research*, 135, pp. 311-322. <https://doi.org/10.1007/s10265-022-01388-9>
- Pissarra, I. (2009). *Filido de mague*. Casa das Ciências. <https://www.casadeciencias.org/imagens/2436>
- Pissarra, I. (2013). *Folha de milho (Gramínea - Monocotiledoneas). Por dentro da lâmina a nível de uma nervura principal*. Casa das Ciências. <https://www.casadeciencias.org/imagens/1997>
- Rodrigues, A. C., Amano, E. & Almeida, S. I. (2015). *Anatomia vegetal* [1ª ed.]. Universidade Federal de Santa Catarina.
- Secretaria Regional de Educação, Ciência e Tecnologia (2020). *Matérias de Apoio 10º ano - Aula 5. Ambientes Inovadores de Aprendizagem - Madeira*. <https://ara.madeira.gov.pt/apoios/apoio-aluno/bolensino-secuncario.html>

Apêndice 14. Apresentação Multimédia - Aula 4 do PI



TRANSPORTE NO FLOEMA

- O floema transporta a seiva floémica desde as folhas até aos outros órgãos das plantas.

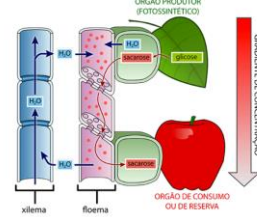
Glicídios → Sacarose
Prótidos (aminoácidos)
Água
Ácidos Nucleicos (nucleótidos)
Hormonas
Sais Minerais (pouca quantidade)

[Julius, Leach, Train, Mertz & Braun, 2017]

* ver página 48 do manual

TRANSPORTE NO FLOEMA

HIPÓTESE DO FLUXO DE PRESSÃO ou FLUXO DE MASSA



Esquema representativo do transporte de seiva floémica [Correia, 2014].

TRANSPORTE NO FLOEMA

Hipótese do Fluxo de Pressão ou Fluxo de Massa

- A glicose, produto da fotossíntese, é convertida em sacarose nas células do mesófilo da folha;
- A sacarose passa por transporte ativo das células do mesófilo para as células de companhia e, destas, para os tubos crivosos, através de ligações citoplasmáticas;
- A pressão osmótica aumenta nos tubos crivosos, que provoca a entrada de água proveniente dos tecidos mais próximos, como o xilema;
- A célula do tubo crivoso fica turgida e por pressão a seiva movimenta-se para a célula onde a pressão osmótica é menor

* ver página 153 do manual

[Zhang & Turgerson, 2018].

TRANSPORTE NO FLOEMA

Hipótese do Fluxo de Pressão ou Fluxo de Massa

- A pressão osmótica é menor nas regiões de consumo e armazenamento de açúcares na planta.
- Ocorre transporte ativo de sacarose dos tubos crivosos para as células de companhia e destas para as células de consumo ou reserva um importante papel neste transporte.
- A pressão osmótica diminui no floema, o que provoca uma saída de água para o xilema e para outros tecidos envolventes.

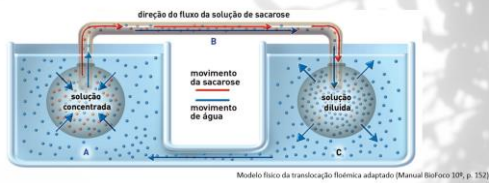
A baixa pressão hidrostática dos fluidos dentro do floema nas zonas de consumo, em contacto com a alta pressão das zonas de produção gera o fluxo de massa ou de pressão

[Zhang & Turgerson, 2018].

HISTÓRIA DA CIÊNCIA

- SÉCULO XX
- 1930

Ernst Münch, 1930
Hipótese do Fluxo de Massa



REFERÊNCIAS

- Bourbon, M., Kalmbach, L. & Hilarides, Y. (2017). Plant vasculature: Selective membrane-to-microtubule tethering patterns: the xylem cell wall. *Current Biology*, 27(17), pp. 42-44. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.07.044>
- Correia, S. (2014). Hipótese do fluxo de massa. *Revista de Ciências Elementares*, 2(1), p. 2. <http://doi.org/10.24927/rce2014.005>
- Evert, R. F. & Eichhorn, S. E. (2014). *Revue Biology of plants* (8th ed.). Macmillan Learning.
- Matias, O. & Martins, P. (2021). *Manual Biofoco 10º* (1ª ed.). Anel Editores.
- Julius, B. F., Leach, K. A., Train, T. M., Mertz, R. A. & Braun, O. M. (2017). Sugar transporters in plants: New insights and discoveries. *Plant and Cell Physiology*, 58(9), pp. 1442-1460. <https://doi.org/10.1093/pcp/pcx059>
- Rodrigues, A. C., Amaro, E. & Almeida, S. I. (2015). *Anatomia vegetal* (1ª ed.). Universidade Federal de Santa Catarina.
- Silva, J. M. (2009). Da descoberta da circulação sanguínea aos primeiros factos hemorreológicos. *Revista Portuguesa de Cardiologia*, 28(12), pp. 1405-1440.
- Vanginderael, J., Camacho, R., Sempels, W., Mizuno, H., Dedeker, F. & Janssen, K. P. F. (2018). An introduction to optical super resolution microscopy for the adventurous biologist. *Methods and Applications in Fluorescence*, 6(2), pp. 1-54. <https://doi.org/10.1088/2050-6355/aa9a0c>
- West, J. (2013). Marcello Malpighi and the discovery of the pulmonary capillaries and alveoli. *American Physiological Society*, 304, pp. 383-390. <https://doi.org/10.1152/ajpcp.00016.2013>
- Zhang, C. & Turgerson, B. (2018). Mechanisms of phloem loading. *Current Opinion in Plant Biology*, 43, pp. 71-75. <https://doi.org/10.1016/j.cop.2018.01.009>

Apêndice 15. 1ª Validação dos Instrumentos de Recolha de Dados

QUIZZ				
Questão nº 1				
Como ocorre o transporte de água, sais minerais e matéria orgânica no interior das plantas?				
Objetivo	Perito 1	Perito 2	Perito 3	Perito 4
Identificar o transporte nas plantas como mecanismo que permite a obtenção de substâncias necessárias à síntese de compostos orgânicos e sua posterior distribuição	Num <i>quizz</i> não deveriam existir perguntas de desenvolvimento.			
Questão nº 2				
Todas as plantas possuem vasos condutores?				
Objetivo	Perito 1	Perito 2	Perito 3	Perito 4
Reconhecer que nem todas as plantas possuem vasos condutores	Modificar para questão de verdadeiro ou falso.	Retirar o ponto de interrogação.	Modificar para uma questão de escolha múltipla.	
Questão nº 3				
Os vasos condutores que ocorrem nas plantas vasculares existem: (A) Raiz; (B) Folhas; (C) Na raiz, caule e folhas; (D) Caules e raízes				
Objetivo	Perito 1	Perito 2	Perito 3	Perito 4
Localizar os vasos condutores na planta.	--	Acrescentar: (A) <u>Apenas na</u> raiz. (B) <u>Apenas nas</u> folhas. (C)Na raiz, <u>no</u> caule e <u>nas</u> folhas. (D) <u>Apenas nos</u> caules e <u>nas</u> raízes.	--	--
Questão nº4				
Porque ocorre movimentação de matéria por toda a planta?				
Objetivo	Perito 1	Perito 2	Perito 3	Perito 4
Identificar o transporte nas plantas como mecanismo que permite a obtenção de substâncias necessárias à síntese de compostos orgânicos e sua posterior distribuição	Num <i>quizz</i> não deveriam existir perguntas de desenvolvimento.			
Questão nº 5 e 6				
A água e sais minerais/matéria orgânica que entram nas raízes e seguem até às folhas constituem: (A) A seiva elaborada; (B) A seiva bruta				
Objetivo	Perito 1	Perito 2	Perito 3	Perito 4

Identificar a constituição das seivas	Modificar para questão de resposta curta.	--	As escolhas múltiplas devem conter pelo menos 4 opções.	--
Questão nº 7 e 8				
Como se designa o vaso condutor da seiva bruta/elaborada?				
Objetivo	Perito 1	Perito 2	Perito 3	Perito 4
Definir o nome dos vasos condutores das seivas	--	Definir exatamente se quer que respondam o nome do vaso ou tecido condutor	--	Optar por questionar sobre o tecido condutor e não o vaso.
Questão nº 9				
A água entra na raiz por _____ e os sais minerais por _____ constituindo a seiva bruta. (A) Difusão simples... difusão facilitada...; (B) Osmose... difusão facilitada...; (C) Osmose... transporte ativo...; (D) Difusão facilitada...; Transporte ativo...				
Objetivo	Perito 1	Perito 2	Perito 3	Perito 4
Aplicar conhecimentos prévios dos movimentos transmembranares ao transporte nas plantas	--			
Questão nº 10				
O movimento ascendente da seiva bruta no xilema: (A) Depende do gradiente de sacarose estabelecido; (B) É independente da transpiração; (C) Ocorre devido à acumulação de água nas raízes; (D) Depende principalmente de forças de tensão				
Objetivo	Perito 1	Perito 2	Perito 3	Perito 4
Explicar o principal fator da ascensão da seiva xilémica	Alterar seiva bruta para seiva xilémica, uma vez que é a terminologia utilizada nos exames.	--	Alterar seiva bruta para seiva xilémica.	--
Questão nº 11				
Qual é o constituinte maioritário da seiva elaborada?				
Objetivo	Perito 1	Perito 2	Perito 3	Perito 4
Identificar a constituição das seivas	--	Pode causar confusão, se for o inorgânico o constituinte maioritário é a água.	--	Alterar o início da questão para “Nomeie...”.
Questão nº 12				
A seiva elaborada: (A) Circula sob pressão; (B) Flui em sentido descendente; (C) Flui em sentido ascendente; (D) Tem fluxo variável				
Objetivo	Perito 1	Perito 2	Perito 3	Perito 4
Reconhecer que a seiva elaborada tem um fluxo variável	--			

Questão nº 13				
Após a entrada de água numa das células do floema: (A) Ocorre lise celular; (B) A célula fica túrgida; (C) A célula fica plasmolisadas; (D) Permanece com o mesmo volume				
Objetivo	Perito 1	Perito 2	Perito 3	Perito 4
Aplicar conhecimentos prévios da influência do mecanismo de osmose no comportamento das células vegetais	--			
Questão nº 14				
Refira um local de consumo ou de armazenamento das substâncias presentes na seiva elaborada.				
Objetivo	Perito 1	Perito 2	Perito 3	Perito 4
Referir um local de consumo ou de armazenamento	--			
Reflexões Gerais:				
- Bem elaborado com imagens captativas; - Questões com tempo suficiente para os alunos responderem; - Reescrever algumas questões com termos mais adequados (refira, indique, identifique); - Excluir perguntas de desenvolvimento porque, além do tempo de resposta não ser o suficiente, não são adequadas para correção de um <i>quizz</i> eletrónico;				
V DE GOWIN				
Questão- Problema				
: Todas as plantas possuem tecidos condutores? Como ocorre a condução da seiva xilémica?				
Objetivo	Perito 1	Perito 2	Perito 3	Perito 4
Investigar o transporte xilémico nas plantas. Determinar se os vasos condutores existem em todas as plantas.	--	--	Retirava a questão “Todas as plantas têm vasos condutores?” pois o procedimento, na minha opinião, não permite responder a esta questão.	--
Reflexões Gerais:				
- Muito bem elaborado; - Os espaços para completar estão bem distribuídos. Como não está muito preenchido, permite uma maior distribuição dos pontos, beneficiando a classificação do aluno; - Boa iniciativa ao alargar a aula para o espaço exterior; - Orientar mais relativamente às espécies a serem recolhidas, de forma que não recolham apenas plantas com vasos condutores.				
MAPA DE CONCEITOS				
Objetivo	Perito 1	Perito 2	Perito 3	Perito 4
Sistematizar conceitos relativos ao transporte de matéria nas plantas.	--			
Reflexões Gerais				
- Muito bem elaborado; - Espaços preenchidos suficientes para auxiliar na resolução.				

Apêndice 16. 2ª Validação dos Instrumentos de Recolha de Dados

QUIZZ				
Questão nº 1				
Identifique qual das seguintes espécies possui tecidos condutores: São dispostas imagens de (A) Musgo; (B) Flor; (C) Fetos; (D) Algas				
Objetivo	Perito 1	Perito 2	Perito 3	Perito 4
Identificar a presença/ausência de tecidos condutores em plantas	--			
Questão nº 2				
Os vasos condutores que ocorrem nas plantas vasculares existem: (.A) Apenas na raiz; (B) Apenas na folhas; (C) Na raiz, no caule e nas folhas; (D) Apenas no caule e raízes				
Objetivo	Perito 1	Perito 2	Perito 3	Perito 4
Localizar os tecidos condutores na planta	--			
Questão nº 3				
A água e sais minerais que entram nas raízes e seguem até às folhas constituem: (A.) Os nódulos; (B) A seiva xilémica; (C) A seiva floémica; (D) A resina				
Objetivo	Perito 1	Perito 2	Perito 3	Perito 4
Identificar a constituição das seivas	--			
Questão nº4				
O soluto constituído por água e matéria orgânica que se movimenta das folhas para outros órgãos das plantas constitui: (A.) O produto da respiração; (B) O produto da absorção; (C) A seiva floémica; (D) A seiva xilémica				
Objetivo	Perito 1	Perito 2	Perito 3	Perito 4
Identificar a constituição das floémica	--			
Questão nº 5 e 6				
Designa o vaso condutor da seiva xilémica/floémica?				
Objetivo	Perito 1	Perito 2	Perito 3	Perito 4
Definir os tecidos condutores das seivas	--			
Questão nº 7				
A água entra na raiz por _____ e os sais minerais por _____ constituindo a seiva bruta. (A) Difusão simples... difusão facilitada...; (B) Osmose... difusão facilitada...; (C) Osmose... transporte ativo...; (D) Difusão facilitada...; Transporte ativo...				
Objetivo	Perito 1	Perito 2	Perito 3	Perito 4

Aplicar conhecimentos prévios dos movimentos transmembranares ao transporte nas plantas	--			
Questão nº 8				
O movimento ascendente da seiva bruta no xilema: (A) Depende do gradiente de sacarose estabelecido; (B) É independente da transpiração; (C) Ocorre devido à acumulação de água nas raízes; (D) Depende principalmente de forças de tensão				
Objetivo	Perito 1	Perito 2	Perito 3	Perito 4
Identificar o principal fator da ascensão da seiva xilémica	--			
Questão nº 9				
Refira os constituintes maioritários da seiva elaborada?				
Objetivo	Perito 1	Perito 2	Perito 3	Perito 4
Identificar a constituição da seiva floémica	--			
Questão nº 10				
A seiva elaborada: (A) Circula sob pressão; (B) Flui em sentido descendente; (C) Flui em sentido ascendente; (D) Flui em sentido variável				
Objetivo	Perito 1	Perito 2	Perito 3	Perito 4
Reconhecer que a seiva elaborada tem um fluxo variável	--			
Questão nº 11				
Após a entrada de água numa das células do floema: (A) Ocorre lise celular; (B) A célula fica túrgida; (C) A célula fica plasmolisadas; (D) Permanece com o mesmo volume				
Objetivo	Perito 1	Perito 2	Perito 3	Perito 4
Aplicar conhecimentos prévios da influência do mecanismo de osmose no comportamento das células vegetais	--			
Questão nº 12				
Refira um local de consumo ou de armazenamento das substâncias presentes na seiva elaborada.				
Objetivo	Perito 1	Perito 2	Perito 3	Perito 4
Referir um local de consumo ou de armazenamento	--			
Questão nº13				
Ordene os seguintes acontecimentos referentes ao transporte de seiva floémica: (A) Transporte ativo de sacarose para as células do tubo crivoso; (B) Entrada de água, por osmose, nos elementos condutores do floema; (C) Aumento significativo do volume do conteúdo celular dos tubos crivosos; (D) Passagem da sacarose para as células de órgãos de reserva				
Objetivo	Perito 1	Perito 2	Perito 3	Perito 4
Identificar as etapas de transporte da seiva floémica	--			

Reflexões Gerais:				
- Bem elaborado com imagens captativas; - Questões com tempo suficiente para os alunos responderem;				
V DE GOWIN				
Questão- Problema				
: Todas as plantas possuem tecidos condutores? Como ocorre a condução da seiva xilémica?				
Objetivo	Perito 1	Perito 2	Perito 3	Perito 4
Investigar o transporte xilémico nas plantas. Determinar se os vasos condutores existem em todas as plantas.	--			
Reflexões Gerais:				
- Muito bem elaborado; - Os espaços para completar estão bem distribuídos. Como não está muito preenchido, permite uma maior distribuição dos pontos, beneficiando a classificação do aluno; - Boa iniciativa ao alargar a aula para o espaço exterior;				
MAPA DE CONCEITOS				
Objetivo	Perito 1	Perito 2	Perito 3	Perito 4
Sistematizar conceitos relativos ao transporte de matéria nas plantas.	--			
Reflexões Gerais				
- Muito bem elaborado; - Espaços preenchidos suficientes para auxiliar na resolução.				

Apêndice 17. Declaração de Consentimento Informado



Declaração de Consentimento Informado

Título da investigação: Ensino orientado para a aprendizagem por investigação: Uma investigação-ação com alunos do 10º ano de escolaridade na temática da distribuição de matéria nas plantas

Nome do investigador principal: Joana Ribeiro Coelho Silva

Orientadora científica: Clara Maria Vasconcelos

Contactos do investigador principal: joanaribsilva@gmail.com

O estudo desenvolvido no âmbito do meu estágio pedagógico (Iniciação à Prática Profissional) consistirá numa intervenção educativa baseada na aplicação da metodologia de ensino denominada Ensino Orientado para a Aprendizagem por Investigação, na temática de distribuição de matéria nas plantas do 10º ano de escolaridade. Tal intervenção decorrerá ao longo das aulas da disciplina de Biologia e Geologia, e terá em vista a avaliação do seu impacto na compreensão dos conceitos abordados por parte dos alunos(as). Para tal, serão utilizados, como instrumentos de investigação, um teste diagnóstico, um V de Gowin e um mapa de conceitos. Note-se que os instrumentos de investigação utilizados constituem instrumentos pedagógicos, uma vez que se pretende minimizar qualquer possível interferência no processo de aprendizagem dos discentes. No seguimento do descrito, a investigação descrita pretende contribuir para potenciar a utilização de metodologias de ensino diferenciadas no ensino da Biologia e da Geologia, na qual se inclui a metodologia supramencionada.

Eu, o(a) encarregado(a) de educação abaixo assinado, declaro que:

- A. Autorizo a participação do meu educando, _____, na investigação acima referida;
- B. Compreendi as informações contidas neste documento, bem como as eventuais informações verbais que me foram transmitidas pelo investigador principal acima referido, sobre a investigação supracitada;
- C. Tive a oportunidade de considerar o objetivo da investigação, fazer as questões que julguei pertinentes e obter respostas de forma satisfatória por parte do investigador principal;
- D. A participação do meu educando na investigação mencionada incluirá o preenchimento de um teste diagnóstico, um V de Gowin e um mapa de conceitos, administrados pelo investigador principal;
- E. Compreendi que a participação do meu educando é voluntária e que este poderá desistir de colaborar a qualquer momento, sem indicar o motivo. No entanto, entendo também que o sucesso do presente estudo depende da sua colaboração;
- F. Percebi que os dados recolhidos serão tratados de forma anónima por parte dos investigadores;
- G. Entendi que os investigadores irão armazenar todas as informações e dados recolhidos de forma segura e confidencial, respeitando o Regulamento Geral de Proteção de Dados, e que os dados serão utilizados exclusivamente para fins da investigação em causa.

O encarregado de educação:

O investigador principal:

Data: ____/____/____

(Joana Silva)
Data: ____/____/____

Apêndice 18. Declaração de Assentimento Informado



Declaração de Assentimento Informado

Título da investigação: Ensino orientado para a aprendizagem por investigação: Uma investigação-ação com alunos do 10º ano de escolaridade na temática da distribuição de matéria nas plantas

Nome do investigador principal: Joana Ribeiro Coelho Silva

Orientadora científica: Clara Maria Vasconcelos

Contactos do investigador principal: joanaribsilva@gmail.com

No decorrer das minhas aulas de intervenção desenvolveu-se um projeto relacionado com a aplicação da metodologia de ensino, designada Ensino Orientado para a Aprendizagem por Investigação, à temática de distribuição de matéria nas plantas. O objetivo principal da implementação desse projeto é determinar de que forma as aulas lecionadas durante esse período tiveram impacto no processo de aprendizagem dos alunos, designadamente no que diz respeito aos conceitos abordados. Neste sentido, a sua colaboração através da realização de um teste diagnóstico, um V de Gowin e um mapa de conceitos contribui para o sucesso deste projeto. Para tal, peço a sua autorização para que possa utilizar os resultados obtidos na investigação que estou a realizar.

Se estiver disposto(a) a colaborar neste projeto, e se concordar com a seguinte informação, peço-lhe que leia e assine a seguinte frase:

Eu, abaixo-assinado, aceito participar neste projeto, sabendo que é garantido o anonimato, a confidencialidade, proteção e segurança dos dados dos intervenientes. Compreendi que a minha participação é voluntária e anónima. Sei que posso desistir a qualquer momento, sem indicar o motivo, mas compreendo que o sucesso deste estudo depende da minha colaboração.

O(A) aluno(a):

Data: ____/____/____

Obrigada pela tua colaboração e bem-vindo(a) ao grupo de investigação!

O investigador principal:

(Joana Silva)

Data: ____/____/____

Apêndice 19. Grelha de Classificações Teste Diagnóstico

Grelha de Classificações Teste Diagnóstico

Professora Estagiária Joana Silva

26 de abril de 2022

Questões	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total	Menção Qualitativa
Cotação	1	1	1	1	2	2	2	1	2	1	2	2	2		
Nº	Nome														
1		1	1	1	0	Xileno	2	0	1		1	0	2	0	9
2		1	0	1	0	2	2	0	1		1	1	Folhas	0	10
4		1	0	0	0	2	Sim	2	1		1	1	Célula	0	10
5		1	0	1	0	2	2	1	Água Floema		0	1	Célula	0	11
6		1	0	1	1	2	2	0	0		0	1	2	0	13
7		1	1	1	0	Xile	2	2	0		0	1	Caulo	0	9
8		1	1	0	0	Xile	2	0	0		0	0	Clorofila	0	4
9		1	1	1	0		Faltou								
10		1	1	1	0	Xile	0	0	0		0	0	Planta	0	3
12		1	1	1	0		Faltou								
13		1	1	0	0	0	2	0	0		0	1	Amido	0	7
14		1	1	1	0	Xile	2	0	0		0	0	Buraco	0	6
15		1	1	1	0	Raízes	Floémica	2	0		0	1	Caulo	0	7
16		1	0	0	0	Xile	2	2	1		0	0	Vacúolo	0	6
17		1	1	0	0	Raízes	Flormola	2	0		0	1	Árvore	0	6
18		1	1	0	0	Xalana	Flormola	2	0		0	0	0	0	4
19		1	1	1	1	2	Fluémica	2	0		0	1	2	0	13
20		1	0	1	0	2	0	2	0		0	1	2	0	10
21		1	1	1	1		Faltou								
22		1	1	1	2	2	0	0	0		0	0	Buraco	0	5
23		1	1	1	0		Faltou								

Legenda da Grelha

Conceção Alternativa (0 pontos)
Resposta Incompleta (1 ponto)

Questões	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Respostas Corretas (%)	100	64,7	64,7	11,8	41,2	53	71,4	29,4	11,8	17,6	58,9	23,5	0

Apêndice 20. Grelha de Classificações Relatório V de Gowin

 U. PORTO	Grelha de Classificações Relatório V de Gowin		 FACULDADE DE CIÊNCIAS UNIVERSIDADE DO PORTO	 UNIDADE DE ENSINO DAS CIÊNCIAS
	Professora Estagiária Joana Silva			
	27 e 28 de abril de 2022			

		Princípios						Conceitos	Registos		Transformações						Conclusões					Juízos de Valor			TOTAL	Classificação
Tópicos		1	2	3	4	5	6	4	Fig. 1.	Fig. 2.	Avascular			Vascular			1	2	3	4	5	1	2	TOTAL		Classificação
Cotação		10	10	10	10	10	10	8	15	15	4	6	6	4	6	6	10	10	10	10	10	10	10	200	20 Valores	
Nº	Nome																									
1		10	10	0	10	10	0	0	15	15	2	6	6	2	6	6	10	0	10	0	10	10	138	13,8		
2		10	10	0	10	10	10	8	15	15	4	6	6	4	6	6	10	0	10	0	10	10	160	16		
4		10	10	0	10	5	0	8	15	10	4	6	3	4	6	3	5	0	10	0	10	10	129	12,9		
5		0	0	10	10	10	0	4	15	15	2	6	6	2	6	6	10	10	10	10	10	162	16,2			
6		10	10	0	10	10	0	2	15	0	4	0	6	4	0	6	0	0	0	0	10	10	97	9,7		
7		Faltou																								
8		10	10	0	5	0	5	6	15	15	2	6	6	2	6	6	10	0	10	0	10	10	134	13,4		
9		10	0	0	0	0	0	8	15	15	4	0	6	4	0	6	10	0	10	0	10	10	108	10,8		
10		10	10	0	10	0	0	0	15	15	0	0	6	0	6	6	10	0	0	0	10	5	103	10,3		
12		10	10	0	10	10	10	8	10	15	2	6	6	2	6	6	10	10	0	0	10	10	161	16,1		
13		10	10	10	10	10	10	8	15	15	2	6	6	2	6	6	10	10	0	0	10	10	176	17,6		
14		10	10	10	10	10	10	8	10	12	4	6	0	4	6	6	5	5	10	0	10	10	156	15,6		
15		10	10	10	10	10	10	8	10	12	4	6	0	4	6	6	8	10	0	0	10	10	164	16,4		
16		10	10	0	10	10	10	8	15	10	2	0	6	2	6	6	10	0	10	0	10	5	150	15		
17		10	0	0	10	10	5	8	15	10	2	6	6	2	6	6	10	5	5	0	10	10	141	14,1		
18		5	5	0	10	10	5	8	15	10	2	6	6	2	6	6	10	0	10	0	5	10	141	14,1		
19		10	10	0	10	10	10	6	10	12	2	6	6	2	6	6	8	10	0	0	10	10	144	14,4		
20		10	10	0	0	0	0	2	15	5	4	0	0	4	0	6	10	0	5	0	10	10	91	9,1		
21		10	10	0	10	0	0	4	10	10	2	6	0	2	6	3	10	0	4	0	0	0	87	8,7		
22		10	10	0	0	5	0	6	5	0	2	6	0	2	6	0	10	0	2	0	0	0	64	6,4		

Apêndice 21. Grelha de Classificações Mapa de Conceitos



Grelha de Classificações Relatório V de Gowin	
Professora Estagiária Joana Silva	04 e 05 de maio de 2022

Nº	Nome	Classificação
1		Faltou
2		18
4		11
5		17
6		16
7		17
8		Faltou
9		17
10		14
12		17
13		12
14		15
15		16
16		14
17		13
18		10
19		15
20		15
21		10
22		10
23		12