

Universidade do Minho
Instituto de Educação

Catarina Juliana Ferreira de Castro

O ensino da Biologia com recurso a atividades laboratoriais do tipo Prevê-Observa-Explica: uma intervenção centrada na unidade «Distribuição de matéria nos seres vivos», no 10.º ano

Relatório de Estágio
Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3ª Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário

Trabalho efetuado sob a orientação do
Doutor Luís Gonzaga Pereira Dourado

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição
CC BY

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

AGRADECIMENTOS

É com um profundo sentimento de realização e de gratidão pelas oportunidades que me foram concedidas ao longo deste percurso, que tem tanto de diferente, como de especial, que encerro esta etapa da minha vida. Considero um absoluto privilégio, tanto do ponto de vista profissional como pessoal, ter tido a possibilidade de me tornar Professora de Biologia e Geologia no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário dentro desta Instituição, pautada pelo rigor e excelência. Este crescimento teve um valor inestimável, alterou de forma permanente a minha maneira de estar na vida e na sociedade, ultrapassando amplamente o orgulho que sinto no currículo científico e pedagógico produzido ao longo dos últimos dois anos. Embora este Relatório de Estágio marque a conclusão de uma etapa formativa, não representa o encerramento do processo de aprendizagem e de aperfeiçoamento. Gostaria, no entanto, de agradecer a todos aqueles que mais contribuíram para parte deste percurso:

Ao Doutor Luís Dourado pelos valiosos ensinamentos transmitidos, mas sobretudo pela excelência profissional e humana que o caracteriza. A sua visão pessoal acerca do ensino das ciências e a forma de viver as relações humanas são valores importantes que me transmitiu. O seu apoio e incentivo foram constantes durante estes dois anos e imensa a confiança em mim depositada. Por todas as oportunidades académicas que me proporcionou ainda antes de provar qualquer valor.

Ao orientador cooperante pelo auxílio no crescimento técnico e científico e pelas oportunidades proporcionadas. Pelo mérito de acolher e orientar núcleos de estágio, onde dirigir é mais do que um desafio, é uma responsabilidade acrescida, exigindo sempre das suas mestrandas um esforço adicional na busca pela excelência e brio profissional.

À minha colega de estágio Ana Catarina Duarte pelo espírito de entreatajuda, companheirismo, partilha e amizade.

Por fim, agradeço àqueles que mais sofreram com o tempo que investi neste percurso:

Ao meu pai, à minha mãe e ao meu irmão, cujo apoio e amor foi sempre incondicional.

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

O ensino da Biologia com recurso a atividades laboratoriais do tipo Prevê-Observa-Explica: uma intervenção centrada na unidade «Distribuição de matéria nos seres vivos», no 10.º ano

RESUMO

O plano curricular da disciplina de Biologia e Geologia no ensino secundário requer o contacto dos alunos com as suas componentes teórica e prática. A pandemia de COVID-19 obrigou a Direção-Geral da Saúde a decretar a suspensão das aulas práticas laboratoriais realizadas em contexto normal, no ano letivo 2020/2021, para minimizar a transmissão do vírus SARS-CoV-2 em ambiente escolar. As atuais perspetivas construtivistas para o ensino das ciências, preconizam a participação ativa e o envolvimento dos alunos em todo o processo. A presente investigação pretendeu avaliar o contributo das atividades laboratoriais (AL) sob demonstração, com recurso à estratégia Prevê-Observa-Explica (POE), na promoção da motivação e aprendizagens dos alunos. O Projeto de Intervenção Pedagógica foi desenvolvido numa escola secundária de Braga e implementado numa turma do 10º ano de escolaridade constituída por vinte e sete alunos. O tema escolhido foi a «Distribuição de matéria nos seres vivos», no âmbito da disciplina de Biologia e Geologia, do Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias. Os resultados obtidos mostraram que os alunos possuem bastantes conceções alternativas (CA) sobre o tema indicado. A metodologia de ensino utilizada resultou numa maior motivação dos alunos nas aulas de Biologia lecionadas durante a pandemia, e ultrapassou eficazmente os constrangimentos e as restrições impostas na sala de aula. Estes resultados sugerem que a implementação de AL do tipo POE sob demonstração no ensino da Biologia, pode representar uma mudança/evolução concetual válida para os alunos.

Palavras-chave: atividades laboratoriais Prevê-Observa-Explica, demonstrações, educação em ciências, ensino das ciências, pandemia de COVID-19.

Teaching Biology using the Predict-Observe-Explain strategy in laboratory activities: a focusing intervention on the unit «The distribution of matter in living things» in the 10th-grade

ABSTRACT

Biology and Geology discipline's curricular plan in high school requires contact from students with its theoretical and practical parts. The COVID-19 pandemic forced Direção-Geral da Saúde to decree the suspension of laboratory practice lessons in their usual form during the 2020/2021 academic year to minimize transmission of the SARS-CoV-2 virus in the school setting. Current constructivist standpoints advocate active student participation and involvement throughout the process of teaching science. This study aims to evaluate the contribution of demonstrative laboratory activities (LA) using the Predict-Observe-Explain (POE) strategy to promote student motivation and learning. The Pedagogical Intervention Project took place in a high school in Braga with a 10th-grade consisting of twenty-seven students. The chosen topic was "The distribution of matter in living things" in the Biology and Geology discipline from the Scientific-Humanistic Course of Science and Technology. The results showed that students have many alternative conceptions of the above topic. The teaching method used in Biology lessons resulted in higher student motivation and effectively bypassed classroom constraints during the COVID-19 pandemic. These results suggest that the demonstration of the POE-type LA in Biology education may represent a valid conceptual change/evolution for students.

Keywords: Predict-Observe-Explain strategy, demonstrative laboratory activities, science education, science teaching, COVID-19 pandemic.

ÍNDICE

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS.....	ii
AGRADECIMENTOS.....	iii
DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE.....	iv
RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vi
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	xi
LISTA DE FIGURAS.....	xii
LISTA DE QUADROS.....	xiii
LISTA DE TABELAS.....	xiv
LISTA DE APÊNDICES.....	xvii
CAPÍTULO I: CONTEXTUALIZAÇÃO E APRESENTAÇÃO DA INVESTIGAÇÃO.....	1
1.1. Introdução.....	1
1.2. Enquadramento contextual da intervenção pedagógica e investigação associada.....	1
1.2.1. Caracterização da escola.....	1
1.2.2. Caracterização da turma.....	2
1.3. Enquadramento geral da investigação.....	2
1.3.1. O papel da educação em ciências na formação do aluno do século XXI.....	2
1.3.2. As atividades laboratoriais e a formação dos alunos de ciências.....	5
1.3.3. O ensino das ciências no contexto da COVID-19: Repercussões e estratégias para mitigar constrangimentos e restrições impostas pela pandemia, particularmente, no uso de atividades laboratoriais no ensino da Biologia.....	9
1.4. Objetivos da investigação.....	12
1.5. Relevância da investigação.....	13
1.6. Limitações da investigação.....	14

1.7. Plano geral da investigação.....	15
CAPÍTULO II: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
2.1. Introdução.....	17
2.2. A importância das atividades laboratoriais no ensino das ciências.....	17
2.3. As atividades laboratoriais: Objetivos e tipos.....	20
2.4. A relevância das atividades laboratoriais do tipo Prevê-Observa-Explica (POE).....	24
2.5. As atividades demonstrativas: Sua relevância face ao contexto pandémico.....	27
CAPÍTULO III: METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO E INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA.....	31
3.1. Introdução.....	31
3.2. Descrição da intervenção pedagógica.....	31
3.3. Justificação das estratégias de ensino utilizadas.....	32
3.4. Técnica e instrumentos de recolha de dados.....	42
3.4.1. Técnica de inquérito por questionário.....	42
3.4.1.1. Questionário de conhecimentos (Pré e Pós-Teste).....	45
3.4.1.2. Questionário de opinião (inicial e final).....	47
3.5. Recolha de dados.....	49
3.6. Tratamento e análise de dados.....	49
CAPÍTULO IV: APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS.....	52
4.1. Introdução.....	52
4.2. Resultados do Questionário de conhecimentos (Pré e Pós-Teste).....	52
4.2.1. Concepções dos alunos sobre o “Transporte de matéria nas plantas”	52
4.2.1.1. Concepções sobre os conceitos de planta vascular e planta não vascular.....	52
4.2.1.2. Concepções sobre o modo como ocorre o transporte de água e iões minerais nas plantas.....	54
4.2.1.3. Concepções sobre o conceito de seiva bruta.....	55
4.2.1.4. Concepções sobre o conceito de seiva elaborada.....	56

4.2.1.5. Conceções sobre a importância da raiz, caule e folhas na adaptação das plantas ao meio terrestre.....	57
4.2.1.6. Conceções sobre o modo como ocorre a transpiração nas plantas e quais as estruturas responsáveis por este processo.....	59
4.2.1.7. Conceções sobre os mecanismos envolvidos na absorção de substâncias pela raiz.....	61
4.2.1.8. Conceções sobre o funcionamento estomático nas plantas.....	63
4.2.2. Conceções dos alunos sobre o “Transporte de matéria nos animais”.....	64
4.2.2.1. Conceções sobre os componentes do sistema circulatório humano.....	65
4.2.2.2. Conceções sobre o percurso do sangue no corpo humano.....	67
4.2.2.3. Conceções sobre os conceitos de circulação simples e circulação dupla.....	68
4.2.2.4. Conceções sobre o tipo de circulação no Homem.....	69
4.2.2.5. Conceções acerca das variações da pressão sanguínea nas diferentes estruturas constituintes do sistema circulatório dos mamíferos.....	71
4.2.2.6. Conceções acerca das características/propriedades dos vasos sanguíneos.....	73
4.3. Resultados do Questionário de opinião aplicado antes da intervenção pedagógica.....	76
4.3.1. Conceções dos alunos sobre as AL e sua relevância no ensino das ciências.....	76
4.3.1.1. Conceções sobre o conceito de AL.....	76
4.3.1.2. Disciplinas e frequência de realização das AL no ensino básico.....	77
4.3.1.3. Importância e papel didático atribuído pelos alunos às AL.....	78
4.3.1.4. Avaliação do grau de satisfação dos alunos diante das AL realizadas.....	79
4.3.1.5. Dificuldades sentidas pelos alunos no laboratório.....	81
4.3.1.6. Elaboração de um instrumento de avaliação das aprendizagens no laboratório.....	81
4.3.1.7. A pandemia de COVID-19 e a ausência de AL realizadas em contexto normal: Seu impacto na aprendizagem dos alunos.....	82
4.3.2. Opiniões dos alunos acerca das práticas dos professores de ciências no laboratório.....	83
4.3.2.1. Nível de organização e/ou preparação prévia exigidas aos alunos.....	83
4.3.2.2. Execução do procedimento laboratorial.....	84
4.3.2.3. Material fornecido e/ou solicitado.....	85
4.3.2.4. Método de avaliação utilizado.....	86

4.3.2.5. AL implementadas que os alunos mais gostaram.....	87
4.4. Resultados do Questionário de opinião aplicado depois da intervenção pedagógica.....	88
4.4.1. Impacto da intervenção pedagógica nos alunos.....	88
4.4.1.1. Avaliação do grau de satisfação dos alunos perante o modo de execução.....	88
4.4.1.2. AL implementada que os alunos mais gostaram.....	89
4.4.1.3. Dificuldades sentidas pelos alunos durante a implementação.....	90
4.4.1.4. Impacto na motivação e aprendizagens dos alunos.....	90
4.4.1.5. As AL do tipo POE e o contexto pandémico.....	93
4.4.1.6. Opiniões dos alunos sobre o instrumento de avaliação utilizado.....	94
4.4.1.7. Dificuldades sentidas pelos alunos na elaboração dos relatórios científicos.....	95
4.4.1.8. Sugestões e/ou críticas apresentadas pelos alunos às AL implementadas.....	96
CAPÍTULO V: CONCLUSÕES, IMPLICAÇÕES E SUGESTÕES.....	98
5.1. Introdução.....	98
5.2. Conclusões da investigação.....	98
5.3. Implicações dos resultados da investigação.....	101
5.4. Sugestões para investigações futuras.....	102
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	105
APÊNDICES.....	116

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AE:	Aprendizagens Essenciais
AL:	Atividades Laboratoriais
AP:	Atividades Práticas
CA:	Conceções Alternativas
CTS:	Ciência-Tecnologia-Sociedade
CTSA:	Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente
DGE:	Direção-Geral da Educação
DGS:	Direção-Geral da Saúde
DM1:	Diabetes Mellitus tipo 1
EB1:	Escola Básica do 1º Ciclo
EB1/JI:	Escola Básica do 1º Ciclo e Jardim de Infância
EMC:	Ensino por Mudança Concetual
E@D:	Ensino à Distância
LBSE:	Lei de Bases do Sistema Educativo
NEE:	Necessidades Educativas Especiais
N.S./N.R.:	Não Sabe/Não Responde
OCDE:	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
OMS:	Organização Mundial da Saúde
PA:	Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória
POE:	Prevê-Observa-Explica
POER:	Prevê-Observa-Explica-Reflete
R.C.A.:	Resposta Cientificamente Aceite
R.C.C.A.:	Resposta Contendo Conceções Alternativas
R.C.N.A.:	Resposta Cientificamente Não Aceite
R.I.:	Resposta Incompleta
TIC:	Tecnologias de Informação e Comunicação
TL:	Trabalho Laboratorial
TP:	Trabalho Prático

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Resultados obtidos na atividade laboratorial POE 1.....	37
Figura 2:	Coração de porco utilizado na atividade laboratorial POE 2.....	40

LISTA DE QUADROS

Quadro 1:	Tipologia de atividades laboratoriais (extraído de Leite, 2002).....	21
Quadro 2:	Calendarização das estratégias do Projeto de Intervenção Pedagógica.....	32
Quadro 3:	Ficha de avaliação diagnóstica aplicada antes da intervenção pedagógica, em função dos objetivos a atingir.....	35
Quadro 4:	Questionário de opinião aplicado antes da intervenção pedagógica, em função dos objetivos a atingir.....	35
Quadro 5:	Primeira atividade laboratorial POE implementada sob demonstração, em função dos objetivos a atingir.....	36
Quadro 6:	Sequência de implementação do protocolo laboratorial 1, em função das estratégias adotadas e objetivos a atingir.....	37
Quadro 7:	Segunda atividade laboratorial POE implementada sob demonstração, em função dos objetivos a atingir.....	39
Quadro 8:	Sequência de implementação do protocolo laboratorial 2, em função das estratégias adotadas e objetivos a atingir.....	40
Quadro 9:	Ficha de avaliação formativa aplicada depois da intervenção pedagógica, em função dos objetivos a atingir.....	42
Quadro 10:	Questionário de opinião aplicado depois da intervenção pedagógica, em função dos objetivos a atingir.....	42
Quadro 11:	Estruturação do questionário de conhecimentos relativamente às dimensões, objetivos e questões incluídas.....	46
Quadro 12:	Estruturação do questionário de opinião aplicado antes da intervenção pedagógica, relativamente às dimensões, objetivos e questões incluídas.....	48
Quadro 13:	Estruturação do questionário de opinião aplicado depois da intervenção pedagógica, relativamente às dimensões, objetivos e questões incluídas.....	48
Quadro 14:	Categorias de resposta que agruparam as respostas dos alunos ao questionário de conhecimentos (adaptado de Silva, 2006).....	50
Quadro 15:	Representações de respostas dos alunos contendo concepções alternativas sobre os componentes do sistema circulatório humano, obtidas no Pré e no Pós-Teste...	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	Características do grupo participante no estudo.....	2
Tabela 2:	Concepções dos alunos sobre os conceitos de planta vascular e planta não vascular.....	53
Tabela 3:	Concepções dos alunos sobre o modo como ocorre o transporte de água e íons minerais nas plantas.....	54
Tabela 4:	Concepções dos alunos sobre o conceito de seiva bruta.....	55
Tabela 5:	Concepções dos alunos sobre o conceito de seiva elaborada.....	56
Tabela 6:	Concepções dos alunos sobre a importância da raiz, caule e folhas na adaptação das plantas ao meio terrestre.....	57
Tabela 7:	Concepções dos alunos sobre o modo como ocorre a transpiração nas plantas.....	59
Tabela 8:	Concepções dos alunos acerca das estruturas responsáveis pela transpiração nas plantas.....	60
Tabela 9:	Concepções dos alunos sobre os mecanismos envolvidos na absorção de substâncias pela raiz.....	62
Tabela 10:	Concepções dos alunos sobre o funcionamento estomático nas plantas.....	63
Tabela 11:	Concepções dos alunos sobre os componentes do sistema circulatório humano...	65
Tabela 12:	Concepções dos alunos sobre o percurso do sangue no corpo humano.....	67
Tabela 13:	Concepções dos alunos sobre os conceitos de circulação simples e circulação dupla.....	69
Tabela 14:	Concepções dos alunos sobre o tipo de circulação no Homem.....	70
Tabela 15:	Concepções dos alunos acerca das variações da pressão sanguínea nas diferentes estruturas constituintes do sistema circulatório dos mamíferos.....	71
Tabela 16:	Concepções dos alunos acerca das variações da pressão sanguínea nas diferentes estruturas constituintes do sistema circulatório dos mamíferos, ao nível da artéria aorta e veias cavas.....	72
Tabela 17:	Concepções dos alunos acerca das características/propriedades dos vasos sanguíneos (questão 3.1.).....	74

Tabela 18:	Concepções dos alunos acerca das características/propriedades dos vasos sanguíneos (questão 3.2.).....	74
Tabela 19:	Concepções dos alunos acerca das características/propriedades dos vasos sanguíneos (questão 3.3.).....	75
Tabela 20:	Concepções dos alunos sobre o conceito de AL.....	76
Tabela 21:	Opiniões dos alunos acerca das disciplinas e frequência de realização das AL no ensino básico.....	77
Tabela 22:	Opiniões dos alunos acerca da importância e papel didático atribuído às AL.....	78
Tabela 23:	Opiniões dos alunos diante das AL realizadas ao longo do seu percurso escolar, através da avaliação do seu grau de satisfação com as mesmas.....	79
Tabela 24:	Opiniões dos alunos sobre as dificuldades sentidas no laboratório.....	81
Tabela 25:	Opiniões dos alunos sobre a elaboração de um instrumento de avaliação das aprendizagens no laboratório.....	81
Tabela 26:	Opiniões dos alunos acerca do impacto causado pela ausência de AL na sua aprendizagem, durante a pandemia.....	82
Tabela 27:	Opiniões dos alunos sobre o nível de organização e/ou preparação prévia que lhes era exigido nas aulas práticas laboratoriais de Ciências Naturais.....	83
Tabela 28:	Opiniões dos alunos sobre a execução do procedimento laboratorial nas atividades implementadas pelos professores de Ciências Naturais.....	84
Tabela 29:	Opiniões dos alunos sobre o material fornecido e/ou solicitado pelos professores de Ciências Naturais nas AL implementadas.....	85
Tabela 30:	Opiniões dos alunos sobre o método de avaliação utilizado pelos professores de Ciências Naturais nas AL implementadas.....	86
Tabela 31:	Opiniões dos alunos sobre as AL implementadas pelos professores de Ciências Naturais que eles mais gostaram.....	87
Tabela 32:	Opiniões dos alunos perante o modo de execução das AL implementadas durante a intervenção pedagógica, através da avaliação do seu grau de satisfação com o mesmo.....	88
Tabela 33:	Opiniões dos alunos sobre a AL implementada durante a intervenção pedagógica que eles mais gostaram.....	89

Tabela 34:	Opiniões dos alunos sobre as dificuldades sentidas durante a implementação das AL, no âmbito da intervenção pedagógica.....	90
Tabela 35:	Opiniões dos alunos acerca do impacto das AL implementadas durante a intervenção pedagógica, particularmente, na sua motivação e aprendizagens adquiridas.....	91
Tabela 36:	Opiniões dos alunos sobre a estratégia de ensino utilizada na implementação das AL durante a pandemia, no âmbito da intervenção pedagógica.....	93
Tabela 37:	Opiniões dos alunos sobre o instrumento de avaliação utilizado nas AL implementadas durante a intervenção pedagógica.....	94
Tabela 38:	Opiniões dos alunos sobre as dificuldades sentidas na elaboração do relatório científico tradicional solicitado durante a intervenção pedagógica.....	95
Tabela 39:	Opiniões dos alunos sobre as dificuldades sentidas na elaboração do relatório científico <i>V de Gowin</i> solicitado durante a intervenção pedagógica.....	96
Tabela 40:	Sugestões e/ou críticas apresentadas pelos alunos à primeira AL implementada durante a intervenção pedagógica.....	96
Tabela 41:	Sugestões e/ou críticas apresentadas pelos alunos à segunda AL implementada durante a intervenção pedagógica.....	97

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A:	Questionário de conhecimentos aplicado como Pré-Teste (Ficha de avaliação diagnóstica e Pós-Teste (Ficha de avaliação formativa).....	117
Apêndice B:	Questionário de opinião aplicado antes da intervenção pedagógica.....	123
Apêndice C:	Protocolo laboratorial da primeira atividade POE implementada sob demonstração.....	127
Apêndice D:	Protocolo laboratorial da segunda atividade POE implementada sob demonstração.....	132
Apêndice E:	Questionário de opinião aplicado depois da intervenção pedagógica.....	136
Apêndice F:	Critérios de avaliação dos relatórios científicos.....	140
Apêndice G:	Classificação do desempenho pessoal dos alunos nos relatórios científicos.....	141

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZAÇÃO E APRESENTAÇÃO DA INVESTIGAÇÃO

1.1. Introdução

Este primeiro capítulo, encontra-se seccionado em seis subcapítulos e pretende enquadrar e apresentar a intervenção pedagógica e a investigação que foram desenvolvidas. Assim, o subcapítulo 1.2. tem como horizonte o enquadramento do contexto educativo, designadamente, da escola (1.2.1.) e da turma (1.2.2.) de implementação do Projeto de Intervenção Pedagógica. De seguida, no subcapítulo 1.3. apresenta-se o enquadramento geral da problemática em estudo, com destaque para o papel da educação em ciências na formação do aluno do século XXI (1.3.1.), a relevância das AL na formação dos alunos de ciências (1.3.2.), e a conseqüente preponderância no desenvolvimento e implementação de estratégias para mitigar constrangimentos e restrições impostas pela pandemia, particularmente, no uso de AL no ensino da Biologia (1.3.3.). Nos subcapítulos seguintes, definem-se os objetivos que orientaram a investigação (1.4.), argumenta-se em prol da sua importância (1.5.), referem-se as limitações que afetaram a mesma (1.6.) e, finalmente, descreve-se o plano geral da dissertação (1.7.).

1.2. Enquadramento contextual da intervenção pedagógica e investigação associada

1.2.1. Caracterização da escola

O Projeto de Intervenção Pedagógica foi desenvolvido numa escola secundária pública, situada no concelho de Braga. O Agrupamento de Escolas da qual faz parte, está implementado numa área ocupada por mais de 23% da população residente no referido concelho e congrega para além da respetiva escola secundária – *a escola sede do agrupamento* – mais nove estabelecimentos, dos quais: i) uma escola básica; ii) dois jardins de infância; iii) duas escolas básicas do 1º Ciclo (EB1); e iv) quatro escolas básicas do 1º Ciclo com jardim de infância associado (EB1/JI). Detentor de uma vasta diversidade de oferta educativa e classificado como um dos maiores agrupamentos de escolas do país, o Agrupamento em evidência herda da comunidade envolvente uma imagem de excelência, encontrando-se categorizado a nível socioeconómico, no contexto mais favorecido. De acordo com o Projeto Educativo (2019-2022), documento que consagra a orientação educativa do agrupamento de escolas, o dia a dia “assenta no garante de aprendizagens de qualidade para todos e de cada um dos alunos, tendo em vista a implementação de uma educação e ensino inclusivos, garantindo, em termos humanos e materiais, a igualdade no acesso e no sucesso educativo dos alunos com necessidades educativas especiais (NEE) que representam uma parcela superior a 4% da população escolar”. Essas garantias de qualidade “envolvem um ambiente de participação, atendendo a um contexto plural e transformador, ancoradas em dinâmicas de trabalho que visam a formação dos alunos e o desenvolvimento das competências

previstas no Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória”.

1.2.2. Caracterização da turma

O Projeto de Intervenção Pedagógica foi implementado numa turma do 10.º ano de escolaridade do Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias, na disciplina de Biologia e Geologia, no âmbito da unidade «Distribuição de matéria nos seres vivos». A turma em que decorreu a investigação era constituída por vinte e sete alunos (dezassete raparigas e dez rapazes), com idades compreendidas entre os catorze e os dezasseis anos de idade. Integram a turma dois alunos com NEE, um com diagnóstico de Perturbação do Espectro do Autismo, que assistiu sempre às aulas, presencialmente, e outro com diagnóstico da Diabetes Mellitus tipo 1 (DM1), que assistiu sempre às aulas por videoconferência, devido a motivos de saúde e decisão dos próprios pais. No que toca ao perfil comportamental, a turma não registava casos ou situações problemáticas. Relativamente à disciplina de Biologia e Geologia, a turma apresentava uma participação bastante heterogénea, contrastando entre alunos que participavam exaustivamente e outros pouco ou nada participativos. Neste contexto, é de evidenciar a existência de uma correlação entre a participação dos alunos em sala de aula e o seu desempenho/aproveitamento na disciplina, isto é, constatava-se que os alunos mais participativos, também obtinham os melhores resultados a Biologia e Geologia. A Tabela 1 apresenta a distribuição dos alunos, em função das características género e idade.

Tabela 1 – Características do grupo participante no estudo

Características		Alunos (n=27)	
		f	%
Género	Masculino	10	37,0
	Feminino	17	63,0
Idade	14	6	22,2
	15	19	70,4
	16	2	7,4

1.3. Enquadramento geral da investigação

1.3.1. O papel da educação em ciências na formação do aluno do século XXI

O consumismo desenfreado da sociedade atual desafia os limites da sustentabilidade ambiental e põe em causa a nossa sobrevivência. Além disso, as nossas vidas estão cada vez mais imersas na tecnologia e na ciência, sem que, muitas vezes, as compreendamos (Martins, 2020). De facto, cada vez mais, o nosso dia a dia exige a tomada de decisões e escolhas informadas pois, caso contrário, não será possível ultrapassar alguns dos desafios que se colocam à sociedade atual: i) “Qual o papel de cada

indivíduo face às alterações climáticas?"; ii) "Que soluções adotar para combater o excesso de desperdício?"; iii) "Como prevenir infeções e bactérias multirresistentes?"; iv) "Quais os princípios de funcionamento das tecnologias presentes no nosso dia a dia?"; v) "Como distinguir crenças de factos científicos?"; vi) "Quais os limites da ciência?"; e vii) "Qual o papel do professor na educação da literacia científica?" (Spínola & Carreira, 2021). O conceito de literacia científica surge enquanto "capacidade de um indivíduo para se envolver em questões sobre ciência e compreender ideias científicas, como um cidadão reflexivo, sendo capaz de participar num discurso racional sobre ciência e tecnologia" (OCDE, 2003).

À semelhança de outras áreas educativas, também o ensino das ciências tem de se adaptar às novas vivências e exigências sociais (Sanmartí Puig & Marchán Carvajal, 2015), não apenas porque a ciência evoluiu, mas porque a sociedade mudou (Spínola & Carreira, 2021). A mudança de paradigmas centrados exclusivamente no conhecimento, para outros que se focam no desenvolvimento de competências (promotoras de conhecimentos, capacidades e atitudes), adequadas aos exigentes desafios destes tempos, requerem cidadãos cada vez mais informados, educados e socialmente integrados, ou seja, jovens adultos capazes de pensar crítica e criativamente (DGE, 2017). Em concordância, Galvão *et al.* (2017) defendem que a transição de paradigma na educação, impõe um (re)pensar pedagógico, um novo papel docente e uma forma diferente de interagir e ensinar, na qual, particularmente, na educação em ciências, exige-se que se "desenvolva como postura construtora no mundo" (DGE, 2017). Deste modo, a escola e o professor assumem um papel basilar na forma como preparam o aluno, enquanto cidadão, para um futuro incerto (Aikenhead, 2009).

Em Portugal, a Lei de Bases do Sistema Educativo (LBSE) define as grandes finalidades do sistema educativo, ao destacar nos seus princípios gerais, o papel da educação em ciências na "formação de cidadãos livres, responsáveis, autónomos e solidários", "capazes de julgarem com espírito crítico e criativo o meio social em que se integram e de se empenharem na sua transformação progressiva" (LBSE, 1986). De acordo com os seus princípios organizativos, o sistema educativo português deve organizar-se de forma a "desenvolver a capacidade para o trabalho e proporcionar, com base numa sólida formação geral, uma formação específica para a ocupação de um justo lugar na vida ativa". Neste documento referencial, encontram-se ainda patentes os objetivos propostos para os ensinos básico e secundário, no sentido de proporcionar a "aquisição de atitudes autónomas, visando a formação de cidadãos civicamente responsáveis e democraticamente intervenientes na vida comunitária". Por outro lado, os currículos de ciências apelam à promoção da cultura (ou literacia) científica nas crianças e nos jovens (Santos, 2002) com o intuito de daí advirem, cidadãos emancipados quanto à compreensão

das inter-relações Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) mas, também, mais bem preparados para dar continuidade aos estudos (Gil & Vilches, 2001). Além de possibilitar a formação de cidadãos cientificamente cultos (Dourado & Leite, 2008; Leite, 2006), a educação em ciências é um direito de todos os cidadãos nas sociedades democráticas (Martins, 2020).

No entendimento desta última autora, a dimensão mais importante na construção de competências diversas a alcançar pelos alunos (e.g.: saber ser questionador, crítico, reflexivo, criativo, comunicador, argumentativo, flexível perante a mudança, culto do ponto de vista científico para a sua idade, saber resolver problemas), recai sobre a orientação didática, pois considera “o aluno o centro da aprendizagem e as aprendizagens o centro do processo educativo”. Por sua vez, Santos (2002) afirma que para estimular o desenvolvimento dessas competências nos alunos, não basta haver preocupação com a transmissão e aquisição de conhecimentos, pelo que priorizar a utilização da perspectiva tradicional da aprendizagem (meramente transmissiva), ou seja, um ensino das ciências demasiadamente focado nos conteúdos, sem qualquer ligação com o quotidiano (ensino descontextualizado), não será o mais adequado para as desenvolver (Azevedo, 2004). O mesmo autor acrescenta que um ensino que tenha como um dos seus principais objetivos promover a cultura científica, deve permitir ao aluno a oportunidade de participar no processo de aprendizagem, no sentido de desenvolver a argumentação e aplicar a sua razão, em vez da imposição de pontos de vista ou respostas definitivas, pois, caso contrário, contribui-se para uma “visão fechada das ciências”. Na opinião de Galvão *et al.* (2017) é crucial selecionar ferramentas de ensino e aprendizagem adequadas na sala de aula, que permitam a utilização de perspectivas de aprendizagem permanente, visto serem promotoras de ambientes desafiantes/estimulantes, criativos e envolventes para os alunos (Autio *et al.*, 2007; Comissão Europeia, 2004).

Conforme acaba de se expor, é globalmente aceite que o ensino das ciências tem necessidade de evoluir em qualidade, seguindo perspectivas construtivistas centradas nos alunos, direcionando-se para o desenvolvimento de competências e valorizando os processos de aprendizagem, ao invés dos produtos (Galvão *et al.*, 2006). Esta perspectiva coaduna-se com o conceito multidimensional proposto por Hodson (1998, citado por Cachapuz *et al.*, 2004) ao sugerir que os indivíduos devem: i) «aprender ciência» – adquirir e desenvolver conhecimento concetual; ii) «aprender sobre ciência» – compreender a natureza e métodos da ciência, a evolução e história do seu desenvolvimento, assim como, manter uma atitude de abertura e de interesse pelas relações complexas Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA); e iii) «aprender a fazer ciência» – desenvolver competências de pesquisa e resolução de problemas.

Embora a educação em ciências, seja considerada uma via crucial para enfrentar e ajudar a

ultrapassar alguns dos problemas graves com que a sociedade se depara, segundo Kyle Jr. (2020) não está a ser bem equacionada, pois os resultados alcançados pela aprendizagem da ciência escolar, não satisfazem os objetivos de educação das sociedades atuais. Na maioria das vezes, os conteúdos ensinados na escola em vez de “constituírem um meio para o desenvolvimento de competências, constituem-se como informações que são rapidamente esquecidas” pelos alunos (Almeida, 2004). Deste modo, há cada vez mais jovens que não gostam de ciências, têm dificuldade na sua aprendizagem e evitam carreiras científicas (Schreiner & Sjøberg, 2004), o que, sendo preocupante, requer que se identifiquem razões que possam ajudar a esclarecer e a explicar esta progressiva desmotivação (Lourenço & Paiva, 2010).

Certamente que, a este desinteresse dos alunos não serão alheias formas inadequadas de ensinar ciências, designadamente, aquelas que sobrevalorizando a memorização, parecem esquecer acima de tudo, que é necessário ganhar e desenvolver o gosto por aprender (Santos, 2002). Assim sendo, a motivação em contexto escolar/educativo, apresenta-se como um importante desafio a ser enfrentado, já que tem implicações diretas na qualidade do envolvimento dos alunos no processo de ensino e aprendizagem (Alcará & Guimarães, 2007). Para estes autores, os alunos quando motivados, procuram novos conhecimentos e mostram-se envolvidos no processo de aprendizagem, aplicando-se nas tarefas com entusiasmo e demonstrando disposição para novos desafios.

Um dos contextos que facilita a interação entre os alunos, promove a aprendizagem das ciências e orienta-os na (re)construção dos seus conhecimentos prévios é o laboratório (Millar, 2002; Hofstein & Lunnetta, 2003; Lunnetta *et al.*, 2007), daí a sua importância em educação em ciências ser amplamente reconhecida, não só por professores e investigadores mas, também, por decisores de políticas educativas e de currículos (Gabriel *et al.*, 2006). De facto, as atividades laboratoriais (AL) quando implementadas na sala de aula ou no laboratório, assumem-se como uma metodologia que visa o desenvolvimento de várias competências nos alunos, contudo requer que compreendamos o seu efeito tanto ao nível da motivação, como das aprendizagens adquiridas, sendo para isso, necessário envolvê-los durante todo o processo. O trabalho investigativo aqui apresentado, centra-se no estudo da implementação de AL sob demonstração em alunos do 10.º ano de escolaridade, ao longo da unidade didática «Distribuição de matéria nos seres vivos”, com recurso à estratégia Prevê-Observa-Explica (POE) pois, tal como refere Gunstone (1991, citado por Barbosa, 2012) são condizentes com as atuais perspetivas construtivistas para o ensino das ciências.

1.3.2. As atividades laboratoriais e a formação dos alunos de ciências

Atualmente, nenhum cidadão deve ignorar a ciência e a tecnologia, nem abstrair-se da

importância do conhecimento científico e tecnológico para compreender os problemas do mundo, na busca por propostas de resolução que possibilitem minorá-los (Martins *et al.*, 2011). A evidência de um mundo moderno cada vez mais “artificial” no que toca à intervenção humana (Ricardo, 2007), exige dos cidadãos, variados níveis de qualificação científica e tecnológica para uma intervenção crítica e responsável no âmbito da resolução de problemas e tomadas de decisão (Martins *et al.*, 2011).

Assim, partindo do pressuposto de que “ninguém pode ser considerado culto, sendo inculto do ponto de vista científico” (Martins, 2004), a educação em ciências, enquanto ferramenta base que deve abranger todos os cidadãos nas sociedades modernas e contemporâneas (Martins *et al.*, 2011), torna-se essencial, não só, na educação de “futuros cientistas”, como na formação de toda a população (Harlen, 2006). Esta preparação dos cidadãos, tendo em conta a sua formação pessoal mas, também, a sua preparação efetiva e responsável fora do contexto académico (Figueiroa, 2007), implica a emergência de uma educação científica que proporcione situações educativas promotoras do pensamento crítico (Tenreiro-Vieira & Vieira, 2006), as quais, por sua vez, não podem deixar de ter repercussões no ensino das ciências (Figueiroa, 2012; Pereira *et al.*, 2011).

De acordo com Acevedo Diaz (2006), o ensino das ciências deve apresentar-se numa lógica focalizada, não apenas na instrução, tendo em vista, somente, a vertente académica mas, fundamentalmente, com finalidades de “carácter útil e eminentemente prático”. No entanto, na concretização de tais finalidades, devem ser facultadas ao aluno situações de investigação (Martins *et al.*, 2011), úteis à aprendizagem de metodologia científica, promotora do desenvolvimento de capacidades de resolução de problemas (de conhecimento, de raciocínio, de comunicação, de atitudes), relevantes no dia a dia e que constituem o alicerce de uma formação científica adequada (Procópio *et al.*, 2010).

Uma das formas de proporcionar aos alunos essas situações de investigação, é a realização de atividades práticas, designadamente, atividades experimentais e atividades laboratoriais, dada a multiplicidade de atitudes investigativas que contemplam (Dillon, 2010; Harlen, 2010), entre as quais: i) questionar; ii) prever; iii) planificar; iv) observar; v) registar; vi) argumentar; e vii) concluir (Figueiroa, 2012). Tendo em conta que diferentes tipos de atividades práticas permitem desenvolver nos alunos, diferentes tipos de competências, torna-se pertinente clarificar alguns conceitos neste domínio, por causa da existência de uma certa ambiguidade associada (Figueiroa, 2003; Leite, 2001).

Ao longo dos tempos, o conceito de atividade laboratorial tem sido, por várias vezes, confundido com outros conceitos, nomeadamente, o de atividade prática e/ou atividade experimental, visto que muitos professores atribuem-lhes o mesmo significado (De Pro Bueno, 2000; Hodson, 2009; Hofstein &

Mamlok-Naaman, 2007; Leite, 2001). Começamos então, por fazer uma breve referência aos diferentes tipos de atividades realizadas nas escolas, tomando por base a classificação que Leite & Figueiroa (2004) apresentam, na qual, atividade prática, atividade experimental e atividade laboratorial são termos que correspondem a conceitos distintos. Assim: as i) atividades práticas – são atividades em que o aluno está ativamente envolvido, através da manipulação de recursos e materiais diversos; as ii) atividades experimentais – são atividades que podem realizar-se em contextos laboratoriais e/ou de campo, ou em ambiente multimédia, ocorrendo o controlo e a manipulação de variáveis; e as iii) atividades laboratoriais – são atividades que envolvem o uso de material de laboratório, para reproduzir um facto ou fenómeno físico, natural ou químico, mas cuja execução decorre ou num laboratório, ou numa sala de aula, desde que se salvaguardem as condições de segurança.

Para as últimas autoras citadas, todas as atividades laboratoriais e experimentais são atividades práticas mas, somente, uma parte das atividades laboratoriais são de tipo experimental. Deste modo, e muito sumariamente, classificamos as AL como sendo “de cariz experimental” e “de cariz não experimental”, em que, as primeiras envolvem a manipulação de variáveis, com recurso a materiais de laboratório” (e.g.: o estudo da influência da temperatura na germinação de sementes ou a análise da permeabilidade em diferentes tipos de solo) e, as segundas, apesar de não envolverem, obrigatoriamente, a manipulação de variáveis, também, requerem a utilização de materiais de laboratório (e.g.: a observação microscópica de células ou a simulação de uma erupção vulcânica) (Silva, 2013). Ao conjunto de AL, designamos trabalho laboratorial (TL) Leite (2001).

Importa referir que, de agora em diante, iremos centrar-nos apenas nas AL, visto serem o objeto de estudo deste trabalho investigativo e ocuparem um lugar de destaque no ensino das ciências, ao contribuírem para o desenvolvimento de competências pessoais, processuais e epistemológicas dos alunos (Silva, 2009).

Apontadas como o recurso didático que mais tem reunido a atenção de educadores e investigadores em educação em ciências (Dourado & Leite, 2008), as AL podem possibilitar a consecução de objetivos diversos e integrar exigências cognitivas (e.g.: fazer previsões, analisar dados) e psicomotoras (e.g.: utilizar equipamentos, manipular materiais em segurança, etc.) muito diferentes para os alunos (Leite, 2000). Neste contexto, tomamos como referência a categorização adotada por Hodson (1994, citado por Leite, 2000), que sintetiza os objetivos passíveis de serem atingidos através da implementação de AL no ensino das ciências, nomeadamente: i) motivação dos alunos; ii) aprendizagem de conhecimento concetual, ou seja, conceitos, princípios, leis, teorias; iii) aprendizagem de competências e técnicas laboratoriais, aspetos fundamentais do conhecimento procedimental; iv)

aprendizagem de metodologia científica, nomeadamente, no que se refere à aprendizagem dos processos de resolução de problemas no laboratório, os quais envolvem, não só conhecimentos conceituais mas, também, conhecimentos procedimentais; e v) desenvolvimento de atitudes científicas, as quais incluem, rigor, persistência, raciocínio crítico, pensamento divergente e criatividade.

De facto, o laboratório propicia um ambiente de aprendizagem único, no qual os alunos podem aprender métodos de pesquisa e desenvolver competências de investigação científica mas, também, adquirir conhecimentos acerca da natureza das ciências, essenciais para a compreensão das características do conhecimento científico (Millar, 2002; Hofstein & Lunnetta, 2003; Lunnetta *et al.*, 2007). Além disso, permite aos alunos aprender a trabalhar cooperativamente, em pequenos grupos, para por exemplo, investigarem fenómenos científicos (Hofstein & Lunnetta, 2003), interagindo com os materiais e/ou observando modelos que ajudem a compreender o mundo natural (Hofstein & Mamlok-Naaman, 2007).

Tamir (1991, citado por Figueiroa, 2014) refere que a simples passagem da sala para o laboratório já produz no aluno, interesse e prazer pela aula, porque no laboratório encontra uma enorme diversidade de equipamento e até de seres vivos. Na opinião do autor, é ainda um espaço muito mais relaxante e contrastante, comparativamente, à sala de aula tradicional, possuindo as condições certas para satisfazer a curiosidade natural dos alunos, desenvolver a sua capacidade de iniciativa, trabalhar autonomamente e confrontar os resultados do que vai fazendo, esperando a todo o momento “mexer e mexer-se” na cooperação com colegas e professor. Portanto, a motivação e o desenvolvimento de atitudes científicas por parte dos alunos, devem ser preocupações presentes em toda e qualquer AL realizada (Leite, 2000).

Embora não revele grande lógica executar uma atividade apenas com a finalidade de desenvolver uma aprendizagem ou adquirir somente uma técnica (Figueiroa, 2014), ela deverá direccionar-se e centrar-se apenas em alguns objetivos específicos, devidamente sequenciados (De Pro Bueno, 2000). Assim, torna-se possível na realização da mesma AL, atingir diferentes objetivos e facultar a aquisição de aprendizagens de naturezas diversas (Figueiroa, 2013). Contudo, o número de objetivos definidos para a realização de uma AL deverá ser cuidadosamente tido em conta, de maneira que as exigências das atividades colocadas, não ultrapassem as capacidades de aprendizagem dos alunos (Figueiroa, 2014). Daí, ser escrupulosamente necessário selecionar e estruturar cada atividade em função do(s) objetivo(s) pretendido(s) (Leite & Figueiroa, 2004).

Por outro lado, é igualmente significativo, que os professores entendam que apesar de o laboratório ser um recurso importante, ele não constitui uma panaceia para todos os males da educação

em ciências (Hodson, 1994, citado por Martins, 2009) pois, caso a implementação das AL não decorra da melhor forma, os resultados esperados acabarão por não ser atingidos (Afonso & Leite, 2000). Assim sendo, e atendendo a que a seleção e adaptação das AL em conformidade, possam vir a contribuir para a aprendizagem de conhecimentos conceituais, de conhecimentos procedimentais e/ou de metodologia científica (Leite, 2000), não é menos verdade, que as práticas desajustadas, em contexto de laboratório, acabarão por confundir, complicar e desmotivar os alunos (Figueiroa, 2014). Portanto, realizar algumas AL, nem sempre significa que seja preferível a realizar nenhuma, pelo que a sua utilidade depende, acima de tudo, do modo como são implementadas (Leite, 2000).

1.3.3. O ensino das ciências no contexto da COVID-19: Repercussões e estratégias para mitigar constrangimentos e restrições impostas pela pandemia, particularmente, no uso de atividades laboratoriais no ensino da Biologia

A 11 de março de 2020, a Organização Mundial da Saúde (OMS), declarou a COVID-19 – doença infecciosa causada pelo vírus SARS-CoV-2 – como uma pandemia, tendo em conta a sua enorme propagação mundial e o facto de afetar um grande número de pessoas (Cook, 2020; Parihar *et al.*, 2021). Incontornavelmente, esta doença infecciosa assumiu repercussões nas várias dimensões da vida em sociedade, ao interferir de forma direta na saúde, assim como, nas atividades económicas, sociais e culturais mas, sobretudo, afetando de forma determinante a educação (Harangi-Rákos *et al.*, 2022; Torres, 2021). A escola foi, de facto, forçada a reinventar-se num curto espaço de tempo (Revel Chion & Adúriz-Bravo, 2021), influenciando, necessariamente, todos os alunos mas, acima de tudo, os mais vulneráveis (OCDE, 2020).

Em Portugal, a pandemia impôs a obrigatoriedade do uso de máscara em todas as aulas presenciais, algumas medidas de distanciamento e higienização dentro das escolas, tornando o ensinar e o aprender mais complicados, embora preferível ao Ensino à Distância – E@D (Inácio, 2021). Neste contexto, foram vários os desafios colocados aos alunos e professores dos diferentes níveis de ensino, com particular relevância para os de ciências (Fernandes *et al.*, 2021). Se por um lado, a situação pandémica veio reforçar o papel da ciência na sociedade, tornando-a imprescindível à compreensão do vírus, da doença e suas implicações no quotidiano (Torres & Rodrigues, 2022), por outro, permitiu lançar alguns “reptos” à educação em ciências, acentuando a necessidade dos alunos compreenderem como a ciência se desenvolve (natureza da ciência) e desenvolverem competências que lhes permitam superar os mais variados desafios, fundamentais para tomarem decisões informadas, conscientes e responsáveis (Revel Chion & Adúriz-Bravo, 2021; Moura *et al.*, 2021; Torres, 2021).

De acordo com Martins *et al.* (2011), o ensino das ciências deve ser entendido, primeiramente, como impulsionador da literacia científica, pelo que capacitar os alunos com um nível de literacia adequado (DeBoer, 2000), a fim de lhes possibilitar a tomada de decisões informadas *em e na* sociedade, revela-se determinante para “promover a informação e combater a desinformação” (Torres & Rodrigues, 2022). Há anos que o conceito de literacia científica é o eixo do desenvolvimento curricular das disciplinas de ciências (Pereira, 2020), porém os reduzidos níveis de literacia científica apresentados pelas populações denunciam que ensinar ciências nunca foi uma tarefa fácil (Martins, 2002). Por conta das grandes transformações que ocorrem na sociedade, os desafios aumentam cada vez mais, tanto em relação às exigências que a sociedade faz à escola, como aos conhecimentos a ensinar, aos melhores métodos para fazê-lo e aos alunos destinatários (Jimenez Aleixandre, 2003). Diante disto, o ensino das ciências deve promover aprendizagens úteis e com sentido para os alunos, que não se centrem apenas na mera apropriação de saberes mas, preferencialmente, que haja uma articulação adequada entre a teoria, a observação e a experimentação (Martins *et al.*, 2006).

Os currículos de ciências de diversos países, incluindo os de Portugal, reafirmam a importância de se implementar o trabalho prático (TP) no ensino das ciências, nomeadamente, o de cariz laboratorial, para o desenvolvimento da literacia científica dos alunos, em prol de cidadãos conscientes, responsáveis e informados (Hofstein & Mamlok-Naaman, 2007). Com efeito, nas orientações curriculares para o ensino da Biologia e Geologia no ensino secundário, torna-se pertinente referir que esta disciplina procura numa “perspetiva de formação científica, expandir conhecimentos e competências dos alunos” nestas áreas do saber, assim como “a integração obrigatória das dimensões teórica e prático-experimental” (DGE, 2018). Porém, diante do contexto pandémico, a componente prática laboratorial inerente à disciplina de Biologia e Geologia, inicialmente proibida, foi sujeita a ajustes/desdobramentos para possibilitar a sua implementação, tendo o Governo português decretado algumas medidas de mitigação para evitar a propagação do vírus SARS-CoV-2 na sala de aula, das quais: i) os alunos tinham de manter distância entre eles, isto é, sentavam-se estritamente um em cada mesa; ii) a circulação entre mesas e dentro da sala eram proibidas; e iii) não podiam organizar-se em grupos, por conta de não partilharem material e equipamento entre si (DGE, 2021).

Segundo Leite (2001), por vezes, não é aconselhável que os alunos realizem AL, nomeadamente, quando existe perigosidade dos reagentes ou manuseamento incorreto do material, falta de recursos ou tempo. Adicionalmente, devido aos constrangimentos e condicionalismos impostos pela pandemia na sala de aula e no laboratório, há necessidade do professor recorrer, igualmente, a demonstrações (Watengãla, 2022). O recurso a este tipo de atividades, geralmente, representa um meio de ilustração

para tornar os conceitos/fenómenos/processos em estudo menos abstratos mas, também, de motivação para a participação dos alunos durante as aulas (Araújo & Abib, 2003). Todavia, o facto de serem os professores, os responsáveis pela execução dos procedimentos laboratoriais nas atividades demonstrativas, pode permitir, da mesma forma, um elevado envolvimento cognitivo por parte dos alunos – mesmo não sendo eles a executar os procedimentos – desde que a observação da realização da atividade, seja acompanhada pela sua participação ativa na previsão e na interpretação do que se vai passando (Leite, 2001).

Sendo o envolvimento concetual exigido pela realização de AL, particularmente, relevante no âmbito de uma perspetiva construtivista de ensino e aprendizagem, importa atender ao papel do aluno no processo de construção do seu conhecimento, já que ele utiliza as suas próprias estratégias de aprendizagem, articulando o que é novo com aquilo que já conhece (Barbosa, 2012). Para a autora, o aluno passa a ser detentor de um papel ativo na construção do seu conhecimento, transportando informação e saberes, que serão tidos em conta e valorizados no processo de aprendizagem. Deste modo, a perspetiva construtivista baseada no Ensino por Mudança Concetual (EMC) desenvolve um tipo de AL focado na mudança concetual dos alunos, com o objetivo de ajudar a diminuir as dificuldades de aprendizagem existentes. Ao professor cabe o papel de promover aprendizagens significativas e diagnosticar as conceções alternativas (CA) dos alunos (Barbosa, 2012). A identificação das fragilidades dos alunos, incluindo a falta de conhecimentos básicos e fundamentais para compreender as novas ideias, permite ao professor, agir de modo que eles superem essas dificuldades, num processo onde se vão “autorregulando e autotransformando, à medida que (re)constroem e transformam os seus conceitos, modificam a sua estrutura concetual e alteram a forma de observar e pensar os fenómenos” (Cachapuz *et al.*, 2002).

Conforme acaba se de expor, o tipo de AL que permite aos alunos explicar os resultados obtidos e/ou prevê-los, justificando desta forma as suas previsões, designam-se por atividades POE, dado que auxiliam os alunos na (re)construção e/ou no desenvolvimento da explicação acerca dos fenómenos naturais (Barbosa, 2012). O seguimento das etapas – 1. Prevê; 2. Observa; e 3. Explica – permite que os alunos prevejam, observem, analisem, interpretem, confrontem e concluam, proporcionando-lhes um maior envolvimento concetual (Figueiroa, 2013). Além de que, também lhes possibilita o desenvolvimento de quase todas as competências relevantes no trabalho dos cientistas, pelo elevado grau de envolvimento concetual e procedimental que deles exigem (Figueiroa, 2001; 2003).

Em suma, partindo do pressuposto que a consecução de AL ao abrigo da pandemia obriga à adoção de comportamentos e atitudes condicionantes, tanto na sala de aula como no laboratório, devido

aos obstáculos e barreiras que lhes estão inerentes – muito por culpa da proximidade física que os intervenientes em causa têm durante este tipo de aulas e/ou atividades – incita a que as mesmas sejam implementadas sob demonstração. Porém, a condição necessária para que uma demonstração não se reduza a uma simples observação e/ou entretenimento é a de implicar os alunos na mesma, evitando uma atitude mais passiva da sua parte (Minner *et al.*, 2010). Sendo assim, o recurso à estratégia POE tem como principal objetivo a participação dos alunos durante todo o processo, ou seja, na previsão, na interpretação e na explicação do que vai acontecendo, já que este envolvimento cognitivo é o mais importante para a aprendizagem de conceitos – aprendizagem de conhecimento concetual.

1.4. Objetivos da investigação

Desde há algum tempo, que o plano curricular da disciplina de Biologia e Geologia no ensino secundário, exige que os alunos tenham contacto com as suas componentes teórica e prática. No entanto, devido à pandemia de COVID-19 o momento atual é particularmente atípico. No ano letivo de 2020/2021, a Direção-Geral da Saúde (DGS) decretou a suspensão das aulas práticas laboratoriais realizadas em contexto normal, aquando do regresso ao ensino presencial do ensino secundário – *19 de abril de 2021* – em todas as disciplinas que incorporassem uma componente prática, como medida (adicional) de prevenção do contágio do vírus SARS-CoV-2 em ambiente escolar. Perante esta nova realidade, muitos professores de ciências optaram por privilegiar um ensino mais transmissivo, centrado nos conteúdos, em detrimento da utilização de perspetivas construtivistas, as quais, geralmente, primam por um maior incentivo ao desenvolvimento de capacidades de pensamento dos alunos, ajudando-os no processo de “aprender a aprender” e promovem o desenvolvimento de capacidades de resolução de situações problemáticas e de adaptação à mudança (Santos, 2002).

Ainda que a escola secundária onde decorreu o Projeto de Intervenção Pedagógica, estivesse dotada de laboratórios devidamente equipados, que em contexto normal, permitem a realização de AL na disciplina de Biologia e Geologia. O contexto pandémico motivou ajustes/desdobramentos para a realização dessas atividades, nomeadamente, a sua implementação sob demonstração. Portanto, não sendo viável que os alunos executem, em grupo, os procedimentos laboratoriais, pois implica proximidade física e manipulação de diferentes materiais, a realização das atividades sob demonstração não impede, igualmente, o seu envolvimento cognitivo. Assim, nada impossibilita que eles prevejam e/ou explicitem as suas ideias acerca da temática em estudo e participem ativamente na definição do objetivo da atividade e procedimento a realizar, na interpretação dos resultados obtidos e na elaboração das conclusões.

Conforme acaba de se expor, tornou-se imprescindível desenvolver a presente investigação para ir ao encontro desta problemática e, portanto, o principal objetivo que se pretendia alcançar, passava por avaliar o contributo das AL implementadas sob demonstração com recurso à estratégia POE, como forma de promover a motivação e as aprendizagens dos alunos. Para tal, definiram-se os seguintes objetivos específicos:

- Planificar atividades laboratoriais POE sob demonstração, adequadas às aprendizagens do tema “Sistemas de transporte dos seres vivos”, no 10.º ano de escolaridade;
- Envolver os alunos durante a implementação das atividades laboratoriais POE, planificadas sob demonstração;
- Averiguar o impacto da realização das atividades laboratoriais POE, na motivação e aprendizagens dos alunos.

1.5. Relevância da investigação

Atualmente, os documentos curriculares estabelecidos para a disciplina de Biologia e Geologia, no 10.º ano de escolaridade – as Aprendizagens Essenciais (AE) em articulação com o Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória (PA) – preconizam a “integração obrigatória das dimensões teórica e prático-experimental” e, neste contexto, devem as “estratégias de ensino e avaliação ser pensadas de forma intencional e integrada”, atendendo às AE preconizadas para a disciplina e ano indicados e às áreas de competências do PA que se pretendem desenvolver (DGE, 2018).

As AL incluem-se nestes desafios, ao apresentarem-se como um dos recursos didáticos à disposição dos professores no ensino das ciências. Estas ferramentas visam a promoção e o desenvolvimento de várias competências nos alunos, no âmbito da resolução de problemas e tomadas de decisão, tidas como ferramentas cruciais para o exercício de uma cidadania responsável e democrática e, como tal, devem ser parte integrante e fundamental no processo de ensino e aprendizagem da Biologia e Geologia, no 10.º ano de escolaridade. Além de reforçarem a relação entre pares e entre o aluno e o professor, são suscetíveis de contribuir, igualmente, para: i) motivar os alunos, estimulando o seu interesse e diversão; ii) possibilitar a aprendizagem de técnicas de laboratório; iii) fomentar a aprendizagem de conceitos científicos; iv) promover a introdução à metodologia científica; e v) desenvolver competências para a sua utilização, designadamente, certas “atitudes científicas” como objetividade, persistência, raciocínio crítico e consideração de ideias de outros (Hodson, 2000). A aprendizagem obtida em contexto laboratorial depende, acima de tudo, da natureza das atividades implementadas e da forma como são abordadas pelos professores e manuais escolares e, por isso, o maior ou menor envolvimento dos alunos durante todo o processo, influencia em muito a sua

aprendizagem (Leite, 2000). Note-se que o grau de abertura de cada AL é tanto maior quanto mais elevado for o nível de envolvimento do aluno, na execução de cada uma delas (Figueiroa, 2001; 2003).

Habitualmente, as temáticas “Sistemas de transporte das plantas” e “Sistemas de transporte dos animais”, integradas na unidade de ensino explorada «Distribuição de matéria nos seres vivos», envolvem a utilização de AL ilustrativas, apoiadas por protocolos do tipo receita, que ou incluem o resultado ou conduzem, inevitavelmente, ao único resultado possível (Leite, 1999a; 1999b). Todavia, a forma como estas AL costumam ser implementadas nas escolas, normalmente, envolve a organização dos alunos em grupos de trabalho e a realização (pelo menos) do procedimento por eles. No entanto, as medidas e regras de segurança impostas pelo Governo para tentar evitar a disseminação do vírus em ambiente escolar, focavam os pressupostos referidos, tendo inclusive, inicialmente, proibido e, posteriormente, condicionado a sua consecução, obrigando a que as condições de realização das AL fossem repensadas.

Face ao exposto, e tendo por base o envolvimento cognitivo e a participação ativa dos alunos durante todo o processo, as AL implementadas no âmbito desta investigação, realizaram-se sob demonstração e orientaram-se de acordo com a estratégia POE, de forma a ultrapassar os condicionalismos supramencionados e atenuar os constrangimentos decorrentes da sua implementação sob demonstração.

1.6. Limitações da investigação

O presente estudo investigativo apresenta, *a priori*, algumas limitações. Antes de mais, importa salientar o desafio que representa a gestão do desenvolvimento do Projeto de Intervenção Pedagógica, em simultâneo com as restantes unidades curriculares inerentes ao Mestrado de Ensino de Biologia e Geologia no 3º Ciclo do Ensino Básico e Ensino Secundário.

Uma das limitações que decorre desta investigação, relaciona-se com o reduzido número de participantes (n=25), o que torna a análise dos dados recolhidos algo subjetiva, impossibilitando qualquer generalização dos resultados obtidos e respetivas conclusões, sendo as mesmas aplicáveis apenas ao contexto em estudo.

O curto intervalo de tempo em que o estudo decorreu constitui outra limitação. O reduzido número de horas disponíveis para a prática letiva, condicionou, devido à sua extensão, a lecionação, a compreensão dos conteúdos programáticos, a execução dos procedimentos e, também, a implementação de um maior número de AL. Estas atividades são morosas, não só pela sua natureza mas, também, pelo escasso contacto dos alunos com as mesmas ao longo do percurso escolar, pelo

que é necessário ter em conta que o impacto das duas AL implementadas ao nível das aprendizagens e motivação dos alunos poderá estar de algum modo afetado. Assim, torna-se pertinente alargar o intervalo de tempo do estudo, de forma a permitir implementar uma maior quantidade de AL, e estender a sua implementação a conteúdos programáticos diferentes, para assegurar a fiabilidade dos resultados de natureza investigativa.

Considera-se também uma limitação deste estudo, a falta de oportunidades dadas aos alunos, ao longo do ano letivo 2020/2021, para experienciarem e/ou vivenciarem o ambiente em laboratório, motivado pela pandemia, esse contacto apenas ocorreu durante esta intervenção pedagógica (ainda que sob condições “especiais”), torna-se conveniente implementar as mesmas AL em contexto normal e, posteriormente, proceder à análise comparativa dos resultados obtidos em ambos os contextos (pandémico e normal).

Os questionários utilizados neste estudo também representam outra das suas limitações. Apesar da indicação verbal e escrita para o seu preenchimento completo e individualizado pelos alunos, muitos não responderam a várias questões (principalmente no questionário de conhecimentos) e, alguns comentavam as respostas com o seu par, o que resultou em respostas bastante semelhantes ou, em alguns casos, até iguais, o que pode condicionar a validade das mesmas.

Também foram limitações, a utilização da máscara na sala de aula porque condiciona a transmissão da mensagem, não apenas pelo obstáculo à propagação do som mas, também, por limitar a transmissão da componente não verbal da linguagem. Alguns alunos assistiram à implementação das AL através do ensino *online*, o que obrigou à adoção de uma logística ainda mais complexa. A discrepância da gestão de aulas por turnos, assumiu-se como um dos maiores desafios pelas características verdadeiramente distintas nos alunos que os compõem. Por fim, a greve da função pública marcada para o dia 20 de maio de 2021 e o feriado do Corpo de Deus no dia 03 de junho de 2021, condicionaram, igualmente, a calendarização das aulas lecionadas durante a intervenção pedagógica.

1.7. Plano geral da investigação

Este documento, que relata a investigação realizada, encontra-se organizado em cinco capítulos.

No **primeiro capítulo** – *Contextualização e apresentação da investigação* – procede-se ao enquadramento contextual (1.2.) e geral (1.3.) da intervenção pedagógica e investigação associada e, logo de seguida, apresenta-se o estudo desenvolvido, enunciando os seus objetivos (1.4.), a sua importância (1.5.), as suas limitações (1.6.) e, por fim, o seu plano geral (1.7.).

No **segundo capítulo** – *Fundamentação teórica* – faz-se uma revisão de literatura, que engloba tópicos relacionados com o tema central da investigação. Esta secção visa a fundamentação do trabalho do ponto de vista teórico e o seu enquadramento no seio da investigação. Deste modo, os tópicos explanados centram-se, sobretudo, na importância atribuída às AL no ensino das ciências (2.2.), na tipologia de AL ao dispor dos professores de ciências, em prol dos objetivos de aprendizagem que se pretendem atingir (2.3.), com particular destaque para as atividades laboratoriais POE (2.4.) e, por último, apresentam-se as potencialidades das atividades demonstrativas, nos respetivos constrangimentos e restrições impostas pela pandemia na sala de aula/laboratório (2.5.).

No **terceiro capítulo** – *Metodologia de investigação e intervenção pedagógica* – apresenta-se e fundamenta-se a metodologia de investigação adotada. Portanto, faz-se a descrição da intervenção pedagógica (3.2.), justificam-se as estratégias de ensino utilizadas (3.3.), descrevem-se a técnica e os instrumentos usados na recolha de dados (3.4.), indicando-se o seu plano geral (3.5.) e, finalmente, faz-se referência aos procedimentos adotados para efeitos de tratamento e análise de dados (3.6.).

No **quarto capítulo** – *Apresentação e análise de resultados* – apresentam-se e discutem-se os resultados obtidos no âmbito desta investigação. Desta forma, analisam-se os resultados obtidos no questionário de conhecimentos (4.2.) e nos questionários de opinião aplicados antes (4.3.) e depois da intervenção pedagógica (4.4.).

No **quinto capítulo** – *Conclusões, implicações e sugestões* – sistematizam-se as principais conclusões do estudo (5.2.), as suas implicações (5.3.) e sugestões para investigações futuras (5.4.). Para terminar, apresentam-se as referências bibliográficas por ordem alfabética e os apêndices considerados relevantes para uma melhor compreensão do trabalho investigativo.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Introdução

Este segundo capítulo, encontra-se seccionado em quatro subcapítulos e tenciona apresentar a explicitação sumária do quadro teórico de suporte que auxiliou à estruturação e implementação da investigação desenvolvida. O enfoque da revisão bibliográfica passa por descrever a importância atribuída às AL no ensino das ciências (2.2.), caracterizar os diferentes tipos de AL, tendo em conta os objetivos que cada uma permite alcançar (2.3.), justificar a importância das AL do tipo POE (2.4.) e, por fim, apresentar as potencialidades de utilização das atividades demonstrativas durante a pandemia (2.5.).

2.2. A importância das atividades laboratoriais no ensino das ciências

Com o passar dos anos, a intenção de melhorar o ensino das ciências, tem vindo a afirmar-se como um dos objetivos do Sistema Educativo Português, ao estimular os professores a inovar as suas práticas. Conscientes das múltiplas vantagens que podem resultar da aplicação de AL no ensino das ciências, as alterações curriculares e programáticas têm demonstrado uma preocupação constante em renovar as práticas do ensino – reforço da componente laboratorial – incentivando a sua utilização nos ensinos básico e secundário (Leite, 2001).

Para Silva (2009) as AL ocupam um lugar de destaque no ensino das ciências, pois contribuem para o desenvolvimento de competências pessoais, processuais e epistemológicas dos alunos. Por outro lado, Dourado & Leite (2008) consideram-nas o recurso didático que mais tem reunido a atenção de educadores e investigadores da área da educação em ciências, porque os primeiros, acreditam que este tipo de atividades está “intrinsecamente” associado às disciplinas da área das ciências e, os segundos, apesar de reconhecerem a sua importância, não têm sido capazes de “evidenciar inequivocamente o seu valor”. Neste âmbito, importa referir que as vantagens associadas às AL decorrem muito da perspetiva e/ou modelo de ensino, que se considere para o ensino das ciências (Barbosa, 2012).

Tradicionalmente, a implementação de AL no ensino das ciências tem vindo a ser utilizada dentro daquilo que Hodson (1990, citado por Dourado, 2005) designa por “aprender ciência”, ou seja, com vista a ajudar o aluno na aquisição e desenvolvimento de conhecimentos conceituais. Mas, no entendimento do autor, “impõe-se uma reconceptualização da sua utilização”, tendo em conta que a educação em ciências, inclui não só «aprender ciência» – corresponde aquilo que os alunos têm de “saber”; mas, também «aprender sobre ciência» – corresponde aquilo que os alunos têm de “saber fazer”; e «aprender a fazer ciência» –corresponde ao saber “ser” dos alunos.

Com o passar dos anos, aprender ciências tem vindo (aos poucos) a desvincular-se da

memorização dos conteúdos, para se associar ao desenvolvimento de competências que capacitam os alunos a participar de forma ativa, crítica e consciente na sociedade (Gómez, 2000). Nesse sentido, é globalmente aceite que o ensino das ciências tem necessidade de evoluir em qualidade, seguindo perspectivas construtivistas centradas nos alunos, direcionando-se para o desenvolvimento de competências e valorizando os processos de aprendizagem em vez dos produtos (Galvão *et al.*, 2006).

Em Portugal, alguns estudos realizados revelam resultados positivos e demonstram que a utilização de AL, pode desempenhar um papel fundamental na educação em ciências se, para além de incutir nos alunos o interesse pelas ciências, também promover o desenvolvimento de capacidades de resolução de problemas, favorecer a construção dos conceitos teóricos e a compreensão do trabalho científico (Vieira & Tenreiro-Vieira, 2005). No entanto, para os mesmos autores, torna-se necessário investir em mudanças ao nível da sua implementação, de forma a permitir aos alunos o desenvolvimento de competências a nível cognitivo, procedimental e atitudinal.

Uma das formas de proporcionar aos alunos tais competências é facultar-lhes situações de investigação (Martins *et al.*, 2011), com vista a envolvê-los ativamente em todas as etapas de implementação deste tipo de AL e, com isso, facultar-lhes uma visão mais correta acerca da natureza da ciência (Barbosa, 2012). Em concordância, Minner *et al.* (2010) apelam para a necessidade de os professores desenvolverem AL que partam de situações problemáticas abertas e que envolvam os alunos na planificação dos procedimentos, “porque o envolvimento ativo dos alunos durante a realização de investigações, tem um maior potencial de promover o desenvolvimento concetual do que qualquer outra estratégia mais passiva”. Também Dourado (2006), refere que os resultados de diversas investigações, apontam para a importância que as atividades de natureza investigativa apresentam para o desenvolvimento de competências dos alunos nos diferentes domínios: i) concetual (aquisição de conhecimento específico); ii) procedimental (formulação de problemas); e iii) atitudinal (envolvimento dos alunos na implementação das atividades e promoção de comportamentos sociais com a realização das atividades em grupo).

No entanto, as dificuldades que, habitualmente, os professores possuem na realização de trabalho investigativo (Vieira, 2003), reforçam a necessidade de uma constante atualização didática e pedagógica, quer por parte dos futuros professores, quer em relação aos docentes já profissionalizados (Figueiroa, 2014). Se por um lado, a utilização de AL é considerada “muito importante” por parte dos professores e “imprescindível” na educação científica, também é certo, que tem sido objeto de uma avaliação dispar, na medida em que, nem sempre se traduz numa mais-valia em termos de aprendizagem de conceitos científicos (Neves *et al.*, 2006). De facto, para estes autores, as críticas

apontadas à sua reduzida eficácia referem-se sobretudo ao tipo de AL que, usualmente, os professores implementam em sala de aula e até à forma como estes o apresentam aos alunos. Uma opinião análoga é defendida por Leite (2000), ao afirmar que bastante mais importante do que a quantidade de AL a realizar é o aspeto qualitativo, pois “usar algumas” nem sempre significa que seja preferível a “usar nenhuma”, dado que da forma como são utilizadas dependem as suas vantagens educativas.

Sendo grande parte da implementação de AL mal concebidas e sem real valor educativo, Figueiroa (2014) defende que “há ainda, um longo caminho a percorrer até a implementação de práticas pedagógico-didáticas corretas e adequadas, conseguir ganhar terreno no ensino das ciências”. Ainda neste contexto, e na tentativa de rentabilizar ao máximo as potencialidades advindas do laboratório, Hodson (1994, citado por Figueiroa, 2014) refere as etapas que devem ser incluídas pelos professores, na realização de uma atividade laboratorial para um melhor efeito da sua utilização no ensino das ciências, nomeadamente: i) tomar conhecimento das concepções e conhecimentos prévios dos alunos; ii) esboçar experiências com vista à pesquisa dessas ideias; iii) proporcionar estímulos que facilitem o desenvolvimento ou até mudar essas concepções; e iv) incentivar os alunos a repensarem e a refletirem sobre as suas opiniões.

Também Del Carmen (2000), pormenoriza uma série de etapas que deverão constar de qualquer tipo de atividade e que, segundo o autor, ajudam a motivar os alunos e constituem o elemento “chave” para a interiorização da proposta de atividade laboratorial, das quais se destacam: i) a apresentação do problema em que incidirá a atividade, contextualizando-a; ii) a explicação do procedimento; iii) a confirmação se foi ou não entendido e identificação dos conhecimentos prévios dos alunos, necessários para a realização da atividade; iv) a execução de uma ou mais atividades; v) a elaboração de resumos e conclusões; vi) a transmissão dos mesmos à turma; e, por fim, vii) a realização de atividades de síntese e atividades de avaliação.

Perante tudo o que se expôs, importa salientar que muitos professores argumentam que o ensino das ciências pode não ter interesse para os alunos se não incluir a realização de AL (Hofstein & Mamlok-Naaman, 2007) porém, isso não significa que todos os professores sejam, necessariamente, eficazes na aplicação deste recurso didático (Abrahams, 2011). De notar que a sua realização será pouco produtiva, se esta não se traduzir numa aprendizagem significativa por parte dos alunos, quer ao nível do conhecimento científico, quer sobre a ciência e os seus processos (Hodson, 1990, citado por Barbosa, 2012). Dourado (2001) defende que as aulas de ciências não devem levar os alunos a “reinventar a roda”, devem antes, levá-los a envolverem-se em atividades importantes de resolução de problemas, que incluam a colocação de questões, realização de observações, análise de dados, interpretação, explicação

e visualização das aplicações de conceitos científicos no mundo que os rodeia. Não obstante, visto que a maioria dos professores de ciências percebe a AL de uma forma pouco clara e/ou adequada (De Pro Bueno, 2000; Hodson, 2009; Leite, 2001), torna-se imprescindível uma formação de docentes de qualidade, para uns (formação inicial) e para outros (formação continuada) (Flores, 2010).

2.3. As atividades laboratoriais: Objetivos e tipos

Tendo o TL conseguido afirmar-se, gradualmente, ao longo dos tempos, nos currículos de ciências como uma vertente indissociável, no contexto de ensino e aprendizagem da disciplina, é defendido pela maioria dos investigadores como “vital” e “central” (Woolnough, 1995, citado em Figueiroa, 2014), e tido por grande parte dos professores como um recurso importante e, por isso, francamente aceite como metodologia de ensino, colocando à disposição de quantos o usam, vários e diferentes objetivos (Sequeira, 2000).

Integradas no ensino das ciências no século XIX, as AL têm sofrido alterações desde a sua implementação, tendo já sido utilizadas, meramente, como verificativas/demonstrativas de teorias ou como investigativas, sendo o ponto de partida para as teorias (Leite, 2001). Tal facto, tem motivado um desajuste de opiniões entre todos os que estão ligados à educação em ciências – professores e investigadores – no que respeita às finalidades/objetivos passíveis de se atingirem através da sua utilização (Figueiroa, 2014). Efetivamente, uns acreditam que as AL são importantes, pois os alunos esquecem mais facilmente aquilo que ouvem, do que aquilo que fazem; outros acreditam que as ciências são disciplinas experimentais e, portanto, devem ser ensinadas como tal, e outros, ainda, acreditam que as ciências são muito mais do que conceitos e teorias, são ideias e conceitos inventados, logo a realização de AL torna-se pertinente (Leite, 2006).

Ao que parece, sempre existiu e ainda persiste, falta de concordância entre investigadores, professores e alunos, no que concerne aos objetivos que admitem poderem ser atingidos pela aplicação do TL no ensino das ciências (Figueiroa, 2014). Segundo a mesma autora, enquanto para professores e investigadores, o TL é utilizado, fundamentalmente, com vista a descobrir leis, a ensinar informações experimentais e a motivar os alunos para os manter interessados, para os alunos, a utilização do laboratório permite-lhes adquirir técnicas laboratoriais, reforçar conceitos teóricos, e proporcionar, ainda, um contacto mais informal com os professores. No entanto, acontece que as várias ideologias e opiniões a este respeito, acabam por contemplar alguns aspetos consensuais entre eles, sendo, por isso possível tirar uma conclusão generalizável e consonante com a categorização adotada por Hodson (1994, citado por Machado, 2019), até por esta ser, genericamente, assumida no seio da investigação científica. Tomando-a como referência, apresentam-se, seguidamente, os objetivos que o uso do TL permite atingir:

i) motivar os alunos, estimulando o seu interesse pela aprendizagem das ciências; ii) possibilitar a aprendizagem de técnicas e competências laboratoriais; iii) fomentar a aprendizagem de conhecimento concetual; iv) desenvolver atitudes científicas nos alunos (objetividade, raciocínio crítico, etc.); e v) familiarizar os alunos com a metodologia científica (na aprendizagem dos processos de resolução de problemas no laboratório). A todos estes atributos, acresce ainda o facto de o TL facultar ao aluno a realização de atividades diversas – observar, medir, misturar, pesar e planificar – muito mais aliciantes e competitivas, em relação às que, habitualmente, desenvolve nas aulas convencionais das diferentes disciplinas – falar, ler e escrever (Figueiroa, 2014).

Na verdade, o recurso às AL pode motivar os alunos, ilustrar e clarificar ideias, mas por outro lado, também pode confundir, complicar e desmotivar, caso sejam, indevidamente, implementadas (Machado, 2019). Neste contexto, torna-se essencial conhecer de que forma estas atividades devem ser organizadas, para ajudar os alunos a compreender os vários fenómenos e explicações levadas a cabo pelos cientistas (Leite, 2006). Até porque, muitas das vezes, as AL mostram «o que acontece», mas não mostram «porque acontece» (Wellington, 2000). Daí ser importante que a atividade a desenvolver se concentre nas aprendizagens a realizar, pelo que não faz sentido questionarmos a eficácia do TL, na sua generalidade, mas antes discutirmos a eficácia dos diferentes tipos de AL, tendo em conta os objetivos (específicos) que cada uma delas permite alcançar (Hodson, 2009; Leite, 2002; Millar *et al.*, 2002).

Face ao objetivo (principal) que se pretende atingir, o TL pode ser estruturado de diferentes formas. Com base neste pressuposto, tomemos por base a classificação de Leite (2002) por ser a mais completa de entre as propostas apresentadas por outros autores e, na qual, as AL são classificadas em seis tipos distintos – Quadro 1.

Quadro 1 – Tipologia de atividades laboratoriais (extraído de Leite, 2002)

Objetivo principal		Tipo de atividades
Aprendizagem de conhecimento procedimental		- Exercícios
Aprendizagem de conhecimento concetual	Reforço	- Atividades para aquisição de sensibilidade acerca dos fenómenos
		- Atividades ilustrativas
	Construção	- Atividades orientadas para a determinação do que acontece
		- Investigações (dirigidas)
	Re(construção)	- Atividades Prevê-Observa-Explica-Reflète (com procedimento laboratorial apresentado)
		- Atividades Prevê-Observa-Explica-Reflète (com procedimento a ser definido pelos alunos)
Aprendizagem de metodologia científica		- Investigações (autónomas)

De acordo com Barbosa (2012), o tipo de AL que o professor fomenta nas suas aulas deve ir ao encontro de diferentes desafios cognitivos para os alunos e ser adequado ao seu desenvolvimento intelectual e nível etário. Daí ser inquestionável a importância da caracterização das AL em função dos objetivos que se pretendem atingir, assim como a relevância da sua qualidade. Leite (2001) desdobra as AL com vista a atingir três objetivos principais: i) aprendizagem de conhecimento procedimental (domínio de técnicas laboratoriais); ii) aprendizagem de conhecimento conceitual (reforço de conceitos ou construção de novos); e iii) aprendizagem de metodologia científica (desenvolvimento de competências relativas a aprender a fazer ciência).

Conforme acaba de se expor, se o objetivo que se pretende atingir é a aprendizagem de conhecimento procedimental, a atividade a propor é do tipo «Exercícios». Estas atividades visam o desenvolvimento de *skills* diversas (e.g.: observação, manipulação, medição, etc.) e permitem a aprendizagem de técnicas laboratoriais, fundamentais para o desenvolvimento de outros tipos de atividades mais exigentes (Barbosa, 2012).

Por outro lado, se o objetivo a atingir é a aprendizagem de conhecimento conceitual, neste caso, temos a considerar três situações: atividades de reforço; atividades de construção; e atividades de (re)construção do conhecimento (Barbosa, 2012). Na hipótese de pretendermos reforçar o conhecimento previamente apresentado ao aluno, propomos «Atividades para aquisição de sensibilidade acerca dos fenómenos», que possibilitam uma noção mais exata do fenómeno ou das características dos materiais, ou então, «Atividades ilustrativas» que se baseiam na execução de um protocolo estruturado, conduzindo os alunos ao resultado antecipadamente conhecido (Barbosa, 2012).

Caso a finalidade seja a construção do conhecimento, para o qual a atividade serve como ponto de partida para a estruturação de conhecimento substantivo, propomos a realização de «Atividades orientadas para a determinação do que acontece», pois são AL estruturadas, pormenorizadamente descritas num protocolo e que conduzem o aluno ao resultado pretendido (e que ele à partida desconhece), ou então, propomos a realização de «Investigações» (dirigidas), que seguem um procedimento laboratorial de resolução de problemas, em que o aluno tem de encontrar estratégias de resolução dos mesmos para conseguir obter resultados que, inicialmente, desconhece (Leite, 2001).

Se porventura, pretendermos a (re)construção do conhecimento conceitual, as atividades a propor são do tipo «Prevê-Observa-Explica-Reflete» com procedimento apresentado ou, caso contrário, a ser definido pelos alunos. Este tipo de AL é orientado para o confronto entre o conhecimento prévio dos alunos e os dados empíricos obtidos, já que, habitualmente, iniciam por uma questão, ao exigir uma previsão dos resultados esperados, a execução de um procedimento (que pode ser previamente

apresentado ao aluno ou solicitado a sua elaboração), a observação dos dados obtidos, a explicação dos mesmos, e ainda o seu confronto com a previsão inicial e uma reflexão (Leite, 2001). Este tipo de AL permite ao alunos testarem as suas ideias sobre um determinado assunto, a fim de encontrarem dados que as apoiam, caso estejam corretas, ou que as ponham em causa se estiverem erradas, levando-os assim à (re)construção das suas ideias (Peixoto, 2008).

Se o objetivo pretendido é a aprendizagem de metodologia científica, a atividade a propor é do tipo «Investigações», permitindo aos alunos desenvolver competências de resolução de problemas que ele próprio sugeriu ou foram-lhe colocados (Barbosa, 2012). Segundo a autora, este tipo de atividades não se apoia em protocolos, sendo que os alunos são solicitados a desenvolver, de forma autónoma, uma estratégia de resolução de problemas, a implementá-la e a fazer a sua avaliação e, caso seja necessário, a reformulá-la, permitindo a construção de conhecimento concetual novo e a compreensão dos processos da ciência e sua natureza.

De notar que os diferentes tipos de AL apresentados, também exigem dos alunos graus de envolvimento diferentes, sendo no caso dos «Exercícios», essencialmente, um envolvimento psicomotor, enquanto as restantes atividades, requerem um maior envolvimento cognitivo (Leite, 2001). Para a mesma autora, apenas as atividades «POER» (com procedimento a ser definido pelos alunos) e as «Investigações», têm como objetivo a compreensão da metodologia científica, pois exigem que o aluno recorra a conhecimentos procedimentais e concetuais para delinear um procedimento laboratorial, o qual lhe permitirá dar resposta ao problema inicial. A autora acrescenta que sempre que isto acontece, o aluno aprende conhecimento novo e a realização deste tipo de atividades assemelha-se, de alguma maneira, ao tipo de trabalho desenvolvido pelos cientistas.

Por sua vez, no que concerne à frequência de realização dos diferentes tipos de AL nas escolas, os resultados indicam um predomínio das «Atividades ilustrativas» e das «Atividades orientadas para a determinação do que acontece» (Barbosa, 2012). Também Cachapuz *et al.* (2000) referem que o tipo de AL, habitualmente, implementado em sala de aula, é quase sempre, a execução de uma planificação proposta pelo professor ou incluída no manual (com as instruções dadas de forma detalhada) e que, regra geral, segue um protocolo estruturado previamente fornecido – protocolo do tipo “receita” – que ou inclui o resultado, ou conduz, inevitavelmente, ao único resultado possível – resultado correto (Leite, 1999a, 1999b). Este tipo de atividades utiliza uma linha epistemológica empirista e indutivista, apresentando uma visão simplista da experimentação, imaginando ser possível “comprovar a teoria no laboratório”, ou concebendo que a partir do laboratório se possa chegar à teoria (Silva & Zanon, 2000).

Todavia, se os alunos se limitam a seguir “receitas”, sem saberem muito bem «o que estão a

fazer» e «porque o estão a fazer», além de improdutivas, as AL podem mesmo tornar-se contraproducentes, se conduzirem a uma desmotivação pela aprendizagem das ciências (Barbosa, 2012). Inclusive, para a autora, se os alunos realizam atividades em que se limitam a observar e/ou responder a questões relativas ao que observam, não lhes sendo dada a oportunidade para a previsão dos resultados, discussão de ideias, reflexão e avaliação crítica do trabalho desenvolvido, acabam apenas por se “envolver em atividades pouco estimulantes pedagogicamente”. Em concordância, Leite & Esteves (2005) referem que as AL não devem ter um protocolo tipo receita, ou seja, não devem ser demasiado fechadas, a fim de promoverem a motivação dos alunos e o desenvolvimento de atitudes científicas. E sempre que possível, devem permitir que os alunos tomem decisões e utilizem conhecimentos (conceituais e procedimentais), isto é, que aprendam a fazer ciência (Leite, 2000).

Em tom de nota final, e com base em tudo o que se expôs, pode considerar-se que o TL, nas condições em que tem vindo a realizar-se nas escolas, uma “perda de tempo” (Figueiroa, 2014). De facto, os professores pouco têm acompanhado as mudanças propostas pelos especialistas da educação em ciências e documentos oficiais (Martins *et al.*, 2011; Vieira *et al.*, 2010), visto nem sempre escolherem e/ou estruturarem as atividades de forma correta e adequada às aprendizagens pretendidas, por parte dos alunos, ao privilegiar, habitualmente, a vertente procedimental «*hands on*», em detrimento, da vertente concetual «*minds on*» (Millar, 2010). Para muitos professores, a finalidade/objetivo principal da educação em ciências ainda se concentra na abordagem de conceitos, leis, teorias e factos, de forma transmissiva, ou através da sua “descoberta” partindo da observação, pelo que é urgente inverter esta situação (Barbosa, 2012). Segundo o ponto de vista desta última autora, os professores enquanto “agentes ativos” no processo educativo, devem questionar-se quanto ao tipo de AL a realizar mas, também atender às potencialidades e objetivos associados à sua realização. Daí que as atividades propostas aos alunos devam ser diversificadas, adequadas e executadas de acordo com os objetivos a atingir, não esquecendo a avaliação da consecução desses mesmos objetivos (Leite, 2001). Neste contexto, torna-se imprescindível que os professores se atualizem didática e cientificamente, com vista à adoção de práticas mais adequadas (Tenaglia *et al.*, 2011).

2.4. A relevância das atividades laboratoriais do tipo Prevê-Observa-Explica (POE)

Na década de 90 e na sequência do reconhecimento da necessidade de promover a mudança concetual dos alunos, Gunstone (1991, citado por Figueiroa, 2014) propõe um tipo de AL designadas «Prevê-Observa-Explica», cujo objetivo/finalidade (principal) é permitir o confronto entre o conhecimento prévio dos alunos e os dados fornecidos pelas atividades, através da (re)construção do seu conhecimento. Para o autor, estas atividades colocam os alunos ativos a nível intelectual pela interação entre a previsão

que fazem acerca de uma situação, devendo expor os motivos que os levaram a pensar dessa forma, a descrição do que observam aquando da execução da atividade (de preferência por escrito) e o confronto (através da discussão-reflexão) entre o que previram e o que aconteceu.

Tendo em conta que as atividades laboratoriais POE se transformam em momentos que, de acordo com um modelo de implementação, exige uma “Previsão” dos resultados esperados; a execução de um procedimento laboratorial; a “Observação” dos dados obtidos; e a sua “Explicação” (Vieira, 2006), no qual os alunos desenvolvem um quadro concetual dinâmico, ao verem confrontadas as suas conceções alternativas com a aquisição progressiva de conceções mais científicas, facilitando deste modo, a mudança concetual (Leite, 2001). Assim sendo, este tipo de AL começa por confrontar os alunos com uma questão (inicial) que permite a exposição das suas ideias prévias, de forma a torná-los conscientes das mesmas, para depois serem criadas condições para que essas ideias sejam confrontadas com dados empíricos, que permitam apoiá-las, caso estejam corretas ou contrariá-las, caso estejam erradas (Peixoto, 2008). Neste âmbito, o facto de procurarem responder a uma questão (previamente) formulada, estas atividades seguem perspetivas construtivistas de ensino e aprendizagem, contrariando o “carácter mecânico e confirmatório” que, geralmente, está associado à sua realização (Cachapuz *et al.*, 2002).

Para Valadares & Gouveia (2004), num ambiente construtivista “a comunicação deve caracterizar-se por um diálogo horizontal, estabelecido nos dois sentidos, permitindo que os alunos se desenvolvam socialmente, em liberdade e responsabilidade”, e sendo ainda “capazes de expressar as suas opiniões, de revelarem as suas conceções e de refletirem sobre elas, proporcionando-lhes maneira de se desenvolverem intelectual, social e emocionalmente”. Ao professor, cabe o papel de promover aprendizagens significativas e diagnosticar as conceções alternativas dos alunos e, portanto, as situações-problema a propor devem constituir desafios interessantes, que estimulem a capacidade de pensar, mas não demasiado complexos ou difíceis, para evitar a sua frustração (Barbosa, 2012). Além disso, a autora acrescenta que o confronto com os resultados obtidos, as interpretações e a avaliação do método utilizado neste tipo de atividades, permite aos alunos (re)pensarem acerca das ideias e dos processos, sem terem o constrangimento de chegar à resposta certa.

Não obstante, o carácter polivalente associado às AL permite que estas (quando implementadas) possam atingir diferentes objetivos e facultem a aquisição de aprendizagens de natureza diversas, contudo Figueiroa (2013) defende que a sua implementação será tanto mais vantajosa quanto mais usufruir de uma adequada e fundamentada utilização. É neste enquadramento, que uma das preocupações da investigação em educação em ciências tem sido orientar os professores no sentido de

se consciencializarem acerca das potencialidades educativas advindas do TL, designadamente, o de cariz experimental (Millar, 2010), e assim, adotarem práticas pedagógicas-didáticas corretas e adequadas na sua utilização com os alunos, já nos primeiros anos de escolaridade (Harlen, 2010; Pereira *et al.*, 2011).

Deste modo, para responder a estes (novos) desafios e com base nas atuais perspetivas defendidas pela educação em ciências, Figueiroa (2013) apresenta uma proposta de estruturação para as AL, em que a mesma deverá incluir momentos/etapas fundamentais, subjacentes às atividades laboratoriais Prevê-Observa-Explica:

- ✓ Iniciar com uma situação “contextualizadora” (contextualização/problema, preferencialmente, conhecida do dia a dia dos alunos e/ou faça parte das duas vivências: um diálogo, uma imagem, um pequeno vídeo, uma história...;
- ✓ A partir desta situação “contextualizadora”, formula-se uma questão (questão-problema) para a qual se procura uma resposta: o que se pretende saber acerca do tema em estudo;
- ✓ Solicita-se aos alunos a opinião que têm sobre o assunto, para que explicitem, fundamentando, as ideias que já possuem (previsões) e que poderão (ou não) vir a confirmar-se, através da experimentação;
- ✓ Uma vez identificadas e registadas essas ideias prévias, passar-se-á à fase de planificação da atividade. Esta etapa inclui delinear o procedimento propriamente dito (o que vamos fazer) para obter a resposta à questão-problema e selecionar os materiais necessários (o que vamos precisar);
- ✓ Seguidamente, através da realização da atividade, os alunos têm a oportunidade de observar o fenómeno e registar os resultados obtidos;
- ✓ Recorrendo-se ao diálogo, leva-se os alunos a confrontarem os resultados obtidos com as suas previsões, podendo construir uma nova explicação, no caso de os resultados obtidos contrariarem as previsões iniciais;
- ✓ A concluir, elabora-se uma conclusão acerca do conteúdo em causa (resposta à questão-problema) (p.2).

O seguimento destas etapas, que a autora caracteriza como sendo “inerentes ao trabalho dos cientistas”, permite que os alunos prevejam, executem, observem, analisem, interpretem, confrontem e concluam, proporcionando-lhes um maior envolvimento concetual. A todos estes atributos, acresce ainda o facto de a realização destas atividades, desenvolverem o hábito regular de os alunos se exprimirem por escrito – dimensão muito importante no ensino das ciências – uma vez que a linguagem escrita desempenha um papel diferente da linguagem oral, no desenvolvimento do pensamento (Barbosa, 2012). No entanto, caso a implementação das atividades laboratoriais POE ocorra nos primeiros anos de escolaridade – educação pré-escolar – apesar da ausência de domínio da escrita, os professores devem igualmente utilizá-las, através do recurso ao desenho e materiais simples e acessíveis do seu dia a dia, começando o mais precocemente possível, a desenvolver competências na perspetiva de uma educação para a cidadania (Figueiroa, 2013).

2.5. As atividades demonstrativas: Sua relevância face ao contexto pandêmico

Desde a sua integração no ensino das ciências no século XIX, que a natureza das AL tem vindo a alterar-se, consideravelmente, ao longo dos tempos (Hofstein & Kind, 2012; Lunetta *et al.*, 2007), tendo já sido utilizadas, unicamente, como verificativas/demonstrativas de teorias, ou como investigativas, sendo ponto de partida para as teorias (Leite, 2001). Atendendo às atuais perspetivas construtivistas para o ensino das ciências, pretende-se que o TL permita o desenvolvimento de capacidades procedimentais, conceituais, processuais e atitudinais dos alunos (Almeida, 2001; García Barros, 2000; Leite, 2001), pelo que deve afastar-se de práticas conservadoras, ilustrativas e/ou comprovativas, e assumir-se, fundamentalmente, investigativo, “problematizador” e reflexivo (Pires, 2017).

As AL podem exigir, entre outros, envolvimento cognitivo (e.g.: fazer previsões, analisar dados, etc.) e psicomotor (e.g.: utilizar equipamentos e manipular materiais em segurança, etc.), no qual o primeiro consegue ocorrer sem que os alunos executem o procedimento laboratorial e ser, portanto, compatível com uma demonstração, enquanto o segundo, requer que sejam os alunos a executar os procedimentos (Leite, 2001). Para a autora, o critério que origina as demonstrações diz respeito a quem executa o procedimento laboratorial.

Normalmente, realizadas pelo professor, as atividades demonstrativas podem permitir um elevado envolvimento cognitivo por parte dos alunos – mesmo não sendo os próprios a executar os procedimentos – desde que a observação da realização da atividade seja acompanhada pela sua participação ativa na previsão e na interpretação do que se vai passando, de maneira a tornar menos abstratos os conceitos/fenómenos/processos em estudo (Leite, 2001). A propósito, Figueiroa (2014) justifica que os alunos devem participar ativamente nos procedimentos laboratoriais, caso se pretenda que eles desenvolvam ou aperfeiçoem técnicas laboratoriais relacionadas com a manipulação de materiais, mas não será imprescindível que o façam, se o objetivo da atividade estiver relacionado com a aprendizagem do conhecimento concetual. Além de que, por vezes, nem é mesmo aconselhável que os alunos manipulem os materiais e equipamentos no laboratório, devido aos perigos que resultam da utilização de determinados reagentes (e.g.: ácido sulfúrico, metais alcalinos) ou da formação de alguns produtos de reação (e.g.: monóxido de azoto), do uso de alguns tecidos (e.g.: tecido sanguíneo), à necessidade de condições laboratoriais potencialmente perigosas (e.g.: elevadas diferenças de potencial) ou à exigência de dados de qualidade, que permitam fazer uma utilização quantitativa da atividade, os quais são mais fáceis de obter pelo professor – que domina a parte técnica – do que pelos alunos (Leite, 2001).

Ainda neste contexto, Wellington (2000) alega que as demonstrações são utilizadas em ciências, para ilustrar e motivar os alunos, especialmente em situações perigosas, demoradas e dispendiosas. Já Krasilchik (2004) defende que as demonstrações são atividades adequadas quando não se dispõe de material suficiente para o trabalho em grupo; existe risco de manipulação de material para os alunos; os grupos são muito indisciplinados para trabalharem autonomamente; ou o professor precisa/quer ilustrar conceitos num curto período. Em conformidade, Santos & Menezes (2020) afirmam que a realização de atividades demonstrativas na sala de aula proporciona um conjunto de vantagens, das quais se destacam: a possibilidade de serem realizadas em pouco tempo; podem ser enquadradas nas aulas expositivas; e são úteis quando há escassez de materiais, equipamentos e espaços físicos suficientes para os alunos realizarem a prática.

Adicionalmente, também o contexto pandémico veio comprometer a execução dos procedimentos laboratoriais pelos alunos, por efeito das medidas decretadas pelo Governo português, para reduzir o risco de transmissão do vírus SARS-CoV-2 nas escolas e mitigar impactos causados pelo mesmo (DGE, 2021). Com efeito, os alunos viram-se obrigados a ter de manter distância entre eles na sala de aula, isto é, sentarem-se estritamente um em cada mesa; a circulação entre mesas e dentro da sala eram proibidas; e não podiam organizar-se em grupos, para evitarem a partilha de material e equipamento entre si (DGE, 2021).

Apesar do laboratório ser um componente preponderante para o ensino das ciências, Portela & Rosa (2013) asseguram que a sua ausência não deve limitar a aprendizagem dos seus conteúdos, uma vez que os de Biologia são passíveis de demonstrações práticas, tornando as aulas “mais atrativas, instigantes e construtoras de conhecimento”. A todos estes atributos, acresce ainda o facto de a atividade poder realizar-se em direto e diante de todos os alunos, quer, presencialmente, ou até mesmo por videoconferência, oferecendo ao professor a possibilidade de a gravar diretamente no laboratório da escola ou na sua própria casa, porém, neste caso, limita-se à utilização de materiais e/ou equipamentos mais simples e que não representem perigo ao serem utilizados fora do laboratório (Watengäla, 2022). Por sua vez, os alunos ao receberem antecipadamente o protocolo laboratorial, podem acompanhar a realização da atividade em tempo real com o professor e participar ativamente na mesma mas, para isso, é necessário que o professor problematize a situação/acontecimento e não lhes mostre apenas o que vai ocorrer (Krasilchik, 2004). Também Carvalho (2011) refere que quando um professor planeia o desenvolvimento de uma atividade sob demonstração, tem de ter muito cuidado para que a mesma não seja reduzida a mostrar apenas o fenómeno/processo em si, mas que dê oportunidade à construção científica do conceito relacionado a esse mesmo fenómeno/processo, pois a mera observação da

experiência pode acabar por ser um fator de desmotivação, por ser mais difícil manter a atenção dos alunos, visto que não há garantia de que todos estarão envolvidos (Oliveira, 2010).

Embora com o passar dos anos, as atividades demonstrativas tenham sofrido críticas na literatura, autores mais recentes têm resgatado o seu modelo de implementação e inferido uma visão de “atividade de partilha” ou, melhor dizendo, aquela em que não há necessidade de manuseamento por parte dos alunos, de materiais e equipamentos para a sua realização (Monteiro *et al.*, 2003; Araújo & Abid, 2003; Gaspar & Monteiro, 2005). Uma vez que nas atividades demonstrativas o professor assume um papel de destaque, demonstrando e focando aspetos que merecem ser observados e evidenciados (Rosa *et al.*, 2020), o facto de serem dirigidas por ele, não impede a participação dos alunos, por força da troca de conhecimentos entre o professor-aluno e aluno-aluno durante a observação da atividade, produzindo conhecimento, particularmente, para uma aprendizagem efetiva (Chaves & Hunsche, 2014).

Assim sendo, e atendendo a que o professor deve munir-se de conhecimentos teórico-práticos e ter a capacidade de incentivar e motivar os alunos a fim de promover a sua participação ativa, proporcionando deste modo, maior interatividade, dinamismo e reflexão na sala de aula, pois que, um aluno motivado demonstra um maior interesse em aprender e, também, mais facilmente, retém os conhecimentos adquiridos (Andrade & Viana, 2017; Silva *et al.*, 2020; Laburú, 2005). Para os mesmos autores, o desenvolvimento destas atividades transforma a sala de aula num espaço onde prevalece a relação dialógica entre os seus componentes pessoais – o professor e os alunos – e os conceitos abordados teoricamente, os quais podem ser observados. Na prática, enquanto realiza as demonstrações, o professor é capaz de promover a socialização entre os alunos e, além disso, tem a possibilidade de exercer as suas competências (Oliveira, 2017).

Dado que as demonstrações podem ser utilizadas para ilustrar ou ajudar a construir conceitos (Silva *et al.*, 2017) frequentemente, elas são confundidas com as AL do tipo ilustrativo, tendo-se inclusive generalizado ao longo dos anos, uma certa relação de sinonímia entre “demonstrar” e “ilustrar” (Figueiroa, 2014). Porém, independentemente do valor pedagógico de ambas no ensino das ciências, para esta última autora, elas resultam da aplicação de diferentes critérios à classificação das AL.

De acordo com Leite (2001), o critério que define uma ilustração tem a ver com o objetivo da atividade, designadamente, no que respeita à sua relação com a teoria, sendo o envolvimento cognitivo do aluno limitado pela própria finalidade da atividade – confirmar algo que já foi dito – pois ele já é conhecedor do que acontece. Apoiadas por protocolos do tipo receita e com resultados identificados, previamente, na grande maioria das vezes, as ilustrações são organizadas de forma que o aluno siga instruções detalhadas para encontrar as respostas certas e não para resolver problemas, reduzindo o

trabalho de laboratório a uma simples atividade manual (Krasilchick, 2004).

Conforme acaba de se expor, o baixo grau de abertura que possuem acaba por não motivar e nem estimular os alunos a pensar/refletir ou a partilhar ideias com os colegas durante a atividade, já que ela é, unicamente, centrada no professor (Almeida, 2005). Da mesma forma, Correia & Freire (2010) apresentam uma opinião semelhante, ao afirmarem que as ilustrações são atividades cuja “conceção, realização e exploração estão centradas no professor”, pois é ele quem realiza a experiência, descreve as observações e/ou formula as questões. Em contrapartida, os alunos observam, relatam e escrevem explicações sobre o que observam ou respondem a questões relacionadas acerca do que observam.

Por outro lado, as demonstrações proporcionam (alguns) pontos de abertura durante a execução do procedimento laboratorial, ou seja, segundo a perspectiva defendida pelos autores Araújo & Abib (2003) “uma maior abertura e flexibilidade para discussões que podem permitir um aprofundamento nos aspetos conceituais e práticos relacionados com os equipamentos, a possibilidade de se levantar hipóteses e o incentivo à reflexão crítica”. Na verdade, se forem bem conduzidas, as atividades demonstrativas podem estimular os alunos a desenvolver as suas capacidades de observação, questionamento e sentido crítico, despertando o seu interesse pela aprendizagem das ciências (Krasilchik, 2004), e ao serem executadas de maneira eficiente, também exibem muitas contribuições à prática docente (Silva *et al.*, 2017).

CAPÍTULO III

METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO E INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA

3.1. Introdução

Este terceiro capítulo, encontra-se seccionado em cinco subcapítulos e tem como finalidade descrever e fundamentar a metodologia utilizada para a concretização dos objetivos desta investigação. Assim, de forma a operacionalizar esses objetivos, em primeiro lugar, faz-se a descrição da intervenção pedagógica (3.2.), de seguida, justificam-se as estratégias de ensino utilizadas (3.3.), descrevem-se as opções metodológicas da investigação, designadamente, a técnica e os instrumentos usados na recolha de dados (3.4.), posteriormente, indica-se o seu plano geral (3.5.) e, por último, apresentam-se os procedimentos adotados no tratamento e análise desses mesmos dados (3.6.).

3.2. Descrição da intervenção pedagógica

As aulas correspondentes à intervenção pedagógica decorreram numa turma do 10.º ano de escolaridade, no ano letivo de 2020/2021, durante os meses de maio e junho referentes ao 3º período letivo. As aprendizagens dos conteúdos programáticos propostos para a turma do 10.º ano, inserem-se na unidade didática «Distribuição de matéria nos seres vivos», subjacentes aos temas “Sistemas de transporte das plantas” e “Sistemas de transporte dos animais”, recorrendo à integração de atividades laboratoriais POE, realizadas sob demonstração. Face à variedade de constrangimentos e restrições impostas pela pandemia, as atividades propostas foram cautelosamente pensadas, organizadas e planificadas de acordo com os interesses e necessidades da turma e tendo em conta os objetivos propostos no Projeto de Intervenção Pedagógica:

- Planificar atividades laboratoriais POE sob demonstração, adequadas às aprendizagens do tema “Sistemas de transporte dos seres vivos”, no 10.º ano de escolaridade;
- Envolver os alunos durante a implementação das atividades laboratoriais POE, planificadas sob demonstração;
- Averiguar o impacto da realização das atividades laboratoriais POE, na motivação e aprendizagens dos alunos.

A intervenção no 10.º ano de escolaridade desenvolveu-se ao longo de onze aulas, todas lecionadas em regime presencial e, na qual, foram incluídas duas atividades laboratoriais POE sob demonstração. No Quadro 2 apresentam-se sinteticamente todas as estratégias implementadas durante a investigação, em função do dia e tempo de concretização. Para o efeito, o estudo dividiu-se em seis etapas distintas mas, articuladas entre si, como se expõe seguidamente:

Quadro 2 – Calendarização das estratégias do Projeto de Intervenção Pedagógica

Etapas	Dia	Duração	Estratégia/Atividade
Etapa 1	12/05/2021	90 min	- Questionário de conhecimentos inicial (Pré-Teste ou Ficha de avaliação diagnóstica)
Etapa 2	12/05/2021	45 min	- Questionário de opinião inicial
Etapa 3	19/05/2021	135 min	- Atividade laboratorial POE 1: <i>Como ocorre o transporte de seiva bruta nas plantas?</i>
Etapa 4	02/06/2021	135 min	- Atividade laboratorial POE 2: <i>Como é constituído o coração de um mamífero?</i>
Etapa 5	18/06/2021	90 min	- Questionário de conhecimentos final (Pós-Teste ou Ficha de avaliação formativa)
Etapa 6	23/06/2021	45 min	- Questionário de opinião final

3.3. Justificação das estratégias de ensino utilizadas

As AL são um recurso fundamental no ensino das ciências, em geral, e da Biologia, em particular, pois decorrem num formato ambiental e inter-relacional, onde o aluno desempenha um papel central no processo de ensino e aprendizagem (Leite, 2001). Além disso, reforçam a relação entre pares e entre o aluno e o professor (Hodson, 2000), permitindo alcançar um número considerável de objetivos. Não obstante, muitas vezes não são postas em prática pelos professores, tanto como seria desejável e, acresce o facto de não acontecerem da forma mais adequada, surgindo, várias vezes, descontextualizadas e sem objetivos definidos.

Frequentemente utilizadas pelos professores de ciências, as AL com formato de “receita culinária” (Miguéns & Serra, 2000), levam facilmente os alunos a fazer anotações e a manipular os instrumentos sem saber quais os objetivos estipulados, fazendo com que aprendam muito pouco e não consigam criar ligações entre a teoria e a prática (Cordeiro & Figueiredo, 2011). A preferência por este tipo de AL, utiliza uma linha epistemológica empirista e indutivista, ao apresentar uma visão simplista da experimentação, imaginando ser possível “comprovar a teoria no laboratório”, ou concebendo que a partir do laboratório se possa chegar à teoria (Silva & Zannon, 2000). Deste modo, esta metodologia pouco contribui para a aprendizagem significativa dos alunos, uma vez que ou incluem o resultado ou conduzem, inevitavelmente, ao único resultado possível (Leite, 1999a; 1999b).

Mais do que pensar no que «estão a fazer» e «porque o estão a fazer», os alunos preocupam-se em obter o resultado correto, porque ele é conhecido (pelo menos) do professor e não querem ser penalizados pelo facto de não o obterem (Barbosa, 2012). Neste contexto, e tal como refere Leite (2000) surgem muitas vezes, perguntas do género: «O que deve dar, professor?», ou então, fazem-se coisas que não contribuem para o desenvolvimento de atitudes científicas, mas sim para ter uma boa nota no trabalho: “juntar uns «pozinhos» para aumentar o rendimento, ou juntar umas gotas de X para garantir

que a cor vai dar Y, ou alterar os valores lidos para que o gráfico dê «mais bonito»”.

Este fracasso resulta da orientação dada às AL realizadas, nomeadamente, ao facto de assentarem no cumprimento de instruções detalhadas, que conduzem os alunos para a (única) resposta correta (Dourado, 2001), e terem como objetivos fundamentais, comprovar a teoria previamente apresentada (Silva & Zannon, 2000) e/ou desenvolverem habilidades manipulativas (Wellington, 2000). Assim sendo, os resultados de aprendizagem obtidos não correspondem, normalmente, àquilo que se espera da utilização do TL (Leite, 2000) e, portanto, é urgente criar formas de implementação diferentes das, habitualmente, executadas (Dourado, 2001), com vista ao desenvolvimento de competências nos alunos, que sejam promotoras de capacidades como o pensamento crítico e a resolução de problemas (Figueiroa, 2001; Martins, 2011).

Ao que parece, a maioria dos professores de ciências perceciona as AL de uma forma pouco clara e/ou adequada (De Pro Bueno, 2000; Hodson, 2009; Leite, 2001), o que pode dar origem a práticas mal concebidas e com pouco valor educativo (Hodson, 2009). Por outro lado, o abandono destas práticas pelos docentes, relaciona-se muitas vezes com as várias limitações apontadas para a sua concretização nas escolas: i) o elevado número de alunos por turma; ii) a falta de instalações adequadas; iii) a ausência de material; e iv) a rigidez dos horários (Pires, 2017). A todos estes entraves e barreiras mencionadas, acresce a pandemia, que veio agravar ainda mais a situação, ao condicionar a realização de AL em contexto normal (sendo que, numa fase inicial encontrava-se proibida), exigindo dos professores, mais vontade, dedicação e disponibilidade de tempo para a sua implementação.

Devido aos circunstancialismos resultantes da pandemia, não é aconselhável que os alunos procedam à execução do procedimento laboratorial e nem trabalhem em grupos de turma porque, isso, implica proximidade física e manipulação de diferentes materiais. Daí a necessidade de se recorrer a atividades sob demonstração durante a investigação, uma vez que tais não impedem, igualmente, o envolvimento cognitivo dos alunos, durante a observação da realização das AL.

Normalmente realizadas pelo professor, as atividades demonstrativas podem possibilitar um elevado envolvimento cognitivo por parte dos alunos, caso a observação da realização da atividade seja acompanhada pela sua participação ativa na previsão e na interpretação do que se vai passando, de forma a tornar menos abstratos os conceitos/fenómenos/processos em estudo (Leite, 2001). Assim, quando um professor planeia o desenvolvimento de uma atividade sob demonstração, tem de ter muito cuidado para que a mesma não seja reduzida a mostrar apenas o fenómeno/processo em si, mas que dê oportunidade à construção científica do conceito relacionado a esse mesmo fenómeno/processo (Carvalho, 2011). Neste âmbito, é importante ressaltar que a simples observação da experiência pode

acabar por ser um fator de desmotivação para os alunos, por ser mais difícil manter a sua atenção, visto não haver garantia de que todos estarão envolvidos (Oliveira, 2010).

Posto isto, o TL centrado na realização de atividades que permite, aos alunos, explicar os resultados obtidos e/ou prevê-los, justificando assim as suas previsões, designam-se AL do tipo POE. Estas atividades, ao mobilizarem o conhecimento prévio dos alunos, dado que têm por base o quadro conceitual construtivista, podem corresponder a uma forma de ultrapassar as limitações resultantes do facto de os alunos não as poderem realizar em grupo. Ao professor, cabe o papel de promover aprendizagens significativas e diagnosticar as CA dos alunos – uma etapa fundamental, na compreensão das representações do conhecimento pré-existente, de modo que possam ser (re)estruturadas e se aproximem dos conceitos cientificamente aceites, facilitando assim a mudança conceitual (Barbosa, 2012).

Conforme acaba de se expor, a estratégia de investigação desenvolvida que permitiu orientar a concretização das AL, assenta numa sequência de ensino e aprendizagem Prevê-Observa-Explica, dado que foi solicitado aos alunos que previssem e explicassem, baseados nos seus conhecimentos prévios e concepções, o que iria suceder em cada uma das AL implementadas. Posteriormente, sob demonstração, as AL eram realizadas pelo professor e, de seguida, os alunos registavam as observações efetuadas. Sempre que as previsões e as observações eram inconsistentes, exploravam-se as ideias prévias dos alunos. De acordo com Leite (2001), quanto mais divergente for o resultado da atividade em relação ao previsto, mais eficaz ela se torna, porque o aluno, ao ficar insatisfeito com as suas ideias, vai querer aprender a explicação cientificamente aceite. Tal como o nome indica, o tipo de atividades «Prevê-Observa-Explica» integra três momentos: 1. Prever, em que os alunos são confrontados com uma questão-problema que permite a exposição dos seus conhecimentos prévios e concepções; 2. Observar, em que os alunos descrevem o que observam (de preferência por escrito); e 3. Explicar, em que os alunos são confrontados entre o que previram e o que efetivamente aconteceu.

Tal como referido no ponto anterior, a intervenção no 10.º ano de escolaridade, desenvolveu-se ao longo de 11 aulas, todas lecionadas em regime presencial e, na qual, foram incluídas duas atividades laboratoriais POE sob demonstração: a primeira sobre o “Transporte de matéria nas plantas” e a segunda sobre o “Transporte de matéria nos animais”. Para o efeito, o estudo dividiu-se em seis etapas distintas mas, articuladas entre si e, seguidamente, apresentam-se todas as estratégias implementadas durante a investigação, em função dos objetivos a atingir em cada uma delas:

Etapa 1 – De forma a inquirir os alunos do 10.º ano de escolaridade, acerca das suas concepções e conhecimentos prévios sobre a unidade de ensino explorada «Distribuição de matéria nos seres vivos»,

aplicou-se um Pré-Teste ou Ficha de avaliação diagnóstica (Apêndice A), no dia 12 de maio de 2021, com a duração de 90 minutos – Quadro 3. No que concerne à sua estrutura e organização, a Ficha de avaliação diagnóstica aplicada antes da intervenção pedagógica, integrava um total de dezassete questões, dispostas por dois grandes grupos (Grupo I e Grupo II): em que o primeiro incluía oito questões referentes ao “Transporte de matéria nas plantas”; e o segundo incluía nove questões relativas ao “Transporte de matéria nos animais”.

Quadro 3 – Ficha de avaliação diagnóstica aplicada antes da intervenção pedagógica, em função dos objetivos a atingir

Etapas	Estratégia/Atividade	Objetivos a atingir
Etapa 1	Questionário de conhecimentos inicial (Pré-Teste ou Ficha de avaliação diagnóstica)	1. Averiguar o conhecimento prévio e as CA dos alunos sobre os “Sistemas de transporte dos seres vivos”.

Etapa 2 – De forma a inquirir os alunos do 10.º ano de escolaridade, acerca das suas conceções sobre as AL e relevância das mesmas no ensino das ciências, assim como, as suas opiniões a respeito das práticas dos professores de ciências no laboratório, aplicou-se um questionário de opinião (Apêndice B), no dia 12 de maio de 2021, com a duração de 45 minutos – Quadro 4. No que concerne à sua estrutura e organização, o questionário de opinião aplicado antes da intervenção pedagógica, integrava um total de quinze questões, dispostas por dois grandes grupos (Grupo I e Grupo II): em que o primeiro incluía dez questões referentes à relevância atribuída pelos alunos às AL no ensino das ciências; e o segundo incluía cinco questões relativas às práticas dos professores de ciências no laboratório que os alunos conhecem e/ou experienciaram. Em ambos os grupos, foi-lhes pedido que respondessem com base no seu percurso escolar.

Quadro 4 – Questionário de opinião aplicado antes da intervenção pedagógica, em função dos objetivos a atingir

Etapas	Estratégia/Atividade	Objetivos a atingir
Etapa 2	Questionário de opinião inicial	1. Identificar as conceções dos alunos sobre as AL e sua relevância no ensino das ciências. 2. Conhecer as opiniões dos alunos acerca das práticas dos professores de ciências no laboratório.

Etapa 3 – De forma a confrontar os alunos do 10.º ano de escolaridade, com a componente prática da disciplina, designadamente, a de cariz laboratorial mas, também, envolvê-los e motivá-los para o estudo do “Transporte de matéria nas plantas”, promovendo a aprendizagem de conhecimento concetual, implementou-se uma atividade laboratorial POE sob demonstração, com procedimento apresentado (Apêndice C), no dia 19 de maio de 2021, numa aula por turnos, com a duração de 135

minutos. Relativamente ao processo de construção do protocolo laboratorial, orientou-se no sentido de dar resposta à estratégia de investigação desenvolvida Prevê-Observa-Explica, promotora do processo de desenvolvimento cognitivo para níveis de complexidade crescente, ao apoiar-se numa perspetiva de ensino e aprendizagem de carácter construtivista, privilegiando as ideias prévias dos alunos mas, também, à definição clara e estruturada dos objetivos de aprendizagem mencionados no Quadro 5. Este tipo de abordagem contribuiu para o desenvolvimento do papel pró-ativo do aluno, conferindo-lhe protagonismo na construção do seu próprio conhecimento.

Quadro 5 – Primeira atividade laboratorial POE implementada sob demonstração, em função dos objetivos a atingir

Etapas	Estratégia/Atividade	Objetivos a atingir
Etapa 3	Atividade laboratorial POE 1: <i>Como ocorre o transporte de seiva bruta nas plantas?</i>	1. Confrontar os alunos com a componente prática da disciplina, designadamente, a de cariz laboratorial.
		2. Permitir a (re)construção do conhecimento concetual dos alunos, no âmbito da temática dos “Sistemas de transporte das plantas”.
		3. Promover o envolvimento cognitivo dos alunos com base na sua participação ativa durante todo o processo.

No que concerne à sua estrutura e organização, o protocolo laboratorial POE 1 aplicado durante a intervenção pedagógica, encontrava-se dividido em dois grandes grupos (Grupo I e Grupo II): em que o primeiro visava, essencialmente, a compreensão do processo de condução de matéria inorgânica (seiva bruta) nas plantas; e o segundo, a compreensão dos mecanismos responsáveis pela ascensão de seiva bruta nas plantas. Ambos os grupos integravam três partes distintas (Parte 1; Parte 2; e Parte 3) distribuídas, separadamente, pelos alunos nos momentos oportunos. Assim, a parte 1 ou fase “prevê”, correspondeu ao momento em que foi apresentado um problema/questão-problema aos alunos; a parte 2 ou fase “observa”, correspondeu ao momento em que os alunos registaram no caderno os resultados obtidos (Figura 1); e a parte 3 ou fase “explica”, correspondeu ao momento em que os alunos tiveram de explicar o que observaram. Numa primeira fase, de forma individual e, posteriormente, em discussão com o grupo-turma e com a professora (discussão-reflexão). Importa referir que no início da aula e uma vez que os alunos do 10.º ano de escolaridade não estavam familiarizados com as AL do tipo Prevê-Observa-Explica, procedeu-se à sua apresentação em traços gerais mas, também, ao enquadramento e contexto em que seriam implementadas, apelando à responsabilidade, colaboração e cumprimento de todos.



Figura 1 – Resultados obtidos na atividade laboratorial POE 1

Deste modo, e para uma melhor compreensão do recurso didático utilizado, seguidamente, apresenta-se a sequência dos vários momentos concretizados durante a atividade laboratorial POE 1, em função das estratégias adotadas em cada um deles e dos objetivos que visaram a sua concretização, tendo por base a Taxonomia de Bloom. Esta definição clara e estruturada dos objetivos de aprendizagem, tenciona a aquisição de conhecimento e o desenvolvimento de capacidades e atitudes nos alunos.

Quadro 6 – Sequência de implementação do protocolo laboratorial 1, em função das estratégias adotadas e objetivos a atingir

Protocolo laboratorial POE 1			Objetivos	
Grupos	Partes	Estratégias	Gerais	Específicos
I	1 ou fase “prevê”	- Os alunos foram confrontados com um problema inicial, baseado numa das experiências realizadas pelo botânico alemão Eduard Strasburger, o qual tiveram de interpretar e, de seguida, responder a três questões sobre o mesmo, expondo assim, os seus conhecimentos prévios e conceções sobre a temática em estudo.	Compreender o processo de condução de água e iões minerais (seiva bruta) nas plantas.	- Explicar o movimento de água e iões minerais nas plantas;
	2 ou fase “observa”	- A atividade foi executada sob demonstração, pela professora, que enquanto solicitava a ajuda dos alunos para a leitura do procedimento, também os questionava acerca daquilo que se iria fazer e por que razão se iria fazer; - Os resultados foram, posteriormente, registados nos cadernos pelos alunos (Figura 1).		- Explicar o papel de outros intervenientes na ascensão de água e iões minerais nas plantas;
	3 ou fase “explica”	- Após cumprimento do procedimento laboratorial, os alunos foram confrontados com os resultados da atividade e tiveram de interpretá-los. Inicialmente, de forma individual e, posteriormente, em discussão com a turma e com a professora;		- Explicar o mecanismo de ascensão de seiva bruta no xilema.

		- Para que os alunos percebessem que o transporte de seiva bruta ocorre na planta no sentido basal-apical (caule → folhas → flores), foram-lhes colocadas as seguintes questões: “Por que razão as pétalas mudaram de cor?”; e “Por que motivo as folhas foram previamente retiradas dos talos das rosas?”, a fim de promover o debate e a discussão de ideias na turma.		
II	1 ou fase “prevê”	- Para que os alunos percebessem o que determina o transporte de seiva bruta no xilema, foram confrontados com uma questão-problema inicial: “As experiências realizadas pelo botânico alemão Eduard Strasburger não foram totalmente conclusivas. A questão que ainda se coloca é: Que mecanismos determinam o transporte de seiva bruta no xilema?”, expondo deste modo, os seus conhecimentos prévios e conceções sobre a temática em estudo.	Compreender os mecanismos responsáveis pela ascensão de seiva bruta nas plantas.	- Explicar a ascensão de seiva bruta no xilema;
	2 ou fase “observa”	- Com o intuito de ajudar os alunos na resposta à questão-problema inicial, foi-lhes dada a oportunidade de observar/ analisar duas situações-problema.		- Explicar a importância da absorção radicular no transporte ascendente de seiva bruta;
	3 ou fase “explica”	- Os alunos tiveram de interpretar os resultados obtidos em ambas as situações-problema. Inicialmente, de forma individual e, posteriormente, em discussão com a turma e com a professora. - Para que os alunos percebessem que a água absorvida na raiz gera uma pressão que “empurra” a seiva bruta no sentido ascendente, foi-lhes colocada a seguinte questão: “De acordo com a <u>situação-problema 1</u> , que fator é responsável pela subida do nível de mercúrio no dispositivo experimental?”; - Para que os alunos compreendessem a necessidade de uma segunda hipótese para explicar o transporte no xilema, foi-lhes colocada a seguinte questão: “A hipótese da pressão radicular será suficiente para explicar o transporte no xilema?”; - Para que os alunos identificassem a transpiração como o fator que causa a tensão que “puxa” a coluna de água (pressão negativa que faz a água ascender), foi-lhes colocada a seguinte questão: “De acordo com a <u>situação-problema 2</u> , que fator será responsável pelo aparecimento de gotículas de água no interior do saco plástico?”; - Para que os alunos identificassem a relação existente entre a quantidade de água evaporada pelas folhas (transpiração foliar) e a quantidade de água absorvida nas raízes (absorção		- Referir outros fatores responsáveis pelo transporte ascendente de seiva bruta;
				- Explicar a relação existente entre a transpiração foliar e a absorção radicular;
				- Identificar a transpiração como o fenómeno responsável pela criação de uma tensão (pressão negativa) na parte superior da planta;
				- Explicar a importância da transpiração no movimento ascendente de seiva bruta;
				- Explicar a importância das forças de coesão e adesão no transporte de seiva bruta no xilema.

		<p>radicular), foi-lhes solicitado um desenho sobre o trajeto da água ao longo da planta, desde o momento em que é absorvida, na raiz, até à sua evaporação, através das folhas;</p> <p>- Para que os alunos identificassem as ligações de hidrogénio entre as moléculas de água (forças de coesão), assim como, as suas ligações com a parede celular do xilema (forças de adesão), foram-lhes colocadas as seguintes questões: “Como se formam as forças de coesão?”; e “E as de adesão?”.</p>		
--	--	--	--	--

Etapa 4 – De forma a confrontar os alunos do 10.º ano de escolaridade, com a componente prática da disciplina, designadamente, a de cariz laboratorial mas, também, envolvê-los e motivá-los para o estudo do “Transporte de matéria nos animais”, promovendo a aprendizagem de conhecimento concetual, implementou-se uma atividade laboratorial POE sob demonstração, com procedimento apresentado (Apêndice D), no dia 02 de junho de 2021, numa aula por turnos, com a duração de 135 minutos. Relativamente ao processo de construção do protocolo laboratorial, orientou-se no sentido de dar resposta à estratégia de investigação desenvolvida Prevê-Observa-Explica, promotora do processo de desenvolvimento cognitivo para níveis de complexidade crescente, ao apoiar-se numa perspetiva de ensino e aprendizagem de carácter construtivista, privilegiando as ideias prévias dos alunos mas, também, à definição clara e estruturada dos objetivos de aprendizagem mencionados no Quadro 7. Este tipo de abordagem contribuiu para o desenvolvimento do papel pró-ativo do aluno, conferindo-lhe protagonismo na construção do seu próprio conhecimento.

Quadro 7 – Segunda atividade laboratorial POE implementada sob demonstração, em função dos objetivos a atingir

Etapas	Estratégia/Atividade	Objetivos a atingir
Etapa 4	Atividade laboratorial POE 2: <i>Como é constituído o coração de um mamífero?</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Confrontar os alunos com a componente prática da disciplina, designadamente, a de cariz laboratorial. 2. Permitir a (re)construção do conhecimento concetual dos alunos, no âmbito da temática dos “Sistemas de transporte dos animais”. 3. Promover o envolvimento cognitivo dos alunos com base na sua participação ativa durante todo o processo.

No que concerne à sua estrutura e organização, o protocolo laboratorial POE 2 aplicado durante a intervenção pedagógica, encontrava-se dividido em três partes distintas (Parte 1; Parte 2; e Parte 3): em que a parte 1 ou fase “prevê”, correspondeu ao momento em que foi apresentada uma questão-problema aos alunos; a parte 2 ou fase “observa”, correspondeu ao momento em que os alunos registaram as observações efetuadas através de um desenho, no protocolo, ou através de fotografia de telemóvel (Figura 2); e a parte 3 ou fase “explica”, correspondeu ao momento em que os alunos tiveram

de explicar o que observaram. Numa primeira fase, de forma individual e, posteriormente, em discussão com o grupo-turma e com a professora (discussão-reflexão). Importa referir que todas as partes foram, separadamente, distribuídas pelos alunos nos momentos oportunos.



Figura 2 – Coração de porco utilizado na atividade laboratorial POE 2

Deste modo, e para uma melhor compreensão do recurso didático utilizado, seguidamente, apresenta-se a sequência dos vários momentos concretizados durante a atividade laboratorial POE 2, em função das estratégias adotadas em cada um deles e dos objetivos que visaram a sua concretização, tendo por base a Taxonomia de Bloom. Esta definição clara e estruturada dos objetivos de aprendizagem, tenciona a aquisição de conhecimento e o desenvolvimento de capacidades e atitudes nos alunos.

Quadro 8 – Sequência de implementação do protocolo laboratorial 2, em função das estratégias adotadas e objetivos a atingir

Protocolo laboratorial POE 2		Objetivos	
Partes	Estratégias	Gerais	Específicos
1 ou fase “prevê”	- Os alunos foram confrontados com uma questão-problema inicial: “Como é constituído o coração de um mamífero?”, à qual tiveram de dar resposta. - Posteriormente, foi-lhes pedido que elaborassem e legendassem esquemas representativos da morfologia externa e interna do coração humano e, por fim, que descrevessem o percurso do sangue no coração, de modo a permitir a exposição dos seus conhecimentos prévios e conceções sobre a temática em estudo.	Compreender a morfologia externa do coração de um mamífero.	- Identificar os principais elementos constituintes externos do coração de um mamífero;
2 ou	- A atividade foi executada sob demonstração, pela professora, que durante o procedimento permitiu que		- Descrever, externamente, aspetos morfológicos e anatómicos do coração de um mamífero; - Esquematizar,

<p>fase “observa”</p>	<p>os alunos assistissem e acompanhassem todo o processo, através da projeção do vídeo em direto;</p> <p>- Com o intuito de facilitar o processo anterior, optou-se por dividir esta fase em duas etapas; a primeira, permitiu aos alunos, a observação pormenorizada dos principais constituintes da <u>morfologia externa</u> do coração de porco e, a segunda, possibilitou-lhes a observação pormenorizada dos principais constituintes da sua <u>morfologia interna</u>. Em ambas as observações, externa e interna, eram salientadas semelhanças e diferenças entre os seus constituintes;</p> <p>- As observações efetuadas foram, posteriormente, registadas e legendadas pelos alunos, de acordo com a sua preferência, ou seja, ou através de um desenho (no protocolo laboratorial) ou de fotografia, com recurso ao seu telemóvel (Figura 2).</p>	<p>Compreender a morfologia interna do coração de um mamífero.</p>	<p>externamente, as diferentes estruturas observadas.</p> <p>- Identificar os principais elementos constituintes internos do coração de um mamífero;</p> <p>- Descrever, internamente, aspetos morfológicos e anatómicos do coração de um mamífero;</p> <p>- Esquematizar, internamente, as diferentes estruturas observadas;</p> <p>- Descrever o trajeto da circulação sanguínea no interior do coração.</p>
<p>3 ou fase “explica”</p>	<p>- Os alunos tiveram de interpretar as observações efetuadas. Inicialmente, de forma individual e, posteriormente, em discussão com a turma e com a professora;</p> <p>- Para que os alunos percebessem melhor as <u>características/aspetos importantes dos constituintes da morfologia externa do coração de porco</u>, foram-lhes colocadas as seguintes questões, a fim de promover o debate e a discussão de ideias na turma: “Compara as aurículas e os ventrículos, relativamente, à dimensão das suas cavidades”; “E quanto à espessura das suas paredes?”; “Compara a espessura da parede do ventrículo direito com a do ventrículo esquerdo e apresenta uma possível razão para essa diferença”; e “Relaciona a espessura das paredes das artérias e das veias, com a função desempenhada por estes vasos sanguíneos”;</p> <p>- Para que os alunos percebessem melhor as <u>características/aspetos importantes dos constituintes da morfologia interna do coração de porco</u>, foram-lhes colocadas as seguintes questões, a fim de promover o debate e a discussão de ideias na turma: “Qual a função das válvulas existentes no início da artéria pulmonar e da artéria aorta?”; e “Compara as válvulas auriculoventriculares direita e esquerda entre si, e relaciona o seu aspeto com a respetiva designação”.</p>		

Etapa 5 – De forma a avaliar o impacto das atividades laboratoriais POE 1 e 2, na evolução do conhecimento inicial dos alunos do 10.º ano de escolaridade sobre a temática em estudo, aplicou-se um Pós-Teste ou Ficha de avaliação formativa (Apêndice A), no dia 18 de junho de 2021, com a duração de 90 minutos – Quadro 9. A Ficha de avaliação formativa e a Ficha de avaliação diagnóstica (aplicada na etapa 1), correspondem ao mesmo documento, contudo aplicado em momentos diferentes e, por isso, com finalidades distintas.

Quadro 9 – Ficha de avaliação formativa aplicada depois da intervenção pedagógica, em função dos objetivos a atingir

Etapas	Estratégia/Atividade	Objetivos a atingir
Etapa 5	Questionário de conhecimentos final (Pós-Teste ou Ficha de avaliação formativa)	1. Avaliar o impacto da estratégia de ensino utilizada na evolução do conhecimento inicial dos alunos, no âmbito da temática “Sistemas de transporte dos seres vivos”. 1.1. Averiguar a eficácia das atividades laboratoriais POE 1 e 2, na (re)construção do conhecimento científico dos alunos.

Etapa 6 – De forma a avaliar o contributo das atividades laboratoriais POE 1 e 2, na motivação e aprendizagens adquiridas dos alunos do 10.º ano de escolaridade no âmbito da temática em estudo, aplicou-se um questionário de opinião (Apêndice E), no dia 23 de junho de 2021, com a duração de 45 minutos – Quadro 10. No que concerne à sua estrutura e organização, o questionário de opinião aplicado depois da intervenção pedagógica, integrava um total de doze questões, dispostas por dois grandes grupos (Grupo I e Grupo II): em que o primeiro incluía dez questões referentes ao modo de consecução das atividades laboratoriais POE 1 e 2; e o segundo incluía duas questões relativas às dificuldades sentidas pelos alunos, durante a elaboração dos relatórios científicos e sugestões indicadas pelos mesmos, a fim de melhorar práticas futuras.

Quadro 10 – Questionário de opinião aplicado depois da intervenção pedagógica, em função dos objetivos a atingir

Etapas	Estratégia/Atividade	Objetivos a atingir
Etapa 6	Questionário de opinião final	1. Avaliar o impacto da metodologia de ensino utilizada, nos principais intervenientes do processo de ensino e aprendizagem dos alunos. 1.1. Descrever o impacto das atividades laboratoriais POE 1 e 2, na promoção da motivação e aprendizagens dos alunos.

3.4. Técnica e instrumentos de recolha de dados

Tendo em conta os objetivos preconizados para o presente trabalho investigativo, delineou-se uma estratégia de recolha de dados que incluiu, de entre as várias técnicas e instrumentos existentes, aquela que evidenciou maior possibilidade de fornecer informações úteis para o estudo e, assim, promover uma avaliação mais justa dos seus resultados. A recolha de dados de natureza investigativa para este estudo, concretizou-se através do recurso à técnica de inquérito por questionário e, deste modo, segue-se uma breve caracterização deste instrumento utilizado no âmbito da investigação.

3.4.1. Técnica de inquérito por questionário

Os questionários são uma das formas de inquérito e consistem num “conjunto estruturado de

questões expressas num papel, destinado a explorar a opinião das pessoas a quem se dirige” (Vilelas, 2009). Estas questões não abrangem, apenas, aspetos relacionados com a caracterização das pessoas inquiridas, podendo incidir sobre qualquer outro aspeto que o investigador considere útil e de interesse para o seu estudo, possibilitando a recolha de dados de fenómenos observáveis como daqueles que não são diretamente observáveis (e.g.: opiniões, atitudes, valores, interesses, etc.) (Gall *et al.*, 2003).

Frequentemente utilizados na investigação em educação, os questionários consideram-se um bom instrumento de recolha de informação (Rojas, 2011), pois convertem a informação obtida dos inquiridos em dados pré-formatados, facilitando o acesso a um número elevado de sujeitos e a contextos diferenciados, num curto espaço de tempo (Afonso, 2005). Porém, podem apresentar outras vantagens subjacentes à sua utilização, como por exemplo: i) garantir o anonimato das respostas (ou não); ii) permitir que as pessoas respondam no momento que lhes pareça mais apropriado; e iii) não expor os questionados sob influência do questionador (Barbosa, 2012). Além do mais, sempre que o investigador elabora e administra um inquérito por questionário (não esquecendo a interação indireta que existe entre ele e os inquiridos), assume que o mesmo é destinado à pessoa interrogada e preenchido por ela, logo é extremamente importante, que as questões sejam formuladas de maneira que todos os sujeitos questionados, as interpretem de forma semelhante (Amaro *et al.*, 2004). Neste contexto, devem as questões desenvolvidas, atender a três princípios básicos: i) “princípio da clareza” (devem ser claras, concisas e unívocas); ii) “princípio da coerência” (devem corresponder à intenção da própria pergunta); e iii) “princípio da neutralidade” (não devem induzir uma dada resposta, mas sim libertar o inquirido do referencial de juízos de valor ou do preconceito do próprio autor) (Barbosa, 2012).

De acordo com Hill & Hill (2005) existem dois tipos de questões: i) as questões de resposta aberta, em que o sujeito inquirido constrói uma resposta utilizando as “suas próprias palavras”, permitindo deste modo a liberdade de expressão; e ii) as questões de resposta fechada, em que o sujeito questionado opta, de entre um número limitado de respostas alternativas e previamente fornecidas, não podendo responder de uma forma que não esteja prevista no questionário. Consoante o tipo de perguntas que integra, um questionário pode classificar-se em aberto/livre, fechado ou misto (Rojas, 2011). Assim, diz-se aberto/livre, quando as perguntas não limitam, à partida, as respostas; diz-se fechado, quando as questões solicitam respostas breves, específicas e delimitadas; e diz-se misto, quando inclui, simultaneamente, questões de resposta aberta e de resposta fechada. Contudo, importa salientar que os questionários fechados apresentam algumas vantagens em relação aos questionários abertos, pois são mais fáceis de analisar, limitam a resposta da amostra, e também, implicam um menor esforço a quem responde (Rojas, 2001). No entanto, os questionários de resposta aberta permitem um maior

aprofundamento da resposta.

A estruturação do questionário poderá permitir ao formulador, a obtenção de informações de forma sistemática e ordenada (Vilelas, 2009) mas, primeiramente, é necessário formulá-lo e prepará-lo, para que o mesmo seja de fácil interpretação e não demasiado longo (Rojas, 2001). No decorrer deste processo, o formulador deverá assegurar o cumprimento de algumas etapas fundamentais: i) definir o(s) objetivo(s) do questionário; ii) apresentar instruções claras e completas para o seu preenchimento; e iii) criar perguntas objetivas, de modo a não persuadir quem responde (Rojas, 2001). Assim, numa primeira fase, o formulador deverá refletir sobre os objetivos do questionário e depois de estabelecidos, selecionar a sua população alvo (Cohen *et al.*, 2007; Gall *et al.*, 2003). De seguida, a reflexão em torno da elaboração do questionário remete-se para o tema, para que seja possível iniciar a formulação de questões (Barbosa, 2012). Nesta etapa, as questões formuladas, vão sendo discutidas e, conseqüentemente, vai sendo elaborado um esquema concetual, que evidencia as relações existentes entre os diferentes elementos implicados no tema em estudo (Carvalho, 2014). Posteriormente, através do esquema concetual elaborado, o formulador decide o tipo de questões e de questionário que irá formular (Carvalho, 2014). De ressaltar, que a formulação dessas questões implica a sua integração de forma clara e perceptível, para que *a posteriori*, sejam bem interpretadas pelos inquiridos e permitam a obtenção da informação pretendida acerca do tema em investigação (Sá *et al.*, 2021). Finalmente, na última fase, o formulador decide sobre o tipo de medidas e escalas a inserir nas perguntas (Cohen *et al.*, 2007).

Dependendo da informação que o questionador pretende recolher, o questionário pode ser quantitativo ou qualitativo (Sá *et al.*, 2021). No questionário quantitativo, são fornecidas opções de resposta aos sujeitos de acordo com as suas necessidades, isto é, podem introduzir-se opções de resposta como “não sei”, opções de resposta aberta, ou até mesmo, a opção de preferir não responder, de forma a permitir-lhes responder a todas as questões (Bäckström, 2008). Por outro lado, no questionário qualitativo, as questões podem ser bidimensionais, obrigando o sujeito a posicionar-se num dos extremos (e.g.: Sim/Não, Satisfeito/Insatisfeito, etc.), ou podem realizar-se questões que ofereçam ao sujeito posicionamentos distintos numa gama contínua de respostas (Carvalho, 2014). Portanto, cabe ao questionador, assegurar-se de que todas as questões realizadas permitirão aos sujeitos responder de forma fundamentada, ponderada e refletida (Carvalho, 2014).

Conforme acaba de se expor, e para que a utilização do questionário seja bem sucedida e corresponda às expectativas do seu formulador, segundo McMillan & Schumacher (2010) deverá realizar-se por meio de alguns princípios orientadores, nomeadamente: i) clarificar os itens a abordar nas

questões, para que todos os alunos as interpretem da mesma forma; ii) evitar que as questões possuam mais do que uma ideia ou conceito; iii) ter em atenção se a questão realizada corresponde ao nível de ensino dos alunos; iv) ter o cuidado de incluir questões relevantes para o tópico em investigação; v) evitar a utilização de frases negativas que possam ser mal interpretadas pelos alunos; e vi) evitar frases tendenciosas que poderão influenciar as respostas dos alunos. Apesar de, na sua generalidade, a aplicação dos questionários ser vantajosa, também apresenta desvantagens ao nível da dificuldade de conceção e limitações que se prendem com: i) excluir pessoas analfabetas; ii) impedir o auxílio ao questionado, quando este não entende determinada pergunta; iii) impossibilitar, muitas vezes, o conhecimento das circunstâncias em que o questionário foi respondido; iv) não oferecer garantia de que a maioria das pessoas o devolva completamente preenchido; v) envolver, geralmente, um número reduzido de perguntas; e vi) proporcionar resultados bastante críticos em relação à objetividade (Barbosa, 2012). Além disso, a padronização das perguntas também constitui outro aspeto limitante, na medida em que, não permite captar diferenças significativas ou subtis de opinião entre os inquiridos (Bäckström, 2008).

3.4.1.1. Questionário de conhecimentos (Pré e Pós-Teste)

Na etapa 1 do presente trabalho investigativo, aplicou-se um questionário de conhecimentos (Pré-Teste ou Ficha de avaliação diagnóstica) à turma do 10.º ano de escolaridade, no dia 12 de maio de 2021, que procurou identificar as conceções e os conhecimentos prévios dos alunos no âmbito da temática em estudo. A deteção das CA visa compreender as representações do conhecimento pré-existente, de modo que possam ser (re)estruturadas e se aproximem dos conhecimentos cientificamente aceites. Na etapa 5 da investigação, aplicou-se o mesmo questionário de conhecimentos (Pós-Teste ou Ficha de avaliação formativa) à turma do 10.º ano de escolaridade, no dia 18 de junho de 2021, que pretendeu avaliar a evolução das conceções e do conhecimento inicial dos alunos, após a implementação da metodologia de ensino. Em suma, a aplicação do Pré e do Pós-Teste, antes e depois da intervenção pedagógica, respetivamente, tencionava fornecer dados de natureza investigativa e, com isso, avaliar o impacto dos recursos desenvolvidos no processo de aprendizagem dos alunos, ou seja, foi-nos possível averiguar a eficácia das atividades laboratoriais POE 1 e 2, na (re)construção do seu conhecimento científico.

Tal como já referido em pontos anteriores, o questionário de conhecimentos integrava um total de dezassete questões, dispostas por dois grandes grupos (Grupo I e Grupo II): em que o primeiro incluía oito questões referentes ao “Transporte de matéria nas plantas”; e o segundo incluía nove questões

relativas ao “Transporte de matéria nos animais”. Relativamente ao seu processo de construção, orientou-se de acordo com o modelo de planificação por objetivos de aprendizagem, tendo por base a Taxonomia de Bloom e, por isso, houve o cuidado e a preocupação de incluir questões, com vários graus de complexidade para suprir as diferentes necessidades e interesses dos alunos. As questões realizadas, eram na sua grande maioria questões de resposta aberta (resposta curta e resposta longa), para garantir aos alunos a possibilidade de utilizarem as próprias palavras, permitindo, deste modo, a liberdade de expressão. Importa ainda ressaltar, que no decorrer do processo de construção do questionário de conhecimentos, foi necessário ter em conta: i) a faixa etária dos inquiridos, por isso, adaptou-se a linguagem das questões aos mesmos; ii) a clareza e a objetividade das questões, de forma a evitar ambiguidades, assegurando que todos os alunos as interpretassem da mesma forma; e iii) a adequação das questões aos objetivos definidos.

No Quadro 11 encontram-se esquematizadas as dimensões, objetivos e questões integradas no questionário de conhecimentos (Apêndice A), aplicado no âmbito da unidade de ensino «Distribuição de matéria nos seres vivos».

Quadro 11 – Estruturação do questionário de conhecimentos relativamente às dimensões, objetivos e questões incluídas

Grupo	Dimensões	Objetivos	Questões
I “Transporte nas plantas”	<i>Plantas não vasculares e vasculares</i>	- Saber distinguir plantas vasculares de plantas não vasculares.	1.1.
	<i>Plantas vasculares</i>	- Explicar como ocorre o transporte de água e iões minerais nas plantas.	1.2.
		- Saber distinguir seiva bruta de seiva elaborada.	1.3.
	<i>Sistemas de transporte</i>	- Reconhecer a importância das (principais) estruturas que compõem as plantas, na sua adaptação ao meio terrestre.	1.4.
	<i>Transpiração</i>	- Tirar conclusões a partir de resultados experimentais.	2.1.
	<i>Transpiração estomática</i>	- Identificar as estruturas responsáveis pelo controlo da transpiração nas plantas.	2.2.
	<i>Movimentos transmembranares</i>	- Explicar os mecanismos envolvidos na absorção de substâncias pela raiz.	3.1.
	<i>Funcionamento estomático</i>	- Relacionar o funcionamento estomático com o estado de turgidez e de plasmólise das células vegetais.	4.1.
II “Transporte nos animais”	<i>Sistema cardiovascular do Homem</i>	- Representar os componentes do sistema circulatório humano.	1.
		- Descrever o percurso do sangue no corpo humano.	1.1.
		- Caracterizar o tipo de circulação no Homem.	1.3.
	<i>Transporte nos vertebrados</i>	- Saber distinguir circulação simples de circulação dupla.	1.2.
		- Analisar um gráfico.	2.1.

	<i>Sistema circulatório nos mamíferos</i>	- Explicar as variações da pressão sanguínea nas diferentes estruturas constituintes do sistema circulatório dos mamíferos.	2.2.
	<i>Características/propriedades dos vasos sanguíneos</i>	- Interpretar esquemas.	3.1.; 3.2.; e 3.3.

3.4.1.2. Questionário de opinião (inicial e final)

Na etapa 2 do presente trabalho investigativo, aplicou-se um questionário de opinião antes da intervenção pedagógica à turma do 10.º ano de escolaridade, no dia 12 de maio de 2021, que procurou identificar as conceções dos alunos sobre as AL e sua relevância no ensino das ciências, assim como, as suas opiniões acerca das práticas dos professores de ciências no laboratório. Tal como referido em pontos anteriores, o questionário de opinião inicial integrava um total de quinze questões, dispostas por dois grandes grupos (Grupo I e Grupo II): em que o primeiro incluía dez questões referentes à relevância atribuída pelos alunos às AL no ensino das ciências; e o segundo incluía cinco questões relativas às práticas dos professores de ciências no laboratório, que os alunos conheciam e/ou experienciaram. Em ambos os grupos, era pedido aos alunos que respondessem com base no seu percurso escolar.

Na etapa 6 da investigação, aplicou-se um questionário de opinião depois da intervenção pedagógica à turma do 10.º ano de escolaridade, no dia 23 de junho de 2021, que pretendeu avaliar o contributo da prática pedagógica na motivação e aprendizagens dos alunos. Conforme já foi referido em pontos anteriores, o questionário de opinião final integrava um total de doze questões, dispostas por dois grandes grupos (Grupo I e Grupo II): em que o primeiro incluía dez questões referentes ao modo de consecução das atividades laboratoriais POE 1 e 2; e o segundo, incluía duas questões relativas às dificuldades sentidas pelos alunos, durante a elaboração dos relatórios científicos e sugestões indicadas pelos mesmos, a fim de melhorar práticas futuras.

Relativamente ao processo de construção de ambos os questionários de opinião, orientou-se no sentido de dar resposta aos objetivos mencionados nos quadros seguintes (Quadros 12 e 13) e, por isso, houve o cuidado e a preocupação de incluir questões de tipologias diversas: i) questões de resposta aberta, para garantir aos alunos a possibilidade de utilizarem as próprias palavras, permitindo, assim, a liberdade de expressão; e ii) questões de resposta fechada (questões de resposta única, questões de escala e questões de resposta múltipla). Independentemente da multiplicidade de questões, o aluno era sempre solicitado a justificar as suas escolhas.

No Quadro 12 encontram-se esquematizadas as dimensões, objetivos e questões integradas no questionário de opinião, aplicado antes da intervenção pedagógica (Apêndice B).

Quadro 12 – Estruturação do questionário de opinião aplicado antes da intervenção pedagógica, relativamente às dimensões, objetivos e questões incluídas

Grupo	Dimensões	Objetivos	Questões
I	Conceções dos alunos sobre as AL e sua relevância no ensino das ciências	- Identificar conceções dos alunos sobre o conceito de AL.	1.
		- Conhecer as disciplinas e a frequência de realização das AL.	2.; e 3.
		- Identificar a valorização atribuída pelos alunos às AL realizadas.	6.
		- Reconhecer a importância e a valorização atribuída pelos alunos às AL realizadas, na aprendizagem das ciências.	4.; 5.; e 8.
		- Identificar (principais) dificuldades sentidas no laboratório.	7.
		- Identificar capacidades/competências dos alunos na elaboração de um relatório científico.	9.
		- Conhecer o impacto da ausência de AL durante a pandemia, na aprendizagem dos alunos.	10.
II	Opiniões dos alunos acerca das práticas dos professores de ciências no laboratório	- Averiguar a existência de uma fase pré-laboratorial, ao nível da organização e preparação prévias.	11.
		- Identificar quem executava o procedimento laboratorial.	12.
		- Identificar quem elaborava o protocolo laboratorial.	13.
		- Conhecer o método de avaliação utilizado.	14.
		- Conhecer AL que os alunos gostaram de realizar.	15.

No Quadro 13 encontram-se esquematizadas as dimensões, objetivos e questões integradas no questionário de opinião, aplicado depois da intervenção pedagógica (Apêndice E).

Quadro 13 – Estruturação do questionário de opinião aplicado depois da intervenção pedagógica, relativamente às dimensões, objetivos e questões incluídas

Grupo	Dimensões	Objetivos	Questões
I	Modo de consecução das atividades laboratoriais POE 1 e 2	- Identificar a valorização atribuída pelos alunos à estratégia adotada para a consecução das AL implementadas.	1.
		- Conhecer a preferência dos alunos diante das AL realizadas.	2.
		- Identificar (principais) dificuldades sentidas pelos alunos durante a implementação das AL.	3.
		- Reconhecer a valorização atribuída pelos alunos às AL realizadas, particularmente, na sua motivação e aprendizagens adquiridas.	4.; 5.; 6.; 7.; e 8.
		- Averiguar a valorização dos alunos acerca da importância das AL realizadas, no atual contexto pandémico.	9.
		- Averiguar a valorização dos alunos acerca da importância dos relatórios científicos, na avaliação das suas aprendizagens.	10.
II	Dificuldades e sugestões e/ou críticas apresentadas	- Reconhecer dificuldades dos alunos na elaboração dos relatórios científicos.	11.
		- Valorizar sugestões e/ou críticas dos alunos, a fim de melhorar práticas futuras.	12.

3.5. Recolha de dados

A recolha de dados revelou-se uma fase importante para a concretização desta investigação e realizou-se com recurso à técnica de inquérito. Assim sendo, aplicaram-se quatro questionários, em momentos distintos, a todos os alunos que constituíam a respetiva amostra. Primeiramente, aplicou-se o questionário de conhecimentos ou Pré-Teste (etapa 1), no dia 12 de maio de 2021, para identificar as conceções e os conhecimentos prévios dos alunos no âmbito da temática em estudo. Para a sua execução, os alunos dispunham de noventa minutos de aula da disciplina de Biologia e Geologia. Terminada esta etapa, aplicou-se o questionário de opinião inicial (etapa 2), nos restantes quarenta e cinco minutos de aula, para recolher informação acerca das conceções dos alunos sobre as AL e sua relevância no ensino das ciências, assim como, as suas opiniões no que se refere a práticas dos professores de ciências no laboratório. Após a concretização destas duas etapas, avançou-se para a implementação da metodologia de ensino selecionada. Concluído o número de aulas disponíveis para a leção da referida unidade, aplicou-se novamente o questionário de conhecimentos ou Pós-Teste (etapa 5), no dia 18 de junho de 2021, para avaliar a evolução do conhecimento inicial dos alunos e, com isso, verificar o impacto das atividades laboratoriais POE 1 e 2 no seu processo de aprendizagem. O tempo necessário para a aplicação deste questionário foi de noventa minutos. A última etapa necessária para a recolha de dados, consistiu na aplicação de um questionário de opinião final (etapa 6), no dia 23 de junho de 2021, cuja intenção foi recolher o *feedback* dos alunos acerca da estratégia de ensino utilizada e, de que forma, a mesma contribuiu para a promoção da sua motivação e aprendizagens adquiridas. A aplicação deste questionário despendeu de quarenta e cinco minutos de aula.

3.6. Tratamento e análise de dados

Dado que o questionário de conhecimentos implementado, antes e depois da intervenção pedagógica, integrava na sua grande maioria questões de resposta aberta, inicialmente, procedeu-se a uma análise do conteúdo das respostas dos inquiridos e, de seguida, fez-se uma categorização em função de cada resposta dada. Desta forma, o tratamento de dados envolveu uma análise qualitativa das respostas dos alunos através da definição de categorias de resposta (Quadro 14) mas, também, uma análise quantitativa com base nas respetivas frequências e percentagens atribuídas a essas mesmas categorias. Os resultados obtidos foram apresentados em tabelas a fim de facilitar a sua leitura, juntamente com excertos de respostas dos alunos inquiridos. No decorrer deste processo, começa-se

por definir a meta cientificamente aceite para os conteúdos do questionário, estabelecendo assim, o ponto de partida para considerar uma resposta cientificamente aceite (R.C.A.).

No Quadro 14 encontram-se esquematizadas as cinco categorias de resposta e respetiva definição, que agruparam as respostas dos alunos às questões integradas no questionário de conhecimentos.

Quadro 14 – Categorias de resposta que agruparam as respostas dos alunos ao questionário de conhecimentos (adaptado de Silva, 2006)

Categorias de resposta	Definição
Resposta Cientificamente Aceite (R.C.A.)	- Nesta categoria incluem-se as respostas consideradas cientificamente aceites, tendo em consideração os documentos curriculares (ainda) em vigor e os conteúdos presentes nos manuais escolares do 10.º ano de escolaridade.
Resposta Incompleta (R.I.)	- Nesta categoria incluem-se as respostas que contemplam apenas algumas ideias cientificamente aceites, mas não podem incluir ideias cientificamente não aceites.
Resposta Contendo Conceções Alternativas (R.C.C.A.)	- Nesta categoria incluem-se as respostas que apresentam conceções alternativas, ou seja, respostas que explicitem as próprias representações dos alunos, diferentes do conhecimento cientificamente aceite.
Outras	- Nesta categoria incluem-se todas as respostas que não se insiram nas categorias anteriores, ou que não sejam perceptíveis.
Não Sabe/Não Responde (N.S.N.R.)	- Nesta categoria incluem-se todas as respostas, cujos alunos admitam não saber responder e, também, todas as ausências de resposta.

Excecionalmente, importa referir que, a questão 2.1. do questionário de conhecimentos teve uma categorização diferente das demais, uma vez que, por tratar-se de uma pergunta de correspondência (questão de resposta fechada), pretendia-se que os alunos estabelecessem uma ligação entre os itens de um conjunto de termos já disponibilizados e os itens de um conjunto de opções de resposta. Sendo assim, as categorias de resposta utilizadas para agrupar as respostas dos alunos a esta questão em particular, foram: Resposta Cientificamente Aceite (R.C.A.), que inclui correspondências totalmente corretas; Resposta Incompleta (R.I.), que integra correspondências com itens em falta; Resposta Cientificamente Não Aceite (R.C.N.A.), que compreende correspondências erradas; e Não Sabe/Não Responde (N.S./N.R), que engloba, igualmente, respostas dos alunos que admitem não saber responder e ausências de resposta.

Relativamente aos questionários de opinião, o tratamento de dados efetuou-se de forma distinta, envolvendo, essencialmente, uma análise quantitativa às respostas dos alunos inquiridos, através das frequências absolutas e relativas. Contudo, no tratamento das questões de resposta aberta, inicialmente,

procedeu-se a uma análise de conteúdo que possibilitou formar categorias emergentes, sendo depois, igualmente, quantificadas e disponibilizados exemplos de respostas dos alunos.

CAPÍTULO IV

APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1. Introdução

Este quarto capítulo, encontra-se seccionado em três subcapítulos e tem como desígnio apresentar e analisar os resultados auferidos no âmbito desta investigação, de forma a alcançar os objetivos preconizados para a mesma. Deste modo, no subcapítulo 4.2. divulgam-se os resultados obtidos no questionário de conhecimentos, tanto no Pré como no Pós-Teste, de maneira a identificar as concepções e os conhecimentos prévios dos alunos referentes ao “Transporte de matéria nas plantas” (4.2.1.) e as suas concepções e conhecimentos prévios relativos ao “Transporte de matéria nos animais” (4.2.2.). De seguida, o subcapítulo 4.3. tenciona expor os resultados obtidos no questionário de opinião inicial, relativamente às concepções dos alunos sobre as AL e sua relevância no ensino das ciências (4.3.1.) e às suas opiniões acerca das práticas dos professores de ciências no laboratório (4.3.2.). Por último, no subcapítulo 4.4. exibem-se os resultados obtidos no questionário de opinião final, no que toca à estratégia de ensino utilizada e, de que forma, a mesma contribuiu para a promoção da motivação e aprendizagens dos alunos.

4.2. Resultados do Questionário de conhecimentos (Pré e Pós-Teste)

4.2.1. Concepções dos alunos sobre o “Transporte de matéria nas plantas”

Nesta secção, apresentam-se e analisam-se as respostas dos alunos às questões do questionário de conhecimentos (Grupo I), aplicado no âmbito desta investigação. Deste modo, identificam-se as CA e os conhecimentos prévios dos alunos às questões integradas no Pré-Teste e realiza-se a análise comparativa das respostas obtidas e categorizadas no Pré e Pós-Teste, tendo em conta a eventual evolução do seu conhecimento científico inicial. De notar que a amostra era constituída por vinte e cinco alunos, tanto no Pré como no Pós-Teste.

4.2.1.1. Concepções sobre os conceitos de planta vascular e planta não vascular

A definição cientificamente aceite de planta vascular refere que é assim denominada por “apresentar tecidos especializados no transporte de substâncias vitais, quer inorgânicas – água e iões minerais – quer orgânicas – açúcares e outros” (Stern *et al.*, 2008). Por outro lado, a planta não vascular ou avascular como “não desenvolveu estruturas especializadas no transporte de substâncias, ou seja, não desenvolveu tecidos condutores, considera-se pouco autónoma à presença de água no seu ambiente” (Raven *et al.*, 2005). As concepções dos alunos sobre os conceitos de planta vascular e planta

não vascular, encontram-se representadas na Tabela 2 – questão 1.1. do questionário de conhecimentos (Grupo I).

Tabela 2 – Concepções dos alunos sobre os conceitos de planta vascular e planta não vascular

Categorias de resposta		Pré-Teste (n=25)		Pós-Teste (n=25)	
		f	%	f	%
R.C.A.	- “A planta vascular é mais completa/composta do que a avascular”.	1	4	–	–
	- “A planta vascular é de maiores dimensões e a avascular é de menores dimensões”.	1	4	–	–
	- “A planta vascular possui vasos condutores de seivas (xilema e floema) e a avascular não possui, realizando o transporte de substâncias através de difusão direta com o meio”.	–	–	19	76
R.I.	- “A planta vascular tem raízes e a avascular não”.	4	16	–	–
	- “A planta vascular tem caule e a avascular não”.	2	8	–	–
R.C.C.A.	- “A planta vascular tem ramificações e a avascular não”.	1	4	–	–
	- “A planta vascular tem diferentes órgãos e a avascular tem apenas um único órgão”.	1	4	–	–
	- “A planta vascular tem uma estrutura completa, enquanto a avascular tem apenas caule e folhas”.	1	4	–	–
	- “A planta vascular possui um órgão propulsor e a avascular não”.	1	4	–	–
	- “A planta vascular não tem vasos condutores, portanto o transporte é realizado de outra forma”.	–	–	1	4
	- “Na planta vascular, a seiva é transportada dentro de vasos condutores e na avascular, circula fora desses vasos”.	–	–	1	4
Outras	- “O que as distingue é o tipo de respiração”.	1	4	–	–
	- “A planta vascular possui veias e a avascular não”.	1	4	–	–
N.S./N.R.		11	44	4	16

R.C.A. – Resposta Cientificamente Aceite R.I. – Resposta Incompleta R.C.C.A. – Resposta Contendo Concepções Alternativas
N.S./N.R. – Não Sabe/Não Responde

Através da análise da Tabela 2, podemos verificar que no Pré-Teste apenas dois alunos (8%) apresentaram respostas cientificamente aceites; seis alunos (24%) responderam de forma incompleta; quatro alunos (16%) exibiram respostas com concepções alternativas; dois alunos (8%) deram respostas que não se mostraram adequadas e/ou compatíveis com a questão colocada; e onze alunos (44%) referiram mesmo não saber ou optaram por não responder. No que concerne aos resultados do Pós-Teste, verificou-se que dezanove alunos (76%) responderam corretamente à questão colocada; dois alunos (8%) continuaram a exibir respostas com concepções alternativas, mostrando que os conceitos de “planta vascular” e “planta não vascular” não foram interiorizados de forma adequada; e foram ainda registadas quatro respostas (16%) em branco.

4.2.1.2. Concepções sobre o modo como ocorre o transporte de água e íons minerais nas plantas

De acordo com a definição cientificamente aceita, as plantas, enquanto seres pluricelulares complexos, necessitam de transportar substâncias minerais até às folhas, para aí garantir a síntese de compostos orgânicos (Gameiro, 2009). Assim, a água e os íons minerais utilizados na síntese de matéria orgânica (fotossíntese), entram na planta por absorção através da raiz, e são transportados num sistema contínuo de vasos, que se estende desde a raiz, passa pelos caules e chega até às folhas (Oliveira, 2011). Este sistema de vasos denomina-se xilema. Atualmente, o mecanismo mais aceite como explicativo da ascensão e manutenção da coluna de água ao longo de todo o xilema combina a pressão exercida pela ocorrência de transpiração a nível dos estomas com as forças atrativas das moléculas de água – de coesão e adesão (Stern *et al.*, 2008). As concepções dos alunos sobre o modo como ocorre o transporte de água e íons minerais nas plantas, encontram-se representadas na Tabela 3 – questão 1.2. do questionário de conhecimentos (Grupo I).

Tabela 3 – Concepções dos alunos sobre o modo como ocorre o transporte de água e íons minerais nas plantas

Categorias de resposta		Pré-Teste (n=25)		Pós-Teste (n=25)	
		f	%	f	%
R.C.A.	- “São levados até às folhas através das raízes e do caule”.	4	16	–	–
	- “São transportados através do xilema do caule, depois de serem absorvidos pela raiz”.	1	4	9	36
	- “São transportados através de um sistema contínuo de vasos (xilema) que se estende desde a raiz - caule - folhas. O transporte no xilema pode ser explicado pela hipótese da tensão-coesão-adesão”.	–	–	9	36
R.I.	- “São transportados até às folhas, através da raiz que absorve a água e os íons minerais que estão no solo”.	6	24	1	4
	- “São transportados pelo caule”.	1	4	–	–
	- “A água entra na raiz das plantas através da osmose”.	1	4	–	–
	- “São absorvidos pela raiz através dos transportes transmembranares”.	1	4	–	–
R.C.C.A.	- “São transportados devido à pressão radicular”.	–	–	5	20
	- “Podem ser transportados pelo tronco”.	1	4	–	–
	- “São transportados até às folhas através do solo”.	1	4	–	–
	- “São transportados do tronco para cima, até chegarem às folhas”.	1	4	–	–
	- “Através da chuva, pois quando esta cai é absorvida pela raiz e de seguida sobe pelo caule e passa para os ramos”.	1	4	–	–
	- “As raízes que estão dentro do solo, absorvem a água e os íons minerais, e depois transportam-nos pelo caule até às folhas”.	1	4	–	–
Outras	- “São transportados através da seiva bruta”.	1	4	1	4
	- “São transportados através da fotossíntese e da fotólise da água”.	1	4	–	–
	- “São transportados através de animais, por exemplo as abelhas”.	1	4	–	–
	- “As folhas são facultativas à fotossíntese e a água e os íons são obtidos através da respiração da planta”.	1	4	–	–

N.S./N.R.	2	8	-	-
-----------	---	---	---	---

R.C.A. – Resposta Cientificamente Aceite R.I. – Resposta Incompleta R.C.C.A. – Resposta Contendo Conceções Alternativas
N.S./N.R. – Não Sabe/Não Responde

Através da análise da Tabela 3, podemos verificar que no Pré-Teste cinco alunos (20%) apresentaram respostas cientificamente aceites; nove alunos (36%) responderam de forma incompleta; cinco alunos (20%) exibiram respostas com conceções alternativas; quatro alunos (16%) deram respostas que não se mostraram adequadas e/ou compatíveis com a questão colocada; e dois alunos (8%) referiram mesmo não saber ou optaram por não responder. No que concerne aos resultados do Pós-Teste, verificou-se que dezoito alunos (72%) responderam corretamente à questão colocada; um aluno (4%) respondeu de forma incompleta; cinco alunos (20%) continuaram a exibir respostas com conceções alternativas; e apenas uma resposta (4%) não se mostrou adequada e/ou compatível com a questão colocada.

4.2.1.3. Conceções sobre o conceito de seiva bruta

De acordo com a definição cientificamente aceite “a seiva bruta ou seiva xilémica é uma solução aquosa de sais minerais e de uma reduzida quantidade de compostos orgânicos, transportada pelo xilema das raízes para as partes aéreas da planta” (Correia, 2014). Para além de sais minerais, podem também fazer parte da seiva xilémica, alguns aminoácidos, compostos azotados e hormonas vegetais (e.g.: ácido abscísico) (Correia, 2014). As conceções dos alunos sobre o conceito de seiva bruta, encontram-se representadas na Tabela 4 – questão 1.3. do questionário de conhecimentos (Grupo I).

Tabela 4 – Conceções dos alunos sobre o conceito de seiva bruta

Categorias de resposta		Pré-Teste (n=25)		Pós-Teste (n=25)	
		f	%	f	%
R.C.A.	- “Constituída, essencialmente, por matéria inorgânica (água e iões minerais) e é transportada pelo xilema”.	-	-	8	32
R.I.	- “Constituída na sua grande maioria por matéria inorgânica”.	1	4	11	44
	- “Transportada pelo xilema”.	-	-	4	16
R.C.C.A.	- “É aquela que sai diretamente da árvore, ou seja, é simples e não sofreu nenhuma alteração”.	3	12	-	-
	- “É aquela antes de entrar em contacto com os resultados da fotossíntese, ou seja, é a seiva com os minerais do solo”.	1	4	-	-
	- “Dá resina”.	1	4	-	-
	- “É a resina que sai diretamente da árvore”.	1	4	-	-
	- “Tem apenas um composto”.	1	4	-	-
	- “Requer um transporte mais rápido, tal como a sua função”.	1	4	-	-
	- “É espessa”.	-	-	1	4

	- "É libertada pela planta numa forma simples".	1	4	-	-
Outras		-	-	-	-
N.S./N.R.		15	60	1	4

R.C.A. – Resposta Cientificamente Aceite R.I. – Resposta Incompleta R.C.C.A. – Resposta Contendo Conceções Alternativas
N.S./N.R. – Não Sabe/Não Responde

Através da análise da Tabela 4, podemos verificar que no Pré-Teste não se registaram respostas cientificamente aceites; apenas um aluno (4%) respondeu de forma incompleta; nove alunos (36%) exibiram respostas com conceções alternativas; e mais de metade da turma, ou seja, quinze alunos (60%) referiram mesmo não saber ou optaram por não responder. No que concerne aos resultados do Pós-Teste, verificou-se que oito alunos (32%) responderam corretamente à questão colocada; quinze alunos (60%) responderam de forma incompleta; um aluno (4%) continuou a exibir respostas com conceções alternativas, mostrando que o conceito de “seiva bruta” não foi interiorizado de forma adequada; e um outro aluno (4%) permaneceu sem apresentar qualquer resposta.

4.2.1.4. *Conceções sobre o conceito de seiva elaborada*

De acordo com a definição cientificamente aceite “a seiva elaborada ou seiva floémica é uma solução aquosa rica em açúcares, isto é, trata-se de um líquido vital para as plantas que, através do floema, é conduzido às diferentes partes do organismo, transportando açúcares e outros compostos necessários para o metabolismo” (Correia, 2015). As conceções dos alunos sobre o conceito de seiva elaborada, encontram-se representadas na Tabela 5 – questão 1.3. do questionário de conhecimentos (Grupo I).

Tabela 5 – Conceções dos alunos sobre o conceito de seiva elaborada

Categorias de resposta		Pré-Teste (n=25)		Pós-Teste (n=25)	
		f	%	f	%
R.C.A.	- “Constituída por matéria orgânica e é transportada pelo floema”.	-	-	6	24
R.I.	- “Constituída por matéria orgânica”.	1	4	11	44
	- “Transportada pelo floema”.	-	-	4	16
R.C.C.A.	- “Sofreu alterações através de processos da planta”.	2	8	-	-
	- “É alterada e modificada com produtos químicos”.	1	4	-	-
	- “É transferida por toda a planta, tal como o sangue”.	1	4	-	-
	- “Não dá resina”.	1	4	-	-
	- “Tem vários compostos”.	1	4	-	-
	- “É aquela que está dentro da árvore”.	1	4	-	-
	- “Requer um transporte mais lento, tal como a sua função”.	1	4	-	-
	- “É fluida”.	-	-	1	4

	- "É libertada pela planta numa forma complexa".	1	4	-	-
Outras		-	-	-	-
N.S./N.R.		15	60	3	12

R.C.A. – Resposta Cientificamente Aceite R.I. – Resposta Incompleta R.C.C.A. – Resposta Contendo Concepções Alternativas
N.S./N.R. – Não Sabe/Não Responde

Através da análise da Tabela 5, podemos verificar que no Pré-Teste não se registaram respostas cientificamente aceites; apenas um aluno (4%) respondeu de forma incompleta; nove alunos (36%) exibiram respostas com concepções alternativas; e mais de metade da turma, ou seja, quinze alunos (60%) referiram mesmo não saber ou optaram por não responder. No que concerne aos resultados do Pós-Teste, verificou-se que seis alunos (24%) responderam corretamente à questão colocada; quinze alunos (60%) responderam de forma incompleta; um aluno (4%) continuou a exibir respostas com concepções alternativas, mostrando que o conceito de “seiva elaborada” não foi interiorizado de forma adequada; e três alunos (12%) permaneceram sem apresentar qualquer resposta.

4.2.1.5. Concepções sobre a importância da raiz, caule e folhas na adaptação das plantas ao meio terrestre

De acordo com a definição cientificamente aceite, à medida que as plantas foram colonizando com sucesso o ambiente terrestre, a sua diversidade aumentou e começaram a surgir especializações morfofisiológicas, entre as quais se destacam a diferenciação de órgãos aéreos e subaéreos – raiz, caule e folhas (Raven *et al.*, 2005). A raiz passou a desempenhar funções de suporte e de absorção de água e iões minerais, enquanto as células do caule e folhas diferenciaram-se para captar com maior eficácia a luz solar e distribuir substâncias ao longo de toda a planta, desenvolvendo tecidos vasculares (Raven *et al.*, 2005). Com o aparecimento destas e de outras características, as plantas vasculares adquiriram dimensões muito superiores e colonizaram ambientes terrestres diversificados e com menor disponibilidade de água (Raven *et al.*, 2005). As concepções dos alunos sobre a importância da raiz, caule e folhas na adaptação das plantas ao meio terrestre, encontram-se representadas na Tabela 6 – questão 1.4. do questionário de conhecimentos (Grupo I).

Tabela 6 – Concepções dos alunos sobre a importância da raiz, caule e folhas na adaptação das plantas ao meio terrestre

Categorias de resposta		Pré-Teste (n=25)		Pós-Teste (n=25)	
		f	%	f	%
R.C.A.	- “As plantas adaptaram-se ao meio terrestre, evoluindo. Assim, aumentaram o seu grau de complexidade, através da aquisição de algumas estruturas (e.g.: tecidos condutores; pelos radiculares; estomas; cutícula) e modificação da sua forma/estrutura (e.g.: raízes longas; caules carnudos; folhas	-	-	3	12

	reduzidas a espinhos)".				
	- "São partes essenciais à planta e, por isso precisam adaptar-se ao meio em que as plantas vivem".	4	16	2	8
	- "As suas características relacionam-se com o meio em que a planta está inserida, permitindo a sua adaptação ao meio terrestre".	3	12	1	4
R.I.	- "A raiz suporta a estrutura da planta, o caule ajuda no transporte de materiais (sais minerais, água, etc.) e nas folhas acontece a fotossíntese".	2	8	7	28
	- "Ao contrário das plantas aquáticas, as plantas terrestres precisam de raízes para se prenderem ao solo".	1	4	-	-
	- "A altura do caule e as modificações dos tamanhos da folha permitem uma maior ou menor absorção da luz solar".	1	4	-	-
R.C.C.A.	- "A maior parte das plantas tem esta estrutura".	1	4	-	-
	- "Não existe nenhuma planta no planeta sem raiz, caule e folhas".	1	4	-	-
	- "As plantas não conseguem sobreviver sem estes órgãos".	1	4	1	4
	- "Estes órgãos suportam a obtenção de matéria e energia".	1	4	-	-
	- "São essenciais devido à obtenção de alimento e libertação de oxigénio".	1	4	-	-
	- "São estruturas fundamentais porque transportam os nutrientes".	1	4	-	-
	- "As raízes, o caule e as folhas vão ser maiores ou menores, consoante o espaço disponível para a planta".	1	4	-	-
	- "São estruturas responsáveis pelo transporte e troca de matéria com o meio".	-	-	1	4
	- "Estas estruturas absorvem o que é necessário do meio".	-	-	1	4
	- "É necessário ter em conta que algumas partes da planta são mais vitais do que outras".	-	-	1	4
Outras	- "Porque são os órgãos da planta".	1	4	-	-
	- "As folhas são o fruto das plantas".	1	4	-	-
	- "As folhas permitem que a planta se alimente através da fotossíntese".	1	4	-	-
N.S./N.R.		4	16	8	32

R.C.A. – Resposta Cientificamente Aceite R.I. – Resposta Incompleta R.C.C.A. – Resposta Contendo Conceções Alternativas
N.S./N.R. – Não Sabe/Não Responde

Através da análise da Tabela 6, podemos verificar que no Pré-Teste foram registadas sete respostas (28%) cientificamente aceites; quatro alunos (16%) responderam de forma incompleta; sete alunos (28%) exibiram respostas com conceções alternativas; três alunos (12%) deram respostas que não se mostraram adequadas e/ou compatíveis com a questão colocada; e quatro alunos (16%) referiram não saber ou optaram por não responder. No que concerne aos resultados do Pós-Teste, verificou-se que seis alunos (24%) responderam corretamente à questão colocada; sete alunos (28%) responderam de forma incompleta; quatro alunos (16%) continuaram a exibir respostas com conceções alternativas; e oito alunos (32%) permaneceram sem apresentar qualquer resposta.

4.2.1.6. Concepções sobre o modo como ocorre a transpiração nas plantas e quais as estruturas responsáveis por este processo

De acordo com a definição cientificamente aceite, as plantas absorvem grande quantidade de água pelo sistema radicular, mas também perdem muita água através da transpiração – passagem de vapor de água das plantas para a atmosfera (Guimarães *et al.*, 2020). Este processo ocorre, principalmente, através dos estomas – poros existentes na parte inferior das folhas – os quais têm a capacidade de abrir e fechar, consoante a presença de uma maior ou menor concentração de água no interior da planta (Mauseth, 2003) e, por isso, permitem controlar a quantidade de água perdida por transpiração (Moreira, 2013). Os estomas abrem-se com a luz solar, permitindo a difusão de dióxido de carbono para o interior das folhas (Guimarães *et al.*, 2020). Por sua vez, a água contida nas células passa para os espaços intercelulares, onde é vaporizada e, quando os poros estão abertos é libertada para a atmosfera, sendo a água transpirada substituída pela água absorvida do solo, pelas raízes (Guimarães *et al.*, 2020). A transpiração estomática é responsável por 90 a 95% do total de perdas de água da planta e os restantes 5% a 10% ocorrem diretamente por transpiração cuticular (Stern *et al.*, 2008). As concepções dos alunos sobre o modo como ocorre a transpiração nas plantas, encontram-se representadas na Tabela 7 – questão 2.1. do questionário de conhecimentos (Grupo I), enquanto as suas concepções acerca das estruturas responsáveis pela realização deste processo, estão representadas na Tabela 8 – questão 2.2. do questionário de conhecimentos (Grupo I).

Tabela 7 – Concepções dos alunos sobre o modo como ocorre a transpiração nas plantas

Categorias de resposta		Pré-Teste (n=25)		Pós-Teste (n=25)	
		f	%	f	%
R.C.A.	- “No tubo B as folhas estão cobertas por vaselina, logo os seus poros estão tapados, o que afeta a transpiração da planta. Como a planta não transpira, também irá absorver menos água, uma vez que a transpiração é o “motor” da ascensão de água na planta”.	–	–	6	24
R.I.	- “Devido à vaselina, a planta não tem a capacidade de libertar água para a atmosfera, logo também não absorve tanta água”.	1	4	1	4
	- “O facto de as folhas estarem cobertas de vaselina impede as perdas excessivas de água, necessitando menos de absorvê-la”.	1	4	1	4
	- “A vaselina aplicada nas folhas da planta do tubo B impede que a água da transpiração seja libertada”.	1	4	2	8
	- “A vaselina impermeabiliza a epiderme da planta, obstruindo os poros e impedindo as trocas gasosas. Assim, as trocas gasosas irão ser afetadas e, consequentemente, há uma diminuição da fotossíntese e da transpiração, absorvendo menos água”.	–	–	1	4
R.C.C.A.	- “Se a planta não transpira, também gasta menos água”.	3	12	1	4
	- “As folhas cobertas por vaselina estavam mais protegidas das radiações, o que afetou o processo da fotossíntese”.	3	12	–	–

	- "A vaselina tem algum composto que hidratou a planta".	3	12	-	-
	- "A vaselina nas folhas impediu a planta de absorver água e íões minerais, necessários para a fotossíntese".	2	8	-	-
	- "As folhas cobertas por vaselina ficaram mais pesadas".	1	4	-	-
	- "A planta com as folhas cobertas por vaselina não faz evaporação".	1	4	-	-
	- "A vaselina provocou a morte da planta".	1	4	-	-
	- "A planta transpirou e a água saiu".	1	4	-	-
	- "As folhas do tubo B estão revestidas por vaselina, o que impede a raiz de absorver água".	1	4	2	8
	- "A vaselina impediu a respiração da planta".	-	-	2	8
	- "A planta A vai precisar de fazer mais fotossíntese, logo vai utilizar mais água do que a planta B".	-	-	1	4
	- "Alguma água que a planta "capta" serve para cobrir as folhas na camada superior e para a transpiração, logo cobrindo as folhas com vaselina diminui a quantidade de água que seria "gasta" a realizar estas funções".	-	-	1	4
Outras	- "A planta do tubo A absorveu mais água do que a planta que está no tubo B".	1	4	-	-
	- "A planta B libertou toda a água para o tubo".	1	4	-	-
	- "Porque as folhas em B têm vaselina".	-	-	1	4
	- "Por causa da pressão".	-	-	1	4
N.S./N.R.		4	16	5	20

R.C.A. – Resposta Cientificamente Aceite R.I. – Resposta Incompleta R.C.C.A. – Resposta Contendo Conceções Alternativas
N.S./N.R. – Não Sabe/Não Responde

Através da análise da Tabela 7, podemos verificar que no Pré-Teste não foram registadas respostas cientificamente aceites; três alunos (12%) responderam de forma incompleta; dezasseis alunos (64%) exibiram respostas com conceções alternativas; dois alunos (8%) deram respostas que não se mostraram adequadas e/ou compatíveis com a questão colocada; e quatro alunos (16%) referiram não saber ou optaram por não responder. No que concerne aos resultados do Pós-Teste, verificou-se que seis alunos (24%) responderam corretamente à questão colocada; cinco alunos (20%) responderam de forma incompleta; sete alunos (28%) continuaram a exibir respostas com conceções alternativas; dois alunos (8%) deram respostas que não se mostraram adequadas e/ou compatíveis com a questão colocada; e cinco alunos (20%) permaneceram sem apresentar qualquer resposta.

Tabela 8 – Conceções dos alunos acerca das estruturas responsáveis pela transpiração nas plantas

Categorias de resposta		Pré-Teste (n=25)		Pós-Teste (n=25)	
		f	%	f	%
R.C.A.	- "A vaselina afetou os estomas, pois são as estruturas responsáveis pela transpiração nas plantas".	-	-	11	44
R.I.	- "A vaselina afetou os poros da planta".	1	4	-	-
R.C.C.A.	- "A vaselina afetou os cloroplastos".	3	12	1	4

	- "A vaselina afetou o estoma".	1	4	-	-
	- "A vaselina afetou os vacúolos".	1	4	-	-
	- "A vaselina afetou as raízes das folhas".	1	4	-	-
	- "A vaselina afetou as estruturas de absorção".	1	4	-	-
	- "A vaselina afetou as ramificações que encontramos nas folhas".	1	4	-	-
	- "A vaselina afetou as zonas de libertação de oxigénio".	1	4	-	-
	- "A vaselina afetou as clorofilas, pois não conseguiram absorver a radiação".	1	4	-	-
	- "A cera faz com que as plantas não consigam absorver a radiação, pois esta será refletida".	1	4	-	-
	- "Quando cobertas por vaselina, todas as estruturas da folha tiveram o seu funcionamento afetado".	1	4	1	4
	- "A vaselina afetou os vasos vasculares".	-	-	2	8
	- "A vaselina afetou o mesófilo-xilema e floema".	-	-	1	4
	- "A vaselina afetou o floema".	-	-	1	4
Outras	- "Todas as estruturas localizadas nas folhas foram afetadas pela vaselina, pois caso a planta não transpire, afeta as folhas".	1	4	-	-
	- "Todas as estruturas da folha foram afetadas pela vaselina, pois quanto menor a transpiração, menor o funcionamento".	1	4	-	-
	- "A vaselina afetou as folhas, pois são elas que realizam a transpiração".	-	-	1	4
	- "A vaselina impediu a transpiração e a absorção de radiação solar".	-	-	1	4
N.S./N.R.		10	40	6	24

R.C.A. – Resposta Cientificamente Aceite R.I. – Resposta Incompleta R.C.C.A. – Resposta Contendo Conceções Alternativas
N.S./N.R. – Não Sabe/Não Responde

Através da análise da Tabela 8, podemos verificar que no Pré-Teste não foram registadas respostas cientificamente aceites; apenas um aluno (4%) respondeu de forma incompleta; doze alunos (48%) exibiram respostas com conceções alternativas; dois alunos (8%) deram respostas que não se mostraram adequadas e/ou compatíveis com a questão colocada; e dez alunos (40%) referiram não saber ou optaram por não responder. No que concerne aos resultados do Pós-Teste, verificou-se que onze alunos (44%) responderam corretamente à questão colocada; seis alunos (24%) continuaram a exibir respostas com conceções alternativas; dois alunos (8%) deram respostas que não se mostraram adequadas e/ou compatíveis com a questão colocada; e seis alunos (24%) permaneceram sem apresentar qualquer resposta.

4.2.1.7. Conceções sobre os mecanismos envolvidos na absorção de substâncias pela raiz

Atualmente, é amplamente aceite que a movimentação de fluidos nas plantas, a curta ou longa distância, ocorre por diferenças de potencial osmótico – ou pressão osmótica (Stern *et al.*, 2008). A pressão osmótica é provocada pela existência de diferenças de concentração entre duas soluções, separadas fisicamente por uma membrana semipermeável (Stern *et al.*, 2008). Pode dizer-se que o potencial osmótico resume-se à pressão que é necessário exercer para evitar que a osmose ocorra, sendo

que esta pressão é tanto maior quanto mais concentrada estiver a solução – hipertónica (Stern *et al.*, 2008). As conceções dos alunos sobre os mecanismos envolvidos na absorção de substâncias pela raiz, encontram-se representadas na Tabela 9 – questão 3.1. do questionário de conhecimentos (Grupo I).

Tabela 9 – Conceções dos alunos sobre os mecanismos envolvidos na absorção de substâncias pela raiz

Categorias de resposta		Pré-Teste (n=25)		Pós-Teste (n=25)	
		f	%	f	%
R.C.A.	- “Ao pôr sal nas raízes dos manjericos, cria-se uma diferença de concentrações, ou seja, o meio envolvente fica hipertónico e a planta hipotónica. Isto acabará por levar a planta a perder água por osmose, com o objetivo de tentar igualar as concentrações entre os dois meios. Deste modo, a planta ao perder água irá secar e acabará por morrer”.	1	4	4	16
R.I.	- “Após acrescentar sal nas raízes, o meio fica hipertónico e a pressão osmótica aumenta, logo a água vai ser libertada no sentido planta » solo”.	2	8	4	16
	- “O sal colocado nas raízes vai fazer com que o solo fique hipertónico e as células da raiz plasmolisadas, provocando o murchamento da planta e consequente morte dos manjericos”.	2	8	3	12
R.C.C.A.	- “Ao colocar sal nas raízes, a planta é colocada no meio hipertónico, por isso a água vai sair da planta para o solo e fica seca”.	2	8	-	-
	- “O sal é um mineral, logo irá prejudicar a planta”.	1	4	-	-
	- “A raiz da planta vai absorver o sal, provocando a sua morte”.	1	4	-	-
	- “Ao colocar sal nas raízes, estas ficam contaminadas e envenenadas”.	1	4	1	4
	- “O sal infeciona como se fosse um processo de envenenamento”.	1	4	-	-
	- “O sal impede os nutrientes de se movimentarem através da raiz”.	1	4	-	-
	- “Ao colocar sal nas raízes dos manjericos, as plantas absorvem demasiado sal e ficam intoxicadas”.	1	4	-	-
	- “O sal impede as raízes de absorver toda a água que está na terra, logo o manjerico irá apodrecer”.	1	4	-	-
	- “Quando há mais sal no solo, a planta necessita de ser regada mais vezes”.	1	4	2	8
	- “Quando colocavam sal nas raízes a planta durava menos, pois as suas células libertam água para os meios igualarem”.	1	4	-	-
	- “Se pusermos sal nas raízes das plantas, estas secam facilmente, pois a quantidade de água requerida é maior do que a recebida”.	1	4	-	-
	- “O sal é tóxico para os manjericos, portanto ao absorverem-no, encurtam o seu tempo de vida”.	-	-	1	4
	- “As plantas absorvem sal e este é prejudicial para as mesmas”.	-	-	1	4
	- “O sal seca as plantas”.	-	-	1	4
	- “As raízes ao absorverem sal, este como não é um líquido, cria barreiras que impedem a continuação de seiva bruta”.	-	-	1	4
Outras	- “O sal nas raízes prejudica a fotossíntese, pois é assim que a planta produz matéria orgânica”.	1	4	1	4
	- “O sal fica muito concentrado na água e vai fazer com que a planta não consiga absorver a água”.	1	4	-	-
	- “Ao deitar sal nas raízes dos manjericos, os homens têm de ir comprar um manjerico novo mais rapidamente”.	1	4	-	-
N.S./N.R.		5	20	6	24

R.C.A. – Resposta Cientificamente Aceite R.I. – Resposta Incompleta R.C.C.A. – Resposta Contendo Conceções Alternativas

N.S./N.R. – Não Sabe/Não Responde

Através da análise da Tabela 9, podemos verificar que no Pré-Teste foi registada uma resposta (4%) cientificamente aceite; quatro alunos (16%) responderam de forma incompleta; doze alunos (48%) exibiram respostas com conceções alternativas; três alunos (12%) deram respostas que não se mostraram adequadas e/ou compatíveis com a questão colocada; e cinco alunos (20%) referiram não saber ou optaram por não responder. No que concerne aos resultados do Pós-Teste, verificou-se que quatro alunos (16%) responderam corretamente à questão colocada; sete alunos (28%) responderam de forma incompleta; sete alunos (28%) continuaram a exibir respostas com conceções alternativas; um aluno (4%) deu uma resposta que não se mostrou adequada e/ou compatível com a questão colocada; e seis alunos (24%) permaneceram sem apresentar qualquer resposta.

4.2.1.8. Conceções sobre o funcionamento estomático nas plantas

De acordo com a definição cientificamente aceite, os estomas controlam as trocas gasosas entre a planta e o meio exterior, abrindo ou fechando o ostíolo (orifício) (Moreira, 2013). O funcionamento estomático – capacidade que os estomas têm em abrir e fechar – é condicionado por alterações de turgescência das células estomáticas ou células-guarda, que possuem uma estrutura diferente das células vizinhas, ao apresentar numerosos cloroplastos e um espessamento maior da parte da parede celular que delimita o ostíolo, relativamente às paredes adjacentes às células vizinhas (Moreira, 2013). O afastamento ou a aproximação das células estomáticas com o aumento ou diminuição da turgescência das células, permite a abertura ou fecho dos ostíolos, respetivamente (Moreira, 2013). Assim sendo, o aumento do volume de água causa uma maior pressão de turgescência sobre as paredes das células, que ficam túrgidas (inchadas) e, conseqüentemente, o ostíolo abre (Moreira, 2013). Por outro lado, a diminuição do volume de água causa uma menor pressão de turgescência sobre as paredes das células, que ficam plasmolisadas (murchas) e, conseqüentemente, o ostíolo fecha (Moreira, 2013). As conceções dos alunos sobre o funcionamento estomático nas plantas, encontram-se representadas na Tabela 10 – questão 4.1. do questionário de conhecimentos (Grupo I).

Tabela 10 – Conceções dos alunos sobre o funcionamento estomático nas plantas

Categorias de resposta		Pré-Teste (n=25)		Pós-Teste (n=25)	
		f	%	f	%
R.C.A.		–	–	–	–
R.I.	- “O estoma A está fechado devido às suas células estarem plasmolisadas, enquanto o estoma B tem as suas células túrgidas (pois aumentaram de volume) o que provocou a abertura do estoma”.	3	12	4	16

	- "As células num estado de turgescência ficam com muita água no seu interior, o que provoca a abertura dos estomas. As células num estado de plasmólise têm pouca água no seu interior, o que provoca o fecho dos estomas".	1	4	1	4
	- "Quando as células-guarda estão túrgidas, o estoma abre. Quando estão plasmolisadas, o estoma fecha".	-	-	2	8
R.C.C.A.	- "O estoma A encontra-se fechado pois as suas células estão túrgidas, enquanto o estoma B está aberto, pois a água saiu e as células estão plasmolisadas".	4	16	4	16
	- "O estoma A está num estado túrgido e por isso encontra-se fechado para não deixar entrar mais água. O estoma B está num estado plasmótico (?), já que está aberto, permitindo a entrada de imensa água".	1	4	-	-
	- "O estoma A está túrgido e, portanto, inchou e o estoma B está em estado de plasmólise e portanto encolheu".	1	4	-	-
	- "O estoma B está num estado de turgência (?) devido ao aumento do vacuolo (?)".	-	-	1	4
	- "Em B estão plasmolisadas pois a água está a sair das células e em A ficam túrgidas porque a água da raiz está a chegar às folhas".	-	-	1	4
	- "O estoma B como está fechado, as suas células estão túrgidas porque não sai água. Por outro lado, o estoma A está aberto e a água sai logo para as células ficarem plasmolisadas".	-	-	1	4
	- "Os estomas abrem para haver libertação de água durante a turgidez".	-	-	1	4
Outras	- "O estado de turgidez e o estado de plasmólise das células tem a ver com a entrada e saída de substâncias".	1	4	-	-
	- "Com os estomas abertos, o sangue passa e as células ficam túrgidas. Com os estomas fechados, o sangue não passa e as células ficam plasmolisadas".	-	-	1	4
	- "Quando está túrgida, ela abre".	-	-	1	4
N.S./N.R.		14	56	8	32

R.C.A. – Resposta Cientificamente Aceite R.I. – Resposta Incompleta R.C.C.A. – Resposta Contendo Conceções Alternativas
N.S./N.R. – Não Sabe/Não Responde

Através da análise da Tabela 10, podemos verificar que no Pré-Teste não foram registadas respostas cientificamente aceites; quatro alunos (16%) responderam de forma incompleta; seis alunos (24%) exibiram respostas com conceções alternativas; um aluno (4%) deu uma resposta que não se mostrou adequada e/ou compatível com a questão colocada; e catorze alunos (56%) referiram não saber ou optaram por não responder. No que concerne aos resultados do Pós-Teste, nenhum aluno respondeu corretamente à questão colocada; sete alunos (28%) responderam de forma incompleta; oito alunos (32%) continuaram a exibir respostas com conceções alternativas; dois alunos (8%) deram respostas que não se mostraram adequadas e/ou compatíveis com a questão colocada; e oito alunos (32%) permaneceram sem apresentar qualquer resposta.

4.2.2. Conceções dos alunos sobre o "Transporte de matéria nos animais"

Nesta secção, apresentam-se e analisam-se as respostas dos alunos às questões do questionário de conhecimentos (Grupo II), aplicado no âmbito desta investigação. Deste modo, identificam-se as CA e os conhecimentos prévios dos alunos às questões integradas no Pré-Teste e realiza-se a análise

comparativa das respostas obtidas e categorizadas no Pré e Pós-Teste, tendo em conta a eventual evolução do seu conhecimento científico inicial. De notar que a amostra era constituída por vinte e cinco alunos, tanto no Pré como no Pós-Teste.

4.2.2.1. Concepções sobre os componentes do sistema circulatório humano

De acordo com a definição cientificamente aceite, devido à sua complexidade, a maioria dos animais multicelulares necessita de um sistema especializado no transporte de substâncias, *de e para* todos os tecidos do seu organismo (Hickmann *et al.*, 2008). De forma a responder às suas exigências metabólicas, os animais mais complexos apresentam sistemas circulatórios, constituídos, essencialmente, por um órgão propulsor (e.g.: coração), fluidos circulantes (nos vertebrados, são o sangue e a linfa) e um conjunto de vasos que os transportam (Randall *et al.*, 2002). No que concerne ao sistema circulatório sanguíneo dos organismos vertebrados (e.g.: Homem), o fluido circulante – sangue – é bombeado pelo coração e flui continuamente num sistema de vasos fechado (Randall *et al.*, 2002). Todos os animais vertebrados apresentam uma circulação fechada, ou seja, em condições normais, o sangue circula em vasos de diferente calibre que se designam de artérias, arteríolas, capilares, vénulas e veias (Randall *et al.*, 2002). As concepções dos alunos sobre os componentes do sistema circulatório humano, encontram-se representadas na Tabela 11 – questão 1. do questionário de conhecimentos (Grupo II).

Tabela 11 – Concepções dos alunos sobre os componentes do sistema circulatório humano

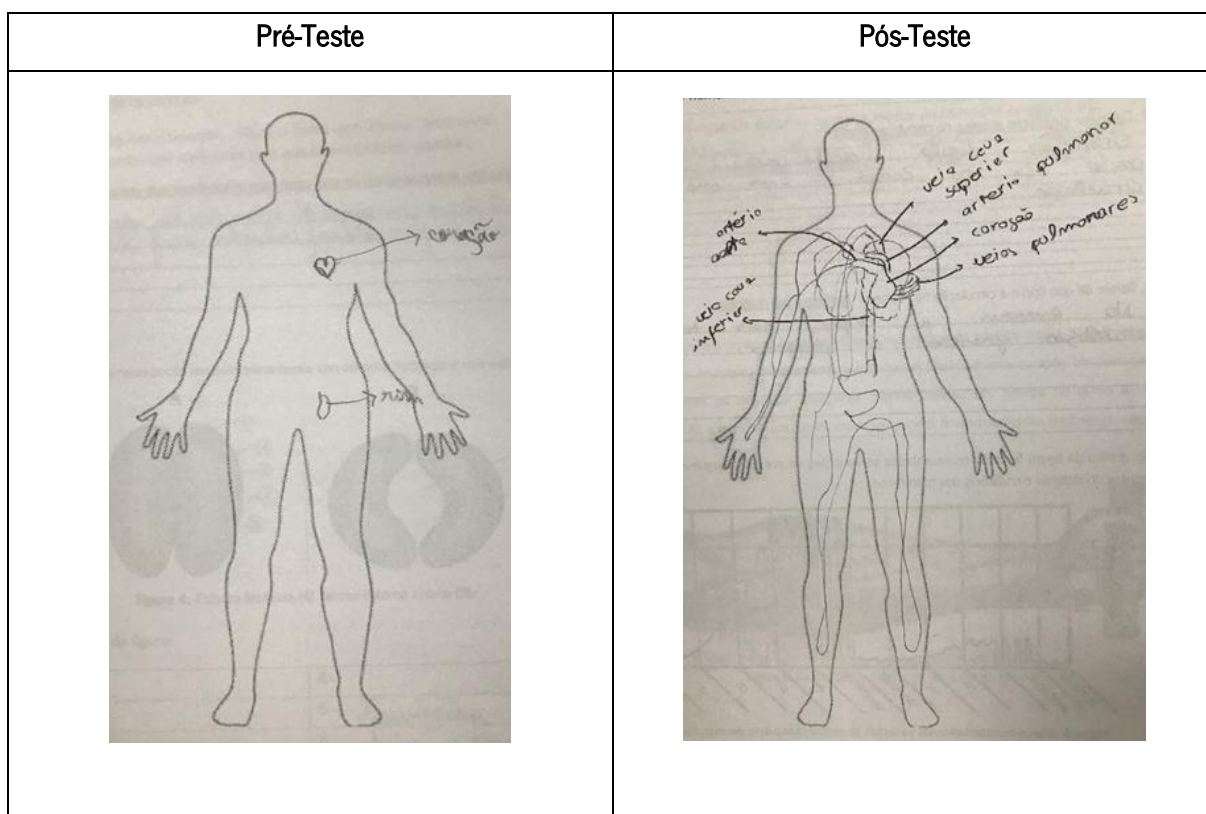
Categorias de resposta		Pré-Teste (n=25)		Pós-Teste (n=25)	
		f	%	f	%
R.C.A.		–	–	–	–
R.I.	- Representação do sistema circulatório humano, legendando o coração e o sangue.	2	8	–	–
	- Representação do sistema circulatório humano, legendando o coração e alguns vasos condutores distribuídos por todo o corpo.	4	16	8	32
R.C.C.A.	- Representação morfológica do coração, através de um círculo/oval.	1	4	4	16
	- Representação e legendagem do coração deslocado para o ombro esquerdo.	4	16	1	4
	- Representação e legendagem do coração deslocado para o ombro direito.	1	4	–	–
	- Representação e legendagem de um coração colocado a meio do tronco.	1	4	–	–
	- Representação da morfologia externa do coração, com as aurículas e os ventrículos em posições inversas.	1	4	–	–
	- Representação do sistema circulatório humano, legendando o coração e vasos que não se distribuem por todo o corpo.	3	12	–	–
	- Representação e legendagem de um coração (sistema circulatório) e dos rins (sistema urinário).	1	4	–	–

	- Representação e legendagem de um coração (sistema circulatório), dos pulmões (sistema respiratório) e dos rins (sistema urinário).	1	4	6	24
	- Representação e legendagem de um coração e das artérias (pintadas a azul) e das veias (pintadas a vermelho).	1	4	-	-
Outras	- Representação do sistema circulatório humano, sem legendagem.	5	20	6	24
N.S./N.R.		-	-	-	-

R.C.A. – Resposta Cientificamente Aceite R.I. – Resposta Incompleta R.C.C.A. – Resposta Contendo Conceções Alternativas
N.S./N.R. – Não Sabe/Não Responde

Através da análise da Tabela 11, podemos verificar que no Pré-Teste não foram registadas representações cientificamente aceites do sistema circulatório humano; seis alunos (24%) representaram-no de forma incompleta; catorze alunos (56%) exibiram representações com conceções alternativas; e cinco alunos (20%) representações sem legenda. No que concerne aos resultados do Pós-Teste, nenhum aluno representou corretamente o sistema cardiovascular; oito alunos (32%) representaram-no de forma incompleta; onze alunos (44%) continuaram a exibir representações com conceções alternativas; e seis alunos (24%) representações sem legenda. No Quadro 15 encontram-se esquematizados dois exemplos de representações dos componentes do sistema circulatório humano, obtidos no Pré e no Pós-Teste, nomeadamente, respostas contendo conceções alternativas.

Quadro 15 – Representações de respostas dos alunos contendo conceções alternativas sobre os componentes do sistema circulatório humano, obtidas no Pré e no Pós-Teste



4.2.2.2. Concepções sobre o percurso do sangue no corpo humano

De acordo com a definição cientificamente aceita, o Homem possui um sistema circulatório fechado, no qual o coração bombeia o sangue para as artérias, que se ramificam em arteríolas e em capilares com a espessura de uma célula – esta característica facilita as trocas de substâncias (gases, nutrientes e produtos resultantes do metabolismo) por difusão com o fluido intersticial que banha as células (Hickmann *et al.*, 2008). Os capilares, por sua vez, convergem em vénulas e depois em veias, transportando novamente o sangue até ao coração (Hickmann *et al.*, 2008). As concepções dos alunos sobre o percurso do sangue no corpo humano, encontram-se representadas na Tabela 12 – questão 1.1. do questionário de conhecimentos (Grupo II).

Tabela 12 – Concepções dos alunos sobre o percurso do sangue no corpo humano

Categorias de resposta		Pré-Teste (n=25)		Pós-Teste (n=25)	
		f	%	f	%
R.C.A.		–	–	–	–
R.I.	- “O sangue sai da aurícula esquerda e passa para o ventrículo esquerdo; depois sai do coração e percorre todo o corpo, entrando na aurícula direita e depois no ventrículo direito e o processo repete-se”.	3	12	11	44
R.C.C.A.	- “Aurícula esquerda » ventrículo esquerdo » ventrículo direito » aurícula direita”.	2	8	2	8
	- “O sangue sai da aurícula esquerda e vai para os órgãos e regressa à aurícula direita”.	2	8	1	4
	- “O sangue sai do coração para o resto do corpo e depois regressa ao coração, seguindo caminho para os pulmões para ser purificado”.	2	8	–	–
	- “O sangue sai da aurícula esquerda para o ventrículo esquerdo, saindo depois pela artéria aorta e circula por todo o corpo. De seguida, regressa ao coração pela veia cava e entra na aurícula direita, passando para o ventrículo direito e sai pela artéria pulmonar até aos pulmões. Regressa ao coração pela veia pulmonar e entra no ventrículo esquerdo”.	2	8	–	–
	- “Cabeça » coração » pulmões » membros”.	1	4	–	–
	- “O sangue percorre as veias e volta para o coração”.	1	4	–	–
	- “O sangue sai da aurícula esquerda, passa para o ventrículo esquerdo e vai para os pulmões”.	1	4	3	12
	- “Aurícula esquerda » ventrículo » aurícula direita » artéria aorta » veia cava » ventrículo”.	1	4	–	–
	- “O sangue sai da aurícula esquerda e é bombardeado para o resto do corpo, onde volta”.	1	4	1	4
	- “O sangue sai do coração por uma artéria e vai para o corpo, passando pelos pulmões e regressa ao coração”.	1	4	–	–
	- “O sangue é bombardeado pelo coração da aurícula esquerda e percorre todo o corpo pelas artérias, passa pelos rins, filtrando-o. Depois o ciclo recomeça”.	1	4	–	–
	- “O sangue entra no coração pela aurícula esquerda e passa para o ventrículo esquerdo, este contrai e envia o sangue para o resto do corpo, chegando novamente ao coração pela veia pulmonar e entra pela artéria direita”.	1	4	–	–

	- "Ventrículo esquerdo » veia cava » artéria aorta » ventrículo direito » aurícula direita".	-	-	2	8
	- "Corpo » coração » pulmão » coração".	-	-	1	4
Outras	- "O coração sai da aurícula esquerda pela artéria aorta".	1	4	-	-
	- "O sangue no corpo humano começa na aurícula esquerda, de seguida, fica oxidado e sai pela válvula aorta direita e volta a entrar pela válvula cava direita".	1	4	-	-
N.S./N.R.		4	16	4	16

R.C.A. – Resposta Cientificamente Aceite R.I. – Resposta Incompleta R.C.C.A. – Resposta Contendo Conceções Alternativas
N.S./N.R. – Não Sabe/Não Responde

Através da análise da Tabela 12, podemos verificar que no Pré-Teste não foram registadas respostas cientificamente aceites; três alunos (12%) responderam de forma incompleta; dezasseis alunos (64%) exibiram respostas com conceções alternativas; dois alunos (8%) deram respostas que não se mostraram adequadas e/ou compatíveis com a questão colocada; e quatro alunos (16%) referiram não saber ou optaram por não responder. No que concerne aos resultados do Pós-Teste, nenhum aluno respondeu corretamente à questão colocada; onze alunos (44%) responderam de forma incompleta; dez alunos (40%) continuaram a exibir respostas com conceções alternativas; e quatro alunos (16%) permaneceram sem apresentar qualquer resposta.

4.2.2.3. Conceções sobre os conceitos de circulação simples e circulação dupla

De acordo com a definição cientificamente aceite, os sistemas circulatórios fechados podem estar organizados de forma que a circulação seja simples ou dupla (Moreira, 2013). O coração dos peixes é o menos complexo dos vertebrados, apresentando apenas duas câmaras – uma aurícula e um ventrículo (Hickmann *et al.*, 2008). Neste caso, o sangue é bombeado uma única vez pelo coração a cada circuito (circulação simples), sendo que um circuito completo compreende a saída do sangue do coração para os capilares das guelras, onde é oxigenado, e daí para o restante corpo do peixe, até retornar ao coração através das veias (Hickmann *et al.*, 2008). Por outro lado, a circulação sanguínea dos vertebrados terrestres considera-se dupla, uma vez que ao sair do coração, o sangue percorre dois circuitos distintos (Randall *et al.*, 2002). Assim, um circuito completo é o percurso que o sangue faz desde que sai do coração até que retorna a este, sendo que no caso dos vertebrados, o sangue faz um circuito do coração aos pulmões – circulação pulmonar – e outro do coração para os restantes órgãos do organismo – circulação sistémica (Randall *et al.*, 2002). As conceções dos alunos sobre os conceitos de circulação simples e circulação dupla, encontram-se representadas na Tabela 13 – questão 1.2. do questionário de conhecimentos (Grupo II).

Tabela 13 – Concepções dos alunos sobre os conceitos de circulação simples e circulação dupla

Categorias de resposta		Pré-Teste (n=25)		Pós-Teste (n=25)	
		f	%	f	%
R.C.A.	- "A circulação dupla passa duas vezes no coração num circuito completo, uma para todo o corpo (circulação sistêmica) e outra para os pulmões (circulação pulmonar). A circulação simples só passa uma vez no coração em cada circuito completo".	1	4	5	20
R.I.	- "A circulação simples só passa uma vez no coração e a dupla passa duas vezes".	1	4	17	68
R.C.C.A.	- "A circulação simples é apenas a circulação pequena e a dupla é a circulação grande (sistêmica + pulmonar)".	3	12	-	-
	- "A circulação simples tem apenas um sentido e a dupla tem dois sentidos diferentes".	2	8	-	-
	- "A circulação simples pára num lugar e a dupla continua".	1	4	-	-
	- "A circulação simples ocorre nas veias e a dupla ocorre nas veias e artérias".	1	4	-	-
	- "A circulação simples só circula no coração e a dupla ocorre no coração e nos pulmões".	1	4	-	-
	- "A circulação dupla ocorre por todo o corpo e a simples ocorre entre o coração e os pulmões na cavidade torácica".	1	4	-	-
	- "Os animais que têm circulação simples possuem um só coração e os animais que têm dupla possuem dois corações".	1	4	-	-
	- "A circulação simples tem o seu processo no coração que ocorre apenas uma vez, enquanto a dupla tem o seu processo que ocorre duas vezes".	1	4	-	-
	- "A circulação simples é quando o sangue tem apenas um sentido e uma direção, enquanto a dupla é quando o sangue tem dois sentidos e duas direções".	1	4	-	-
Outras		-	-	-	-
N.S./N.R.		11	44	3	12

R.C.A. – Resposta Cientificamente Aceite R.I. – Resposta Incompleta R.C.C.A. – Resposta Contendo Concepções Alternativas
N.S./N.R. – Não Sabe/Não Responde

Através da análise da Tabela 13, podemos verificar que no Pré-Teste foi registrada uma resposta (4%) cientificamente aceite; um aluno (4%) respondeu de forma incompleta; doze alunos (48%) exibiram respostas com concepções alternativas; e onze alunos (44%) referiram não saber ou optaram por não responder. No que concerne aos resultados do Pós-Teste, cinco alunos (20%) responderam corretamente à questão colocada; dezassete alunos (68%) responderam de forma incompleta; e três alunos (12%) permaneceram sem apresentar qualquer resposta.

4.2.2.4. Concepções sobre o tipo de circulação no Homem

De acordo com a definição cientificamente aceite, nos mamíferos incluindo o Homem, a circulação é dupla e completa, uma vez que o coração apresenta quatro cavidades (Randall *et al.*, 2002). Considera-se dupla, porque o sangue percorre dois circuitos distintos, denominados, respetivamente, pequena circulação e grande circulação ou circulação pulmonar e circulação sistêmica, respetivamente

(Randall *et al.*, 2002). Por outro lado, considera-se completa, porque, em condições normais, não existe mistura de sangue venoso com sangue arterial ao nível do coração (Moreira, 2013). As conceções dos alunos sobre o tipo de circulação no Homem, encontram-se representadas na Tabela 14 – questão 1.3. do questionário de conhecimentos (Grupo II).

Tabela 14 – Conceções dos alunos sobre o tipo de circulação no Homem

Categorias de resposta		Pré-Teste (n=25)		Pós-Teste (n=25)	
		f	%	f	%
R.C.A.	- “A circulação é dupla e completa”.	–	–	1	4
R.I.	- “A circulação é dupla, pois o sangue passa duas vezes no coração”.	7	28	4	16
	- “A circulação é dupla, pois uma circulação vai para os pulmões e a outra vai para o resto do corpo”.	2	8	2	8
	- “A circulação é dupla – circulação pulmonar e circulação sistémica”.	1	4	7	28
	- “A circulação é dupla, pois somos mamíferos”.	1	4	–	–
R.C.C.A.	- “A circulação é simples, pois possuímos um só coração”.	1	4	–	–
	- “A circulação é dupla, visto que nós somos seres complexos”.	1	4	–	–
	- “A circulação é cíclica, logo é simples e segue apenas uma direção”.	1	4	–	–
	- “A circulação é dupla, pois o sangue tanto sai com CO ₂ como entra com O ₂ ”.	1	4	–	–
	- “A circulação é simples, já que o processo apenas ocorre uma vez por cada minuto”.	1	4	–	–
	- “A circulação é dupla para transportar O ₂ e nutrientes para todas as células do corpo”.	1	4	–	–
	- “A circulação é simples porque temos válvulas que permitem apenas uma direção e um sentido para o sangue”.	1	4	1	4
	- “O Homem possui circulação dupla, pois faz a grande e a pequena circulação. Assim, a circulação do sangue arterial vai para o todo o corpo e a circulação do sangue venoso vai do coração para os pulmões para este purificar”.	1	4	–	–
	- “A circulação é dupla porque o Homem tem um sistema circulatório complexo”.	–	–	2	8
	- “A circulação é dupla, pois o ser humano tem sangue venoso e sangue arterial”.	–	–	2	8
	- “A circulação é completa e fechada”.	–	–	1	4
	- “A circulação é dupla e fechada”.	–	–	1	4
	Outras		–	–	–
N.S./N.R.		6	24	4	16

R.C.A. – Resposta Cientificamente Aceite R.I. – Resposta Incompleta R.C.C.A. – Resposta Contendo Conceções Alternativas
N.S./N.R. – Não Sabe/Não Responde

Através da análise da Tabela 14, podemos verificar que no Pré-Teste não foram registadas respostas cientificamente aceites; onze alunos (44%) responderam de forma incompleta; oito alunos (32%) exibiram respostas com conceções alternativas; e seis alunos (24%) referiram não saber ou

optaram por não responder. No que concerne aos resultados do Pós-Teste, apenas um aluno (4%) respondeu corretamente à questão colocada, contudo é de ressaltar que o mesmo não justificou a sua resposta; treze alunos (52%) responderam de forma incompleta; sete alunos (28%) continuaram a exibir respostas com concepções alternativas; e quatro alunos (16%) permaneceram sem apresentar qualquer resposta.

4.2.2.5. Concepções acerca das variações da pressão sanguínea nas diferentes estruturas constituintes do sistema circulatório dos mamíferos

De acordo com a definição cientificamente aceita, o sistema circulatório dos mamíferos tem dois lados distintos (esquerdo e direito), a bombear sangue para cada um dos circuitos – circulação pulmonar ou pequena circulação e circulação sistêmica ou grande circulação – tornando possível manter diferentes pressões sanguíneas em ambos os circuitos, sendo a pressão da circulação pulmonar mais baixa que a da circulação sistêmica (Randall *et al.*, 2002). Assim, com menor pressão sanguínea e menor velocidade de circulação nos capilares pulmonares, as trocas gasosas são realizadas com maior eficiência (Randall *et al.*, 2002). Por outro lado, a circulação sistêmica funciona com um sistema de pressões mais elevadas, com o intuito de providenciar irrigação arterial a todo o corpo (Moreira, 2013). Deste modo, a parede das artérias é constituída por uma lâmina muscular mais espessa e resistente, enquanto nas veias, como o sangue é transportado a pressões mais baixas, as suas paredes apresentam menor espessura (Moreira, 2013). As concepções dos alunos acerca das variações da pressão sanguínea nas diferentes estruturas constituintes do sistema circulatório dos mamíferos, encontram-se representadas na Tabela 15 – questão 2.1. do questionário de conhecimentos (Grupo II). Ainda neste contexto e, particularmente, no que respeita à artéria aorta e veias cavas, as concepções dos alunos, encontram-se representadas na Tabela 16 – questões 2.2. do questionário de conhecimentos (Grupo II).

Tabela 15 – Concepções dos alunos acerca das variações da pressão sanguínea nas diferentes estruturas constituintes do sistema circulatório dos mamíferos

Categorias de resposta		Pré-Teste (n=25)		Pós-Teste (n=25)	
		f	%	f	%
R.C.A.	- Incluem-se nesta categoria, as respostas dos alunos que consideram a seguinte correspondência: A: artéria aorta – 4; B: vasos onde ocorre a circulação pulmonar – 1, 2 e 3; C: veias cavas – 7; D: artérias pulmonares – 1; E: vasos onde ocorre a circulação sistêmica – 4, 5, 6 e 7; F: veias pulmonares – 3.	4	16	6	24

R.I.	- Incluem-se nesta categoria, as respostas dos alunos que apresentam alíneas em falta.	1	4	-	-
R.C.N.A.	- Incluem-se nesta categoria, as respostas dos alunos que exibem uma correspondência errada.	12	48	15	60
N.S./N.R.		8	32	4	16

R.C.A. – Resposta Cientificamente Aceite R.I. – Resposta Incompleta R.C.N.A. – Resposta Cientificamente Não Aceite
N.S./N.R. – Não Sabe/Não Responde

Através da análise da Tabela 15, podemos verificar que no Pré-Teste foram registadas quatro respostas (16%) cientificamente aceites, isto é, correspondências totalmente corretas; um aluno (4%) respondeu de forma incompleta, ao apresentar uma correspondência com alíneas em falta; doze alunos (48%) exibiram respostas cientificamente não aceites, ao exibirem correspondências erradas; e oito alunos (32%) referiram não saber ou optaram por não responder. No que concerne aos resultados do Pós-Teste, seis alunos (24%) responderam corretamente à questão colocada, ao revelar correspondências totalmente corretas; quinze alunos (60%) responderam de forma errada, expondo correspondências cientificamente não aceites; e quatro alunos (16%) permaneceram sem apresentar qualquer resposta.

Tabela 16 – Conceções dos alunos acerca das variações da pressão sanguínea nas diferentes estruturas constituintes do sistema circulatório dos mamíferos, ao nível da artéria aorta e veias cavas

Categorias de resposta		Pré-Teste (n=25)		Pós-Teste (n=25)	
		f	%	f	%
R.C.A.		-	-	-	-
R.I.	- “O sangue sai com muita pressão do coração pela artéria aorta, e retorna ao coração com baixa pressão pelas veias cavas”.	3	12	9	36
	- “Na artéria aorta, o sangue sai com maior pressão”.	2	8	5	20
	- “Quando sai do coração, o sangue tem uma grande pressão na artéria aorta devido à sístole ventricular”.	1	4	-	-
	- “A artéria aorta é mais espessa, mas também aquela que transporta maior quantidade de sangue. Por outro lado, as veias cavas não são tão espessas”.	-	-	2	8
R.C.C.A.	- “A artéria aorta transporta muito sangue, logo tem maior pressão, enquanto as veias cavas como transportam no final, não transportam tanto sangue”.	2	8	-	-
	- “A artéria aorta marca o início da circulação e as veias cavas marcam o final”.	1	4	-	-
	- “A artéria aorta e as veias cavas são os elementos que têm menor pressão sanguínea”.	1	4	-	-
	- “A artéria aorta e as veias cavas são as zonas de maior pressão e bombeio de sangue”.	1	4	2	8
	- “Na artéria aorta há uma grande pressão sanguínea, pois o sangue está a sair com grande força do coração. Na veias cavas, há uma pequena pressão sanguínea, pois o sangue entra no coração com pouca força”.	1	4	-	-
	- “A artéria aorta ocorre na circulação sistémica (?), o que faz com que a pressão sanguínea seja maior, ao permitir a saída do sangue. As veias cavas, também ocorrem na circulação sistémica (?), onde a pressão sanguínea é grande, pois o sangue volta para o coração”.	1	4	-	-

	- "A artéria aorta é a que aguenta com maior pressão e as veias cavas não recebem pressão".	-	-	1	4
Outras	- "Devido à pressão".	1	4	-	-
	- "O sangue sai pela artéria aorta com muita pressão e na circulação pulmonar não pode haver muita pressão por causa das trocas".	1	4	-	-
N.S./N.R.		10	40	6	24

R.C.A. – Resposta Cientificamente Aceite R.I. – Resposta Incompleta R.C.C.A. – Resposta Contendo Conceções Alternativas
N.S./N.R. – Não Sabe/Não Responde

Através da análise da Tabela 16, podemos verificar que no Pré-Teste não foram registadas respostas cientificamente aceites; seis alunos (24%) responderam de forma incompleta; sete alunos (28%) exibiram respostas com conceções alternativas; dois alunos (8%) deram respostas que não se mostraram adequadas e/ou compatíveis com a questão colocada; e dez alunos (40%) referiram não saber ou optaram por não responder. No que concerne aos resultados do Pós-Teste, nenhum aluno respondeu corretamente à questão colocada; dezasseis alunos (64%) responderam de forma incompleta; três alunos (12%) continuaram a exibir respostas com conceções alternativas; e seis alunos (24%) permaneceram sem apresentar qualquer resposta.

4.2.2.6. Conceções acerca das características/propriedades dos vasos sanguíneos

De acordo com a definição cientificamente aceite, no corpo humano, o sangue circula no interior de vasos sanguíneos, de vários tipos e com estruturas diferentes, adaptadas às funções que nele desempenham (Martins, 2021). O sistema venoso – formado por veias – atua no retorno do fluxo sanguíneo dos vasos capilares ao coração (Barrela, 2012). Deste modo, a drenagem venosa dos membros realiza-se através de um sistema venoso superficial e profundo, sendo o superficial mais importante a nível dos membros superiores (e.g.: braços e mãos), e o profundo a nível dos membros inferiores (e.g.: pernas e pés), devido à maior dependência do efeito da bomba muscular para vencer a gravidade (Silva, 2009). O interior das veias apresenta um sistema de válvulas que resultam de uma especialização da sua parede interna (a túnica íntima) e previnem o refluxo da coluna de sangue venoso no trajeto em direção ao coração (Silva, 2008). Além disso, a pressão sanguínea no sistema venoso é inferior à do sistema arterial, apresentando paredes musculares menos espessas que a das artérias e, por isso, mais complacentes (Silva, 2008). Considerando os aspetos supramencionados, compreendemos que, quando se pretende realizar uma colheita de sangue, a aplicação de um garrote no membro superior com uma pressão superior à do sistema venoso, irá bloquear (temporariamente) o retorno da coluna de sangue presente nas veias superficiais, o que em conjunto com a presença de válvulas, torna estes vasos intumescidos (inchados) e, portanto, mais visíveis, facilitando a sua punção e a colheita de uma amostra de sangue (Mateus, 2017). As conceções dos alunos acerca das

características/propriedades dos vasos sanguíneos, particularmente, das veias, encontram-se representadas na Tabela 17 – questão 3.1. do questionário de conhecimentos; na Tabela 18 – questão 3.2. do questionário de conhecimentos; e na Tabela 19 – questão 3.3. do questionário de conhecimentos (Grupo II).

Tabela 17 – Concepções dos alunos acerca das características/propriedades dos vasos sanguíneos (questão 3.1.)

Categorias de resposta		Pré-Teste (n=25)		Pós-Teste (n=25)	
		f	%	f	%
R.C.A.	- “As veias”.	10	40	18	72
R.I.		-	-	-	-
R.C.C.A.	- “Vasos onde ocorre a circulação sistêmica”.	1	4	-	-
	- “Aqueles vasos que contêm o sangue deslocado”.	1	4	-	-
	- “As artérias”.	1	4	2	8
	- “Os vasos das veias”.	1	4	-	-
	- “As veias sanguíneas”.	1	4	-	-
	- “As válvulas venosas”.	-	-	1	4
Outras		-	-	-	-
N.S./N.R.		10	40	4	16

R.C.A. – Resposta Cientificamente Aceite R.I. – Resposta Incompleta R.C.C.A. – Resposta Contendo Concepções Alternativas
N.S./N.R. – Não Sabe/Não Responde

Através da análise da Tabela 17, podemos verificar que no Pré-Teste foram registradas dez respostas (40%) cientificamente aceites; cinco alunos (20%) exibiram respostas com concepções alternativas; e dez alunos (40%) referiram não saber ou optaram por não responder. No que concerne aos resultados do Pós-Teste, dezoito alunos (72%) responderam corretamente à questão colocada; três alunos (12%) continuaram a exibir respostas com concepções alternativas; e quatro alunos (16%) permaneceram sem apresentar qualquer resposta.

Tabela 18 – Concepções dos alunos acerca das características/propriedades dos vasos sanguíneos (questão 3.2.)

Categorias de resposta		Pré-Teste (n=25)		Pós-Teste (n=25)	
		f	%	f	%
R.C.A.		-	-	-	-
R.I.	- “O garrote interrompe a circulação sanguínea e as veias ficam salientes”.	5	20	14	56
R.C.C.A.	- “O garrote faz com que o sentido da circulação seja cortado”.	3	12	1	4
	- “O garrote aperta os vasos sanguíneos e o sangue fica acumulado”.	2	8	-	-
	- “O garrote aperta o braço e as veias sanguíneas ficam com muita pressão”.	2	8	5	20
	- “O garrote aperta os vasos das veias e estes ficam interrompidos de transportar nutrientes para o coração”.	1	4	-	-

	- “Após a colocação do garrote, a pressão sanguínea aumenta tornando as artérias mais cheias e salientes”.	1	4	-	-
	- “Após colocar o garrote, as veias são pressionadas e o sangue é impedido de voltar para trás”.	1	4	2	8
	- “O sangue vai coagular devido ao garrote no braço”.	1	4	-	-
Outras		-	-	-	-
N.S./N.R.		9	36	3	12

R.C.A. – Resposta Cientificamente Aceite R.I. – Resposta Incompleta R.C.C.A. – Resposta Contendo Conceções Alternativas
N.S./N.R. – Não Sabe/Não Responde

Através da análise da Tabela 18, podemos verificar que no Pré-Teste não foram registradas respostas cientificamente aceites; cinco alunos (20%) responderam de forma incompleta; dez alunos (40%) exibiram respostas com conceções alternativas; um aluno (4%) deu uma resposta que não se mostrou adequada e/ou compatível com a questão colocada; e nove alunos (36%) referiram não saber ou optaram por não responder. No que concerne aos resultados do Pós-Teste, nenhum aluno respondeu corretamente à questão colocada; catorze alunos (56%) responderam de forma incompleta; oito alunos (32%) continuaram a exibir respostas com conceções alternativas; e três alunos (12%) permaneceram sem apresentar qualquer resposta.

Tabela 19 – Conceções dos alunos acerca das características/propriedades dos vasos sanguíneos (questão 3.3.)

Categorias de resposta		Pré-Teste (n=25)		Pós-Teste (n=25)	
		f	%	f	%
R.C.A.	- “Por culpa das válvulas existentes nas veias que não permitem o retrocesso do sangue”.	3	12	11	44
R.I.		-	-	-	-
R.C.C.A.	- “O acesso à circulação sanguínea é cortado”.	4	16	3	12
	- “O sangue forma espaços vazios porque coagulou”.	2	8	-	-
	- “A pressão exercida pelos dedos impede o sangue de voltar ao coração”.	2	8	2	8
	- “O sangue vê o seu percurso interrompido, porque a pressão a que o coração bombeia o sangue, é inferior à pressão exercida pelo cientista”.	1	4	1	4
	- “O sangue estava apertado, pois tinha sido pressionado e, portanto, moveu-se para onde tinha espaço”.	1	4	-	-
Outras		-	-	-	-
N.S./N.R.		12	48	8	32

R.C.A. – Resposta Cientificamente Aceite R.I. – Resposta Incompleta R.C.C.A. – Resposta Contendo Conceções Alternativas
N.S./N.R. – Não Sabe/Não Responde

Através da análise da Tabela 19, podemos verificar que no Pré-Teste foram registradas três respostas (12%) cientificamente aceites; dez alunos (40%) exibiram respostas com conceções alternativas; e doze alunos (48%) referiram não saber ou optaram por não responder. No que concerne aos resultados do Pós-Teste, onze alunos (44%) responderam corretamente à questão colocada; seis

alunos (24%) continuaram a exibir respostas com concepções alternativas; e oito alunos (32%) permaneceram sem apresentar qualquer resposta.

4.3. Resultados do Questionário de opinião aplicado antes da intervenção pedagógica

4.3.1. Concepções dos alunos sobre as AL e sua relevância no ensino das ciências

Nesta secção, apresentam-se e analisam-se as respostas dos alunos às questões integradas no Grupo I do questionário de opinião, aplicado antes da intervenção pedagógica. Deste modo, identificam-se as CA dos alunos sobre as AL e, expõem-se, igualmente, as suas opiniões acerca da relevância das mesmas no ensino das ciências.

4.3.1.1. Concepções sobre o conceito de AL

As concepções dos alunos sobre o conceito de AL, encontram-se representadas na Tabela 20 – questão 1. do questionário de opinião inicial (Grupo I).

Tabela 20 – Concepções dos alunos sobre o conceito de AL

Dimensões	Categorias de resposta	n=25	
		f	%
Local de realização	- Realizadas no laboratório.	12	48
	- Realizadas num ambiente próprio.	1	4
	- Realizadas num ambiente prático para tal.	1	4
	- Não referem local de realização.	11	44
Objetivos de implementação	- Fazer/realizar experiências sobre a matéria e/ou assunto em causa.	13	52
	- Colocar em prática conceitos estudados teoricamente.	4	16
	- Interagir com a matéria de forma mais próxima e/ou direta.	2	8
	- Realizar trabalhos práticos.	2	8
	- Realizar um relatório.	1	4
	- Realizar uma atividade prática.	1	4
	- Despertar o interesse pela disciplina.	1	4
	- Observar e experimentar vários tipos de atividades.	1	4
	- Dar a oportunidade de ver e realizar o que se aprende em «primeira mão».	1	4

Através da análise da Tabela 20, podemos constatar que nenhum dos alunos inquiridos apresentou uma definição completa do conceito de AL, ou seja, próxima da definição proposta por Leite & Figueiroa (2004), pelo que as respostas centraram-se em dois aspetos verdadeiramente distintos: local de realização e objetivos de implementação. De notar que algumas das respostas apresentadas, focaram mais do que um destes aspetos. No que concerne ao local de realização das AL, doze alunos (48%) referiram o laboratório como o espaço de eleição para a sua concretização; um aluno (4%) mencionou

realizarem-se num ambiente próprio; e um outro aluno (4%) num ambiente prático para tal. Relativamente aos objetivos de implementação das AL, treze alunos (52%) afirmaram que as mesmas têm como intuito fazer/realizar experiências sobre a matéria e/ou assunto em causa; quatro alunos (16%) indicaram que servem para colocar em prática conceitos estudados teoricamente; dois alunos (8%) justificaram que o seu propósito é interagir com a matéria de forma mais próxima e/ou direta; e outros dois alunos (8%) disseram que a sua grande função é realizar trabalhos práticos. Adicionalmente, também foram referidos pelos alunos, os seguintes objetivos de implementação associados às AL: realizar um relatório (4%); realizar uma atividade prática (4%); despertar o interesse pela disciplina (4%); observar e experimentar vários tipos de atividades (4%); e dar a oportunidade de ver e realizar o que se aprende em «primeira mão» (4%).

4.3.1.2. Disciplinas e frequência de realização das AL no ensino básico

As opiniões dos alunos acerca das disciplinas que integram AL no seu plano curricular e sua frequência de realização ao longo do ensino básico, encontram-se representadas na Tabela 21 – questões 2. e 3. do questionário de opinião inicial (Grupo I).

Tabela 21 – Opiniões dos alunos acerca das disciplinas e frequência de realização das AL no ensino básico

Dimensões	Categorias de resposta	n=25	
		f	%
Disciplinas que integram AL no seu plano curricular	- Físico-Química	25	100
	- Ciências Naturais	21	84
	- Biologia e Geologia	4	16
	- Matemática	1	4
	- TIC (Tecnologias de Informação e Comunicação)	1	4
Frequência de realização das AL no ensino básico	- Nunca	–	–
	- Raramente	10	40
	- Poucas vezes	8	32
	- Algumas vezes	7	28
	- Sempre	–	–

Através da análise da Tabela 21, podemos constatar que ao longo do percurso escolar dos alunos inquiridos, todos (100%) referiram ter realizado AL na disciplina de Físico-Química; vinte e um alunos (84%) em Ciências Naturais; quatro alunos (16%) em Biologia e Geologia; um aluno (4%) em Matemática; e ainda outro aluno (4%) em TIC. No que concerne à sua frequência de realização, dez alunos (40%) afirmaram que raramente realizavam AL nas suas aulas; oito alunos (32%) referiram que as mesmas eram realizadas poucas vezes; e sete alunos (28%) revelaram realizá-las apenas algumas vezes.

4.3.1.3. Importância e papel didático atribuído pelos alunos às AL

As opiniões dos alunos acerca da importância e papel didático atribuído às AL, encontram-se representadas na Tabela 22 – questões 4.; 5.; e 8. do questionário de opinião inicial (Grupo I).

Tabela 22 – Opiniões dos alunos acerca da importância e papel didático atribuído às AL

Dimensões	Categorias de resposta	n=25		Razões apresentadas	n=25	
		f	%		f	%
Importância atribuída às AL	- As AL realizadas foram suficientes.	8	32	- Nunca necessitei de AL para compreender melhor a matéria.	4	16
				- Foram suficientes, mas seria bom ter tido mais.	2	8
				- Tivemos as necessárias.	1	4
				- As poucas que realizei, bastaram-me.	1	4
	- As AL realizadas não foram suficientes.	17	68	- Por falta de tempo.	9	36
				- Por falta de condições.	5	20
				- Por culpa do professor.	3	12
	- A possibilidade de realizar AL foi um dos motivos que me levou a escolher a disciplina de Biologia e Geologia no ensino secundário.	15	60	- São aulas dinâmicas, divertidas, mais interessantes, menos cansativas e passam mais rápido.	8	32
				- Gosto de praticar e observar como as coisas funcionam e acontecem na vida real.	5	20
				- Gosto muito da área de ciências.	2	8
	- A possibilidade de realizar AL não foi um dos motivos que me levou a escolher a disciplina de Biologia e Geologia no ensino secundário.	5	20	- Pensei que a componente prática nesta disciplina tivesse pouco peso.	3	12
				- Optei por esta área no ensino secundário porque gostava ainda menos das outras opções.	1	4
- Escolhi esta disciplina por influência dos meus pais.				1	4	
- Indiferente.	5	20	- Não tinha conhecimento da existência de AL na disciplina de Biologia e Geologia.	2	8	
			- Não pensei nessa possibilidade quando escolhi a área de estudo no ensino secundário.	2	8	
			- Independentemente da possibilidade de realizar AL, a disciplina de Biologia e Geologia cativa-me apenas pela sua teoria.	1	4	
Papel didático atribuído às AL	- Desenvolvem e estimulam o interesse pelas ciências.				23	92
	- Complementam a aprendizagem.				22	88
	- Servem de prática para a demonstração da teoria.				22	88
	- Facilitam a aprendizagem.				21	84

	- Motivam para a aprendizagem.	21	84
	- Auxiliam na compreensão e consolidação dos conteúdos abordados em sala de aula.	19	76

Através da análise da Tabela 22, e relativamente à importância atribuída pelos alunos às AL realizadas ao longo do seu percurso escolar, podemos constatar que oito alunos (32%) revelaram que as mesmas foram suficientes; dos quais quatro alunos (16%) disseram não necessitar das AL para compreenderem melhor a matéria; dois alunos (8%) apesar de considerarem que as AL realizadas foram suficientes, indicaram que teria sido bom terem realizado mais; um aluno (4%) afirmou que todas as AL realizadas foram as necessárias; e um outro aluno (4%) mencionou que as poucas AL que realizou, só por si bastaram. Em contrapartida, dezassete alunos (68%) revelaram que as AL realizadas durante as aulas não foram suficientes; dos quais nove alunos (36%) apontaram a falta de tempo como uma das razões/motivos para a sua não concretização; cinco alunos (20%) indicaram a falta de condições; e três alunos (12%) mostraram que essa impossibilidade ocorreu por culpa do professor. Por outro lado, quando confrontados acerca da possibilidade de realizar AL ter sido um motivos que os levou a escolher a disciplina de Biologia e Geologia, quinze alunos (60%) responderam de forma positiva; cinco alunos (20%) disseram não ter tido qualquer impacto na sua escolha/decisão; e cinco alunos (20%) afirmaram que nem pensaram nessa possibilidade no momento de optar pela área de estudo no ensino secundário. No que concerne ao papel didático atribuído pelos alunos às AL realizadas durante o seu percurso escolar, vinte e três alunos (92%) consideraram que as mesmas desenvolveram e estimularam o interesse pelas ciências; vinte e dois alunos (88%) revelaram que complementaram a aprendizagem e serviram de prática para a demonstração da teoria; vinte e um alunos (84%) afirmaram que facilitaram e motivaram para a aprendizagem; e dezanove alunos (76%) mencionaram que auxiliaram na compreensão e consolidação dos conteúdos abordados em sala de aula.

4.3.1.4. Avaliação do grau de satisfação dos alunos diante das AL realizadas

As opiniões dos alunos diante das AL realizadas ao longo do seu percurso escolar, através da avaliação do seu grau de satisfação com as mesmas, encontram-se representadas na Tabela 23 – questão 6. do questionário de opinião inicial (Grupo I).

Tabela 23 – Opiniões dos alunos diante das AL realizadas ao longo do seu percurso escolar, através da avaliação do seu grau de satisfação com as mesmas

Dimensões	Categorias de resposta	n=25	
		f	%
AL avaliadas positivamente	- Contribuíram para o aumento da motivação – aulas mais dinâmicas, interativas e divertidas.	8	32

	- A simples mudança da sala de aula para o laboratório, estimulava o nosso interesse.	4	16
	- Contribuíram para o sucesso da aprendizagem – aulas que ajudavam à interiorização e/ou memorização dos conteúdos.	3	12
	- Possibilitaram assistir aos acontecimentos/fenómenos em tempo real – aulas que ajudavam a prestar atenção e/ou manter o foco na aula.	2	8
	- Permitiram colocar as «mãos na massa».	1	4
	- No laboratório, as aulas por turnos promoviam a participação, pois despertavam a nossa curiosidade, relativamente, aos tópicos/matéria a abordar.	1	4
	- O clima e o ambiente vividos no laboratório permitiam uma aproximação maior aos professores e colegas de turma.	1	4
	- Permitiram desenvolver o gosto e o interesse pelas ciências – aulas diferentes, «fora do comum» e que saíam da rotina.	1	4
AL avaliadas negativamente	- Eram aulas desconfortáveis – somente os professores realizavam as experiências, porque não queriam perder tempo e nem atrasar-se na matéria.	1	4
	- Eram aulas cansativas – nunca necessitei de AL para perceber e/ou compreender a matéria teórica.	1	4
Indiferente	- As condições dos laboratórios da minha escola não permitiam a realização de AL.	1	4
	- O professor, raramente, utilizava o laboratório para a realização de AL.	1	4

Através da análise da Tabela 23, podemos constatar que a maioria dos alunos inquiridos avaliou as AL realizadas ao longo do seu percurso escolar de forma positiva; dos quais oito alunos (32%) indicaram que as mesmas contribuíram para o aumento da sua motivação; quatro alunos (16%) mencionaram que a simples mudança da sala de aula para o laboratório estimulava o seu interesse; três alunos (12%) disseram que as AL contribuíram para o sucesso da sua aprendizagem; e dois alunos (8%) revelaram que tais atividades possibilitaram-lhes assistir aos acontecimentos e fenómenos em tempo real. Adicionalmente, também foram referidas outras razões, pelos alunos, para avaliar as AL de forma positiva: permitiram colocar as «mãos na massa» (4%); despertaram a curiosidade dos alunos relativamente aos tópicos/matéria a abordar (4%); possibilitaram uma maior aproximação ao professor e colegas de turma (4%); e permitiram desenvolver o gosto e o interesse pelas ciências (4%). Por outro lado, houve dois alunos (8%) que avaliaram as AL de forma negativa; dos quais um aluno (4%) referiu tratar-se de aulas desconfortáveis; e outro aluno (4%) mencionou que as mesmas eram cansativas. Por fim, importa acrescentar que dois alunos (8%) responderam ser-lhes totalmente indiferente, quando confrontados acerca do grau de satisfação diante das AL realizadas; dos quais um aluno (4%) referiu a falta de condições dos laboratórios da escola para a utilização limitada de AL durante as suas aulas; e outro aluno (4%) mencionou o professor como o (principal) responsável para a sua não concretização.

4.3.1.5. Dificuldades sentidas pelos alunos no laboratório

As opiniões dos alunos sobre as dificuldades sentidas no laboratório, encontram-se representadas na Tabela 24 – questão 7. do questionário de opinião inicial (Grupo I).

Tabela 24 – Opiniões dos alunos sobre as dificuldades sentidas no laboratório

Incidência dos motivos	Motivos	n=15	
		f	%
Material	- Dificuldades ao nível da utilização e manuseamento dos materiais.	7	46,6
Decorrer das aulas	- Dificuldades ao nível da concentração – aulas mais relaxadas.	2	13,3
	- Dificuldades ao nível da participação.	1	6,7
	- Dificuldades em trabalhar em grupo.	1	6,7
	- Dificuldades em integrar a componente teórica.	1	6,7
	- Dificuldades em obter o resultado pretendido pelos professores.	1	6,7
Relatórios científicos	- Dificuldades na elaboração dos relatórios científicos.	2	13,3

Através da análise da Tabela 24, podemos constatar que, dos quinze alunos inquiridos com dificuldades no laboratório, sete ($\approx 46\%$) revelaram senti-las ao nível da utilização e manuseamento dos materiais; dois alunos ($\approx 13\%$) mencionaram que, por tratar-se de aulas mais relaxadas, as dificuldades centravam-se em manter o foco e a concentração; e outros dois alunos ($\approx 13\%$) referiram que as mesmas surgiam durante a elaboração dos relatórios científicos. Adicionalmente, também foram referidas pelos alunos, dificuldades: ao nível da participação ($\approx 7\%$); trabalhar em grupo ($\approx 7\%$); integrar a componente teórica ($\approx 7\%$); e obter o resultado pretendido pelos professores ($\approx 7\%$). Por fim, importa acrescentar que dez alunos (40%) disseram não sentir qualquer dificuldade quando tinham aulas no laboratório.

4.3.1.6. Elaboração de um instrumento de avaliação das aprendizagens no laboratório

As opiniões dos alunos acerca dos elementos estruturais que devem constar na elaboração/construção de um relatório científico, encontram-se representadas na Tabela 25 – questão 9. do questionário de opinião inicial (Grupo I).

Tabela 25 – Opiniões dos alunos sobre a elaboração de um instrumento de avaliação das aprendizagens no laboratório

Dimensões	Categorias de resposta	n=25		Elementos estruturais constituintes	n=25	
		f	%		f	%
Elaboração de um relatório científico	- Sei elaborar um relatório científico.	6	24	- Material, Procedimento e Conclusão.	5	20
				- Introdução, Objetivos, Resultados, Problema (inicial) e Resposta ao problema (inicial).	1	4
	- Não sei elaborar um relatório científico.	19	76	-	-	-

Através da análise da Tabela 25, podemos constatar que seis dos alunos inquiridos (24%) referiram que sabem elaborar um relatório científico; dos quais cinco alunos (20%) mencionaram o “Material”, o “Procedimento” e a “Conclusão” como os seus principais elementos estruturais constituintes; e um aluno (4%) referiu que no mesmo devem constar a “Introdução”, os “Objetivos”, os “Resultados”, o “Problema (inicial)” e a “Resposta ao problema (inicial)”. Por outro lado, importa salientar que dezanove alunos (76%) afirmaram não saber elaborar um relatório científico.

4.3.1.7. A pandemia de COVID-19 e a ausência de AL realizadas em contexto normal: Seu impacto na aprendizagem dos alunos

As opiniões dos alunos, relativamente ao impacto causado pela ausência de AL (realizadas em contexto normal durante a pandemia de COVID-19) na sua aprendizagem, encontram-se representadas na Tabela 26 – questão 10. do questionário de opinião inicial (Grupo I).

Tabela 26 – Opiniões dos alunos acerca do impacto causado pela ausência de AL na sua aprendizagem, durante a pandemia

Dimensões	Categorias de resposta	n=25		Razões apresentadas	n=25	
		f	%		f	%
Impacto na aprendizagem devido à ausência de AL durante a pandemia	- Não tem prejudicado em nada, pois considero as aulas teóricas muito mais importantes.	1	4	- As AL são apenas complementares para a minha aprendizagem, mas não as considero estritamente necessárias.	1	4
	- Tem dificultado e/ou prejudicado o meu rendimento escolar.	11	44	- As AL facilitam o entendimento e a compreensão da matéria.	5	20
				- Sem as AL, os conteúdos da disciplina ficam incompletos.	3	12
				- As AL tornam a matéria mais interessante, pois as aulas teóricas, por si só, são maçantes, chatas e desmotivantes.	3	12
	- Apenas prejudicará o meu desempenho no Exame Nacional.	1	4	- Não sei realizar relatórios científicos e tenho receio que o Exame Nacional possa incluir algo relacionado com isto.	1	4
	- Outro.	12	48	- Acho que consegui adaptar-me bem a esta nova realidade.	7	28
				- A ausência de AL não tem prejudicado o meu rendimento escolar, porém, acredito serem uma mais-valia para a motivação nas aulas.	5	20

Através da análise da Tabela 26, podemos constatar que um dos alunos inquiridos (4%) referiu

que a ausência de AL, realizadas em contexto normal durante a pandemia, em nada prejudicou a sua aprendizagem, pois considera as aulas teóricas muito mais importantes do que as práticas laboratoriais; onze alunos (44%) relataram que esta ausência tem dificultado e/ou prejudicado o seu rendimento escolar; e outro aluno (4%) admitiu que o contexto pandémico apenas trará consequências negativas para a sua aprendizagem aquando da realização do Exame Nacional. Adicionalmente, doze alunos (48%) apontaram outro motivo além dos apresentados; dos quais sete alunos (28%) disseram ter conseguido adaptar-se bem às regras e limitações impostas pela pandemia; e cinco alunos (20%) apesar de considerarem que a ausência de AL não prejudicou diretamente o seu rendimento escolar, acreditam que as mesmas são um contributo importante no que toca à sua motivação durante as aulas.

4.3.2. Opiniões dos alunos acerca das práticas dos professores de ciências no laboratório

Nesta secção, apresentam-se e analisam-se as respostas dos alunos às questões integradas no Grupo II do questionário de opinião, aplicado antes da intervenção pedagógica. Assim, expõem-se as opiniões dos inquiridos acerca das práticas dos professores de ciências no laboratório, isto é, descrevem-se as características das AL implementadas ao longo do percurso escolar dos alunos, com base no seu testemunho/ *feedback*.

4.3.2.1. Nível de organização e/ou preparação prévia exigidas aos alunos

Relativamente, ao nível de organização e/ou preparação prévia exigidas pelos professores de Ciências Naturais no laboratório, as opiniões dos alunos acerca das mesmas, encontram-se representadas na Tabela 27 – questão 11. do questionário de opinião inicial (Grupo II).

Tabela 27 – Opiniões dos alunos sobre o nível de organização e/ou preparação prévia que lhes era exigido nas aulas práticas laboratoriais de Ciências Naturais

Dimensões	Categorias de resposta	n=25	
		f	%
Existência de uma fase pré-laboratorial	- Os professores solicitavam o protocolo laboratorial impresso para a aula.	3	12
	- Os professores solicitavam a leitura prévia do protocolo laboratorial.	2	8
	- Os professores solicitavam uma revisão dos conteúdos, antes da aula prática laboratorial.	2	8
Sem fase pré-laboratorial	- Os professores não avisavam com antecedência a realização de AL.	12	48
	- No início da aula, os professores explicavam a AL a ser realizada.	6	24

Através da análise da Tabela 27, podemos constatar que sete alunos dos alunos inquiridos (28%) referiram a existência de uma fase pré-laboratorial; dos quais três alunos (12%) afirmaram ser-lhes exigido, pelos professores, a impressão do protocolo laboratorial; dois alunos (8%) disseram que os

mesmos solicitavam apenas a sua leitura prévia; e outros dois alunos (8%) relataram que essa exigência englobava a revisão dos conteúdos. Em contrapartida, dezoito alunos (72%) mencionaram não lhes ser exigida, pelos professores, qualquer organização e/ou preparação para as aulas práticas laboratoriais; dos quais doze alunos (48%) indicaram que os mesmos não avisavam com antecedência a realização de AL; e seis alunos (24%) comunicaram que somente no início da aula, tinham acesso à explicação acerca da AL a ser realizada.

4.3.2.2. Execução do procedimento laboratorial

Relativamente, à execução do procedimento nas atividades realizadas durante as aulas práticas laboratoriais de Ciências Naturais, as opiniões dos alunos acerca da mesma, encontram-se representadas na Tabela 28 – questão 12. do questionário de opinião inicial (Grupo II).

Tabela 28 – Opiniões dos alunos sobre a execução do procedimento laboratorial nas atividades implementadas pelos professores de Ciências Naturais

Dimensões	Categorias de resposta	n=25		Razões apresentadas
		f	%	
O(a) professor(a) executava a AL	- Nunca	–	–	–
	- Raramente	4	16	- Acho que devem ser os alunos a executar as AL, mas sempre com a ajuda dos professores. - O professor deve demonstrar a atividade para os alunos, mas deve dar-lhes a oportunidade para a fazer de seguida.
	- Poucas vezes	3	12	
	- Algumas vezes	8	32	
	- Sempre	10	40	- O auxílio do professor ajuda a manter a segurança de todos na sala de aula/laboratório. - Considero que deve existir uma maior participação dos alunos nas AL realizadas.
Eu executava a AL (individualmente)	- Nunca	6	24	–
	- Raramente	4	16	–
	- Poucas vezes	6	24	–
	- Algumas vezes	9	36	–
	- Sempre	1	4	- Prefiro ser eu a executar a atividade em vez do professor. - Acho interessante que todos tenham a oportunidade de participar na atividade, pois torna-se mais desafiante e motivador.
Eu executava a AL (em grupo)	- Nunca	3	12	–
	- Raramente	1	4	- Gostaria de ter realizado mais atividades em grupo.
	- Poucas vezes	5	20	
	- Algumas vezes	10	40	
	- Sempre	5	20	- Gosto muito de fazer as atividades em grupo, mas os grupos devem ser pequenos (trabalho entre pares).
Outro	- Nunca	7	28	- Não realizei qualquer AL durante o percurso escolar, mas tenho a certeza de que as mesmas teriam sido

				produtivas para a minha aprendizagem.
	- Raramente	--	--	--
	- Poucas vezes	--	--	--
	- Algumas vezes	--	--	--
	- Sempre	--	--	--

Através da análise da Tabela 28, podemos constatar que dez dos alunos inquiridos (40%) afirmaram que no laboratório, era quase sempre o professor que executava (sozinho) o procedimento laboratorial da atividade; nove alunos (36%) referiram que chegaram a executá-lo algumas vezes de forma individual; e dez alunos (40%) disseram tê-lo feito em grupo também algumas vezes. Adicionalmente, sete alunos (28%) mencionaram nunca ter tido a oportunidade de realizar e/ou assistir a qualquer AL ao longo do seu percurso escolar.

4.3.2.3. Material fornecido e/ou solicitado

Relativamente, ao material fornecido e/ou solicitado pelos professores de Ciências Naturais nas AL implementadas no ensino básico, as opiniões dos alunos acerca dos mesmos, encontram-se representadas na Tabela 29 – questão 13. do questionário de opinião inicial (Grupo II).

Tabela 29 – Opiniões dos alunos sobre o material fornecido e/ou solicitado pelos professores de Ciências Naturais nas AL implementadas

Dimensões	Categorias de resposta	n=25		Razões apresentadas
		f	%	
O(a) professor(a) fornecia um protocolo elaborado por ele(a)	- Nunca	3	12	- Achava que os protocolos fornecidos para as atividades não eram explícitos, pois na grande maioria das vezes eu não entendia muito bem o que era para fazer. - Concordo com este procedimento, uma vez que o professor enviava o protocolo por e-mail, nós imprimíamos e era só preenche-lo durante a aula.
	- Raramente	3	12	
	- Poucas vezes	5	20	
	- Algumas vezes	7	28	
	- Sempre	7	28	
O(a) professor(a) indicava o protocolo incluído no manual	- Nunca	5	20	- Gostaria de ter feito mais atividades que constavam do manual. - Eu gostava deste procedimento porque normalmente era só preencher o protocolo com os resultados obtidos durante a atividade.
	- Raramente	5	20	
	- Poucas vezes	6	24	
	- Algumas vezes	4	16	
	- Sempre	5	20	
O(a) professor(a) não fornecia qualquer protocolo	- Nunca	14	56	- Tornava-se muito difícil acompanhar a atividade sem o protocolo laboratorial. - Acho que a maioria dos professores são desleixados nas AL.
	- Raramente	3	12	
	- Poucas vezes	2	8	
	- Algumas vezes	5	20	
	- Sempre	1	4	
O(a) professor(a)	- Nunca	15	60	- Acho que os professores deviam ensinar os

solicitava que elaborássemos o protocolo	- Raramente	9	36	alunos a fazer um protocolo, pois poderá ser-nos útil no futuro. - Dizer aos alunos para elaborar o protocolo laboratorial da atividade, talvez seja uma ótima maneira de obrigar todos a participar.
	- Poucas vezes	1	4	
	- Algumas vezes	-	-	
	- Sempre	-	-	
Outro	- Nunca	5	20	- Considero que os alunos não vão bem preparados para o ensino secundário. - Acho que é dever e função do professor facultar o protocolo, pois muitos alunos não têm impressora em casa.
	- Raramente	1	4	
	- Poucas vezes	-	-	
	- Algumas vezes	-	-	
	- Sempre	-	-	

Através da análise da Tabela 29, podemos constatar que catorze dos alunos inquiridos (56%) referiram que frequentemente as AL eram realizadas pelo professor sem recurso ao protocolo laboratorial, no entanto este procedimento comprometia o seguimento da atividade pelos mesmos. Adicionalmente, sete alunos (28%) afirmaram que na maioria das vezes em que o professor utilizava o protocolo laboratorial nas aulas práticas, este era elaborado por ele; embora seis alunos (24%) tenham referido que, por vezes, o protocolo indicado para a AL estava incluído no manual. Por fim, quinze alunos (60%) disseram que nunca lhes foi pedido que elaborassem o protocolo laboratorial da atividade.

4.3.2.4. Método de avaliação utilizado

Relativamente, ao método de avaliação utilizado pelos professores de Ciências Naturais nas AL implementadas no ensino básico, as opiniões dos alunos acerca do mesmo, encontram-se representadas na Tabela 30 – questão 14. do questionário de opinião inicial (Grupo II).

Tabela 30 – Opiniões dos alunos sobre o método de avaliação utilizado pelos professores de Ciências Naturais nas AL implementadas

Dimensões	Categorias de resposta	n=25		Razões apresentadas
		f	%	
Método de avaliação	- Avaliado apenas pela minha participação.	9	36	- Acho que a participação deve ter um peso na avaliação dos alunos, mas há que ter em conta outros métodos, visto que nem todos se sentem à vontade em participar nas aulas. - Não é um método justo, adequado e funcional para avaliar todos os alunos. - Por mim a avaliação seria só a participação e o empenho dos alunos.
	- Avaliado através da entrega de um relatório escrito (individual).	7	28	- Não gosto de trabalhar em grupo, porque se tivermos um grupo pouco trabalhador saímos a perder. Portanto, trabalhar, individualmente, acaba por ser mais benéfico.
	- Avaliado através da entrega de	6	24	- Considero ser o método mais justo para avaliar

	um relatório escrito (em grupo).			todos os alunos.
	- Outro.	3	12	- Era avaliado apenas no teste de avaliação, pois o professor colocava sempre alguma pergunta sobre a atividade realizada.
				- Não existia qualquer tipo de avaliação nas AL realizadas.

Através da análise da Tabela 30, podemos constatar que nove dos alunos inquiridos (36%) referiram ter sido avaliados no laboratório, apenas pela sua participação durante a AL; sete alunos (28%) mencionaram que o método de avaliação escolhido pelos professores foi a entrega de um relatório individual; e seis alunos (24%) foram avaliados com base na entrega de um relatório de grupo. Adicionalmente, três alunos (12%) afirmaram nunca ter sido sujeitos a qualquer tipo de avaliação no laboratório, e em alguns casos, a mesma só ocorreu durante o teste de avaliação, pois incluía questões sobre a(s) atividade(s) realizada(s).

4.3.2.5. AL implementadas que os alunos mais gostaram

Relativamente, às AL implementadas pelos professores de Ciências Naturais no ensino básico, as opiniões dos alunos acerca daquelas que mais gostaram de fazer e/ou assistir, encontram-se representadas na Tabela 31 – questão 15. do questionário de opinião inicial (Grupo II).

Tabela 31 – Opiniões dos alunos sobre as AL implementadas pelos professores de Ciências Naturais que eles mais gostaram

Dimensões	Categorias de resposta	n=25		Exemplos apresentados	n=25	
		f	%		f	%
AL implementadas no ensino básico que mais gostaram	- Sim, recorde-me.	16	64	- Dissecção de um animal ou de um órgão (e.g.: minhoca, peixe, lula, pulmão do porco, coração da galinha).	11	44
				- Observação microscópica (e.g.: letra «F», células do epitélio bucal).	4	16
				- Atividade de produção de cosméticos (e.g.: sabonete).	1	4
	- Não me recorde.	9	36	-	-	-

Através da análise da Tabela 31, podemos constatar que dezasseis dos alunos inquiridos (64%) lembraram-se de algumas AL implementadas que mais gostaram; dos quais onze alunos (44%) referiram a dissecção de um animal como exemplo; quatro alunos (16%) mencionaram atividades que compreendiam a observação microscópica; e um aluno (4%) citou uma atividade em que foi realizada a produção de cosméticos. Em contrapartida, nove alunos (36%) disseram não estar recordados de AL implementadas pelos professores de Ciências Naturais que mais tenham gostado.

4.4. Resultados do Questionário de opinião aplicado depois da intervenção pedagógica

4.4.1. Impacto da intervenção pedagógica nos alunos

Nesta secção, apresentam-se e analisam-se as respostas dos alunos ao questionário de opinião, aplicado depois da intervenção pedagógica. Deste modo, avalia-se o impacto da intervenção pedagógica nos inquiridos, isto é, recolhe-se o testemunho/ *feedback* dos alunos, relativamente, à estratégia de ensino utilizada e, de que forma, a mesma contribuiu para a promoção da sua motivação e aprendizagens adquiridas no tópico lecionado.

4.4.1.1. Avaliação do grau de satisfação dos alunos perante o modo de execução

As opiniões dos alunos perante o modo de execução das AL implementadas durante a intervenção pedagógica, através da avaliação do seu grau de satisfação com o mesmo, encontram-se representadas na Tabela 32 – questão 1. do questionário de opinião final (Grupo I).

Tabela 32 – Opiniões dos alunos perante o modo de execução das AL implementadas durante a intervenção pedagógica, através da avaliação do seu grau de satisfação com o mesmo

Dimensões	Categorias de resposta	n=25		Razões apresentadas	n=25	
		f	%		f	%
Modo de execução	- Sim, gostei de ver a professora executar o procedimento em ambas as AL implementadas.	23	92	- A professora foi eficiente durante a execução do procedimento, pois foi bastante explícita nas suas explicações.	10	40
				- Preferi que fosse a professora a realizar as AL, pois caso contrário, se tivesse sido sozinho a realizá-las, tinha mais dificuldades.	6	24
				- As AL não foram aborrecidas nem secantes, porque a professora foi sempre muito dinâmica e envolveu-nos durante todo o processo.	2	8
				- A COVID-19 obrigou à adoção de cuidados redobrados no laboratório, mas foi uma pena não realizarmos mais AL ao longo do ano letivo, porque foram aulas muito divertidas e interativas.	2	8
				- A forma como as AL foram implementadas é uma ótima alternativa à pandemia, pois sei de muitos colegas na mesma escola ou de outras escolas, que não tiveram oportunidade de realizar AL.	1	4
				- As AL deveriam estar mais presentes na vida dos alunos, uma vez que até seria mais justo, também sermos avaliados pela componente prática, e não só através da teoria.	1	4

				- A utilização das máscaras na sala de aula dificultou o entendimento da matéria, mas as AL deram-me a oportunidade de observar e, assim, entendê-la melhor.	1	4
				- Não, preferia ter sido eu a executar o procedimento em ambas as AL implementadas.	1	4
				- Não, por outro motivo.	-	-
				- Indiferente.	1	4

Através da análise da Tabela 32, podemos constatar que vinte e três dos alunos inquiridos (92%) gostaram de ver a professora executar o procedimento em ambas as AL implementadas, por motivos diversos; dos quais dez alunos (40%) revelaram que a mesma foi eficiente ao longo de toda a explicação; e seis alunos (24%) manifestaram inclusive, alguma preferência por este procedimento adotado em laboratório, uma vez que ajudou a ultrapassar algumas das suas dificuldades. Em contrapartida, apenas um aluno (4%) referiu não ter gostado do modo de execução escolhido pela professora, pois preferia ter sido o próprio (sozinho) a executá-lo; e um outro aluno (4%) afirmou que essa escolha foi-lhe indiferente.

4.4.1.2. AL implementada que os alunos mais gostaram

Relativamente, às AL implementadas durante a intervenção pedagógica, as opiniões dos alunos acerca daquela que mais gostaram, encontram-se representadas na Tabela 33 – questão 2. do questionário de opinião inicial (Grupo I).

Tabela 33 – Opiniões dos alunos sobre a AL implementada durante a intervenção pedagógica que eles mais gostaram

Dimensões	Categorias de resposta	n=25		Razões apresentadas
		f	%	
AL implementada que mais gostaram	- Transporte nas plantas.	-	-	-
	- Transporte nos animais.	24	96	- AL mais interativa, dinâmica, divertida e cativante. - Gostei mais desta matéria/temática. - AL mais interessante porque quero ser cardiologista no futuro.
	- Ambas, não tenho preferência.	1	4	- Gosto de qualquer AL que seja implementada durante as aulas.

Através da análise da Tabela 33, podemos constatar que vinte e quatro dos alunos inquiridos (96%) disseram ter gostado da AL referente ao “Transporte nos animais” por motivos diversos. Em contrapartida, apenas um aluno (4%) afirmou não ter qualquer preferência pelas AL implementadas, referindo ter gostado de ambas.

4.4.1.3. Dificuldades sentidas pelos alunos durante a implementação

As opiniões dos alunos sobre as dificuldades sentidas durante a implementação das AL, no âmbito da intervenção pedagógica, encontram-se representadas na Tabela 34 – questão 3. do questionário de opinião final (Grupo I).

Tabela 34 – Opiniões dos alunos sobre as dificuldades sentidas durante a implementação das AL, no âmbito da intervenção pedagógica

Incidência dos motivos	Motivos	n=14	
		f	%
Execução do procedimento	- Dificuldades em acompanhar a professora na execução do procedimento laboratorial, designadamente, visualizar aspetos importantes e/ou pormenores que iam sendo enumerados.	3	21,4
Decorrer das AL	- Dificuldades em conseguir estar atento.	3	21,4
	- Dificuldades em aplicar e/ou incluir a parte teórica nas AL.	3	21,4
	- Dificuldades em reter toda a informação dada pela professora.	2	14,3
Protocolos laboratoriais	- Dificuldades em responder às questões integradas na parte 1 ou fase «prevê» e na parte 3 ou fase «explica».	2	14,3
Ensino <i>online</i>	- Dificuldades em assistir às AL por videoconferência.	1	7,2

Através da análise da Tabela 34, podemos constatar que, dos catorze alunos inquiridos com dificuldades durante a implementação das AL, três (≈21%) disseram senti-las ao nível da execução do procedimento laboratorial pela professora; oito alunos (≈58%) indicaram que essas mesmas dificuldades refletiram-se no decorrer das AL; dois alunos (≈14%) apontaram os protocolos laboratoriais, designadamente, as questões integradas nos mesmos como um dos problemas a ultrapassar; e um aluno (≈7%) mencionou o ensino *online* como um obstáculo e/ou impedimento nas AL implementadas. Por fim, importa acrescentar que onze alunos (44%) não revelaram quaisquer dificuldades durante a implementação das AL.

4.4.1.4. Impacto na motivação e aprendizagens dos alunos

As opiniões dos alunos acerca do impacto das AL implementadas durante a intervenção pedagógica e, particularmente, na sua motivação e aprendizagens adquiridas, encontram-se representadas na Tabela 35 – questões 4.; 5.; 6.; 7.; e 8. do questionário de opinião final (Grupo I).

Tabela 35 – Opiniões dos alunos acerca do impacto das AL implementadas durante a intervenção pedagógica, particularmente, na sua motivação e aprendizagens adquiridas

Dimensões	Categorias de resposta	n=25		Razões apresentadas
		f	%	
Impacto na aprendizagem	- Sim, ambas as atividades.	23	92	- Facilitaram a compreensão dos conteúdos. - Contribuíram para o aumento da concentração nas aulas. - Acabaram por complementar e reforçar a matéria dada nas aulas teóricas.
	- Sim, mas apenas a atividade referente ao “Transporte nas plantas”.	–	–	–
	- Sim, mas apenas a atividade referente ao “Transporte nos animais”.	2	8	- Achei a AL referente ao transporte nas plantas um pouco confusa, pois não percebi a razão da ascensão da seiva.
	- Não.	–	–	–
	- Indiferente.	–	–	–
Impacto na aquisição dos conteúdos	- Sim, ambas as atividades.	24	96	- Poder visualizar as coisas ao invés de as ler somente no manual, facilitou a aprendizagem dos conteúdos. - Cativaram o interesse e a motivação para aprender e perceber melhor as coisas.
	- Sim, mas apenas a atividade referente ao “Transporte nas plantas”.	–	–	–
	- Sim, mas apenas a atividade referente ao “Transporte nos animais”.	1	4	- Faltei à aula prática em que foi implementada a AL referente ao transporte nas plantas, por isso não tenho opinião sobre a mesma.
	- Não.	–	–	–
	- Indiferente.	–	–	–
Impacto na motivação	- Sim, ambas as atividades.	19	76	- Permitiram “sair da rotina”. - São aulas mais interessantes, pois dão-nos a possibilidade de “ver ao vivo” as coisas a acontecerem. - Tinha imensa curiosidade em conhecer o resultado das atividades.
	- Sim, mas apenas a atividade referente ao “Transporte nas plantas”.	–	–	–
	- Sim, mas apenas a atividade referente ao “Transporte nos animais”.	2	8	- Já tinha visto a AL referente ao transporte nas plantas em anos anteriores (ensino básico). - Dissecar o coração do porco tornou a matéria muito mais interessante.
	- Não.	–	–	–
	- Indiferente.	4	16	- A motivação em aprender permaneceu igual.
	- Sim, ambas as atividades.			- Considero a componente prática muito mais

Impacto no interesse pela disciplina		20	80	interessante do que a componente teórica. - Possibilitaram ver as coisas a acontecer em “tempo real”. - As AL tornaram a matéria, presente no manual da disciplina, mais fácil de entender/perceber. - Devido à pandemia só tínhamos aulas teóricas e, por isso foi muito bom assistir a aulas “diferentes”.
	- Sim, mas apenas a atividade referente ao “Transporte nas plantas”.	-	-	-
	- Sim, mas apenas a atividade referente ao “Transporte nos animais”.	-	-	-
	- Não.	-	-	-
	- Indiferente.	5	20	- Tenho interesse nesta disciplina, independentemente, da realização de AL.
Impacto na participação durante as aulas	- Sim, ambas as atividades.	10	40	- A minha participação aumentou, porque as AL obrigam os alunos a interagir mais. - Fiquei muito animada com a realização das AL e, portanto, quis participar mais que o habitual. - Como tinha algum conhecimento das matérias em causa, isso ajudou à minha participação.
	- Sim, mas apenas a atividade referente ao “Transporte nas plantas”.	1	4	- Como tive mais dúvidas nesta AL, fiz várias perguntas à professora mas, também, aos meus colegas.
	- Sim, mas apenas a atividade referente ao “Transporte nos animais”.	1	4	- Questionei muito mais a professora nesta AL, pois achei a matéria mais apelativa.
	- Não.	1	4	- Infelizmente as AL não estavam relacionadas com as matérias em que me sentia mais confiante e à vontade para participar.
	- Indiferente.	12	48	- A minha participação manteve-se igual às restantes aulas, logo não foi afetada.

Através da análise da Tabela 35, podemos constatar que vinte e três alunos dos alunos inquiridos (92%) referiram que as AL implementadas tiveram um impacto positivo na sua aprendizagem, uma vez que facilitaram a compreensão dos conteúdos, contribuíram para o aumento da concentração nas aulas e acabaram por complementar e reforçar a matéria dada nas aulas teóricas. Em contrapartida, dois alunos (8%) revelaram que esse impacto apenas ocorreu na AL referente ao “Transporte nos animais”. No que concerne ao impacto na aquisição dos conteúdos, vinte e quatro alunos (96%) afirmaram que ambas as AL implementadas contribuíram de forma positiva para este fim, pois cativaram o seu interesse e motivação para aprendê-los e percebê-los melhor. De notar também, que um aluno (4%) mencionou que esse contributo apenas ocorreu na AL referente ao “Transporte nos animais”. Relativamente ao

impacto na sua motivação, dezanove alunos (76%) disseram que ambas as AL implementadas favoreceram este propósito, já que permitiram “sair da rotina” das aulas meramente teóricas, tornando-se mais interessantes aos olhos dos alunos, assim como despertaram a sua curiosidade. Por outro lado, dois alunos (8%) referiram que apenas a AL referente ao “Transporte nos animais” provocou esse impacto; e quatro alunos (16%) mencionaram ter-lhes sido indiferente, pois a motivação em aprender permaneceu igual. Em relação ao impacto no interesse pela disciplina, vinte alunos (80%) manifestaram que ambas as AL implementadas ajudaram a alcançar positivamente esta finalidade, sobretudo devido à importância e/ou preferência atribuída pelos mesmos à componente prática da disciplina, em detrimento da sua componente teórica. Importa ainda ressaltar, que cinco alunos (20%) revelaram ter-lhes sido indiferente, visto que o interesse pela disciplina não depende da realização de AL. Por fim, quando questionados acerca do impacto das AL na sua participação durante as aulas no laboratório, doze alunos (48%) afirmaram que este parâmetro não foi afetado, tendo o mesmo permanecido semelhante às restantes aulas. Em contrapartida, dez alunos (40%) referiram que as AL implementadas tiveram um efeito positivo na sua participação, essencialmente pela forma como foram colocadas em prática, obrigando-os a interagir mais com a professora e colegas de turma. Adicionalmente, um aluno (4%) disse ter participado mais na AL referente ao “Transporte nas plantas”; outro aluno (4%) na AL referente ao “Transporte nos animais”; e um outro aluno mencionou que ambas as AL implementadas não afetaram a sua participação nas aulas.

4.4.1.5. As AL do tipo POE e o contexto pandémico

As opiniões dos alunos sobre a estratégia de ensino utilizada na implementação das AL durante a pandemia de COVID-19, no âmbito da intervenção pedagógica, encontram-se representadas na Tabela 36 – questão 9. questionário de opinião final (Grupo I).

Tabela 36 – Opiniões dos alunos sobre a estratégia de ensino utilizada na implementação das AL durante a pandemia, no âmbito da intervenção pedagógica

Dimensões	Categorias de resposta	n=25		Razões apresentadas
		f	%	
AL POE e o contexto pandémico	- Sim, ambas as atividades.	23	92	- Foram utilizadas todas as medidas de segurança e ao mesmo tempo foi divertido.
				- A “situação diferente” que vivemos obrigou à adoção de vários cuidados no laboratório, mas acabou por facilitar a aprendizagem.
				- Considerei uma excelente forma de variar os métodos de ensino.
				- Alterou de forma positiva a minha motivação.

				- Permitiu que as AL tivessem mais presentes na vida dos alunos, mesmo que esse contacto tenha implicado apenas assistir/visualizar as experiências.
	- Sim, mas apenas a atividade referente ao "Transporte nas plantas".	-	-	-
	- Sim, mas apenas a atividade referente ao "Transporte nos animais".	-	-	-
	- Não.	1	4	- Tenho preferência por aulas teóricas em detrimento das práticas, pois acho que contribuem mais para o aumento do meu conhecimento.
	- Sem opinião.	1	4	- Foi a primeira vez que assisti a uma AL, daí não ter outras atividades que possam ser usadas como termo de comparação.

Através da análise da Tabela 36, podemos constatar que vinte e três dos alunos inquiridos (92%) referiram que a estratégia de ensino utilizada para colocar em prática as AL implementadas, foi uma ótima alternativa ao contexto pandémico e devia ser incorporada mais vezes no laboratório. Em contrapartida, um aluno (4%) assumiu a sua preferência por aulas teóricas em detrimento das aulas práticas; e um outro aluno (4%) disse não ter opinião sobre o assunto, pois revelou ter sido a primeira vez que teve a oportunidade de assistir a uma AL.

4.4.1.6. Opiniões dos alunos sobre o instrumento de avaliação utilizado

As opiniões dos alunos sobre o instrumento de avaliação utilizado nas AL implementadas durante a intervenção pedagógica, encontram-se representadas na Tabela 37 – questão 10. do questionário de opinião final (Grupo I).

Tabela 37 – Opiniões dos alunos sobre o instrumento de avaliação utilizado nas AL implementadas durante a intervenção pedagógica

Dimensões	Categorias de resposta	n=25		Razões apresentadas
		f	%	
Instrumento de avaliação utilizado	- Não, eu gostei de ter sido avaliado(a) através de ambos os tipos de relatórios científicos.	15	60	- Achei o método de avaliação excelente, porque considero que os relatórios são a melhor forma de avaliar os alunos no laboratório. - Ter prestado atenção às atividades e tirado dúvidas com a professora, foi meio caminho andado para que corressem bem.
	- Sim, porque eu apenas gostei de ter sido avaliado(a) através do relatório científico tradicional.	9	36	- Tive bastantes dificuldades em fazer o relatório <i>V de Gowin</i> , pois não conhecia o formato.

- Sim, porque eu apenas gostei de ser sido avaliado(a) através do relatório científico <i>V de Gowin</i> .	-	-	-
- Sim, eu tinha mudado por completo a forma como fui avaliado(a).	1	4	- Não acho que os relatórios sejam o método de avaliação mais indicado para os alunos subirem a nota. Talvez uma questão-aula sobre as atividades tivesse sido mais eficiente.

Através da análise da Tabela 37, podemos constatar que quinze dos alunos inquiridos (60%) mostraram-se satisfeitos com o método de avaliação utilizado nas AL implementadas, pois consideram os relatórios científicos, a forma mais eficiente dos professores avaliarem os seus alunos no laboratório. Em contrapartida, nove alunos (36%) gostaram apenas de ser avaliados através do relatório científico tradicional, visto terem sentido algumas dificuldades na elaboração do relatório científico *V de Gowin*; e um aluno (4%) referiu que se pudesse tinha alterado por completo a forma como foi avaliado, substituindo os relatórios científicos por questões-aula.

4.4.1.7. Dificuldades sentidas pelos alunos na elaboração dos relatórios científicos

As opiniões dos alunos sobre as dificuldades sentidas na elaboração dos relatórios científicos, designadamente, no relatório tradicional e no relatório *V de Gowin*, encontram-se representadas nas Tabelas 38 e 39, respetivamente – questão 11. do questionário de opinião final (Grupo II).

Tabela 38 – Opiniões dos alunos sobre as dificuldades sentidas na elaboração do relatório científico tradicional solicitado durante a intervenção pedagógica

Dimensões	Categorias de resposta	n=8	
		f	%
Dificuldades na elaboração do relatório científico tradicional «Transporte das plantas»	- Distinguir entre a informação relevante e não relevante.	3	37,5
	- Fazer a discussão dos resultados e a conclusão.	3	37,5
	- Procurar informação complementar na Internet.	1	12,5
	- Elaborar a capa.	1	12,5

Através da análise da Tabela 38, podemos constatar que, dos oito alunos inquiridos com dificuldades na elaboração do relatório científico tradicional, três (37,5%) mencionaram problemas e/ou constrangimentos em distinguir a informação relevante da não relevante; e outros três alunos (37,5%) na escrita da discussão dos resultados e conclusão. Adicionalmente, um aluno (12,5%) apontou como obstáculo a procura de informação complementar na Internet; e um outro aluno (12,5%) referiu a elaboração da capa, revelando um certo impasse na utilização do computador. Por fim, é de salientar que dezassete alunos (68%) não sentiram qualquer dificuldade na elaboração do respetivo relatório.

Tabela 39 – Opiniões dos alunos sobre as dificuldades sentidas na elaboração do relatório científico *V de Gowin* solicitado durante a intervenção pedagógica

Dimensões	Categorias de resposta	n=18	
		f	%
Dificuldades na elaboração do relatório científico <i>V de Gowin</i> «Transporte dos animais»	- Organizar o texto neste tipo de formato, de modo a evitar a sua desformatação – dificuldades relacionadas com a utilização do Microsoft Word.	12	66,7
	- Sintetizar a informação e/ou conteúdos mais relevantes.	5	27,8
	- Fazer a discussão dos resultados.	1	5,5

Através da análise da Tabela 39, podemos constatar que, dos dezoito alunos inquiridos com dificuldades na elaboração do relatório científico *V de Gowin*, doze ($\approx 67\%$) referiram senti-las ao nível da organização do texto neste tipo de formato, mostrando fragilidades associadas à utilização da ferramenta Microsoft Word. Adicionalmente, cinco alunos ($\approx 28\%$) revelaram alguma incapacidade para sintetizar a informação e/ou conteúdos mais relevantes; e um aluno ($\approx 5\%$) mencionou a escrita da discussão dos resultados como sendo a sua maior limitação. Por fim, importa acrescentar que sete alunos (28%) disseram não ter sentido dificuldades na elaboração do relatório em causa.

4.4.1.8. Sugestões e/ou críticas apresentadas pelos alunos às AL implementadas

As sugestões e/ou críticas apresentadas pelos alunos às AL implementadas durante a intervenção pedagógica, nomeadamente, à AL referente ao “Transporte das plantas” e à AL relativa ao “Transporte dos animais”, encontram-se representadas nas Tabelas 40 e 41, respetivamente – questão 12. do questionário de opinião final (Grupo II).

Tabela 40 – Sugestões e/ou críticas apresentadas pelos alunos à primeira AL implementada durante a intervenção pedagógica

Dimensões	Categorias de resposta	n=10	
		f	%
Sugestões e/ou críticas à AL POE 1 «Transporte das plantas»	- Preferia ter sido eu a realizar a AL, ao invés da professora.	7	70
	- Gostaria de ter ficado com as rosas coloridas como forma de recordação.	2	20
	- Se pudesse escolher, não queria ter estado em isolamento profilático aquando da realização desta atividade.	1	10

Através da análise da Tabela 40, podemos constatar que quinze dos alunos inquiridos (60%) não apresentaram sugestões e/ou críticas à primeira AL implementada; embora dez alunos tenham optado por fazê-lo, dos quais a maioria (70%) referiu que gostaria de ter realizado o procedimento laboratorial, ao invés da professora.

Tabela 41 – Sugestões e/ou críticas apresentadas pelos alunos à segunda AL implementada durante a intervenção pedagógica

Dimensões	Categorias de resposta	n=4	
		f	%
Sugestões e/ou críticas à AL POE 2 «Transporte dos animais»	- Enquanto acompanhava a explicação da professora, não consegui visualizar todos os pormenores que iam sendo enumerados. Portanto, acho que a escolha do sítio para fazer a atividade deveria ser mais estratégico, de modo que todos os alunos (até os que ficam mais atrás) consigam visualizar.	2	50
	- A professora podia ter deixado entregar uma versão melhorada do relatório científico <i>V de Gowin</i> , para que as notas fossem mais altas.	2	50

Através da análise da Tabela 41, podemos constatar que vinte e um dos alunos inquiridos (84%) não apresentaram sugestões e/ou críticas à segunda AL implementada; embora quatro alunos tenham optado por fazê-lo, dos quais dois (50%) mencionaram que o local escolhido para a realização da AL deveria ter sido mais estratégico, e outros dois alunos (50%) gostariam de ter tido a oportunidade de entregar versões melhoradas dos seus relatórios.

CAPÍTULO V

CONCLUSÕES, IMPLICAÇÕES E SUGESTÕES

5.1. Introdução

Este quinto capítulo, encontra-se seccionado em três subcapítulos e procura apresentar as principais conclusões da investigação (5.2.), as implicações dos resultados da mesma (5.3.) e algumas sugestões para investigações futuras (5.4.).

5.2. Conclusões da investigação

Tendo em consideração o (principal) objetivo delineado para a investigação levada a cabo: *avaliar o contributo das AL implementadas sob demonstração com recurso à estratégia POE, como forma de promover a motivação e as aprendizagens dos alunos*, é possível retirar algumas conclusões que resultam da análise dos dados recolhidos no decorrer da intervenção pedagógica, através da aplicação de questionários de conhecimentos e de opinião, e que seguidamente serão expostas. Com efeito, para averiguar a evolução do conhecimento concetual dos alunos na temática “Sistemas de transporte dos seres vivos”, recolheram-se dados sobre as suas conceções e/ou conhecimento prévio, antes e após o ensino ministrado, de forma a verificar a eficácia das AL POE 1 e 2 na (re)construção do seu conhecimento científico. Assim sendo, em relação ao Pré-Teste é possível concluir que:

- Inicialmente, havia um número muito baixo de respostas consideradas cientificamente aceites nas temáticas estudadas, ainda assim, verificou-se um melhor desempenho dos alunos na temática do “Transporte nos animais”, em detrimento do “Transporte nas plantas”;
- A grande maioria dos alunos não respondeu a um conjunto significativo de questões, daí a categoria “Não Sabe/Não Responde” apresentar alguma expressividade, o que pode ser indicador da falta de conhecimento sobre o tema, ou muito, provavelmente, também pode estar relacionado com a elevada extensão do próprio questionário e/ou da natureza das suas questões;
- O número de respostas contendo conceções alternativas também foi elevado, tendo sido detetada a sua presença em todas as questões. Contudo, a maior parte das CA exibidas pelos alunos, relativamente ao “Transporte nas plantas”, incidiram no modo como ocorre a sua transpiração (questão 2.1.); quais as estruturas responsáveis por este processo (questão 2.2.); e que mecanismos estão envolvidos na absorção de substâncias pela raiz (questão 3.1.). Todavia, o percurso/trajeto que o sangue percorre do coração para as células do corpo humano e vice-versa (questão 1.1.); e quais os componentes que fazem parte do mesmo sistema circulatório (questão 1.), foram as questões referentes ao “Transporte nos animais” que

reuniram mais CA. No entanto, este último tópico foi anteriormente abordado pelos alunos no 9.º ano de escolaridade, aquando da leção do sistema cardiovascular e, por isso, deveria estar melhor consolidado.

Posteriormente, através da implementação do Pós-Teste, foi possível comparar com os resultados iniciais, e verificar assim, a evolução do conhecimento dos alunos. Deste modo, podemos concluir que:

- A evolução concetual dos alunos foi significativa, tendo-se verificado um aumento considerável do número de respostas incluídas na categoria “Resposta Cientificamente Aceite” no Pós-Teste, com exceção da questão 1.4. referente ao “Transporte nas plantas” que diminuiu. Porém, a questão 4.1. acerca do funcionamento estomático nas plantas, e as questões 1.; 1.1.; 2.2.; e 3.2. referentes ao “Transporte nos animais” registaram frequência nula de respostas inseridas na categoria “Resposta Cientificamente Aceite”, tanto no Pré como no Pós-Teste;
- Apesar de ser expectável que a frequência de respostas incluídas na categoria “Resposta Incompleta”, de modo geral, diminuísse no Pós-Teste, o mesmo não se verificou;
- Genericamente, as conceções alternativas identificadas no Pré-Teste foram eliminadas e substituídas por conhecimento cientificamente aceite ou próximo dele;
- O número de respostas incluídas na categoria “Outras” diminuiu na maior parte dos casos, dando lugar a “Respostas Cientificamente Aceites” ou “Respostas Incompletas”. De igual forma, a ausência de respostas que integram a categoria “Não sei/Não Responde” diminuiu, consideravelmente, denotando um maior empenho por parte dos alunos.

Conforme se acaba de expor, os resultados obtidos durante a investigação evidenciam que os alunos possuem bastantes CA sobre a unidade de ensino explorada «Distribuição de matéria nos seres vivos», o que permite apoiar a utilização de uma metodologia de ensino voltada para a mudança concetual, proporcionando aos alunos uma consciencialização do seu conhecimento prévio/inicial e uma reflexão imediata sobre o mesmo. A implementação das atividades laboratoriais sob demonstração, com recurso à estratégia Prevê-Observa-Explica, possibilitou a mudança concetual dos alunos no que concerne à temática dos “Sistemas de transporte dos seres vivos”, na qual conseguiu verificar-se, do Pré para o Pós-Teste, um aumento significativo de respostas inseridas na categoria “Resposta Cientificamente Aceite” – independentemente do (inesperado) número de respostas incompletas – comprovando deste modo, que pode ser considerada uma mais-valia para o ensino das ciências e, especificamente no caso, para ajudar a ultrapassar constrangimentos e a contornar restrições impostas pela pandemia.

Por outro lado, para descrever o impacto das AL POE 1 e 2 na promoção da motivação e aprendizagens dos alunos, recolheram-se as opiniões dos mesmos após o ensino ministrado. Desta forma, em relação ao questionário de opinião (final) é possível concluir que:

- No geral, os alunos consideraram as atividades laboratoriais POE implementadas sob demonstração durante as aulas, uma ótima alternativa ao contexto pandémico e, portanto, acham que deviam ser mais vezes incorporadas na disciplina de Biologia e Geologia, porque fizeram variar os métodos de ensino utilizados ao longo do ano letivo, até então, meramente expositivos;
- Os alunos referiram que a estratégia de ensino utilizada alterou de forma positiva a sua motivação na aprendizagem do conhecimento concetual, ao proporcionar-lhes uma maneira mais interessante de aprender os conteúdos/matéria, embora a maioria tenha revelado sentir-se mais motivada aquando da execução da AL referente ao “Transporte nos animais”, classificando-a como “mais interativa e dinâmica”;
- De entre os vários motivos apontados pelos alunos para a promoção da sua motivação, as atividades laboratoriais implementadas são descritas como aulas mais interessantes, que despertam a curiosidade e possibilitam visualizar os fenómenos a acontecer;
- Os alunos mencionaram que a metodologia de ensino adotada facilitou a sua aprendizagem, na medida em que ajudou à compreensão dos conteúdos, contribuiu para o aumento da concentração nas aulas e complementou/reforçou a matéria dada nas aulas teóricas;
- A implementação da respetiva metodologia de ensino permitiu aos alunos estimular o seu interesse pela disciplina de Biologia e Geologia;
- Alguns alunos revelaram que a forma como as atividades laboratoriais foram implementadas, incentivou a sua participação nas aulas, apesar da maioria ter referido que este parâmetro não foi afetado.

De acordo com os resultados obtidos na investigação, podemos afirmar que os alunos inquiridos avaliaram positivamente a implementação das atividades laboratoriais Prevê-Observa-Explica ao longo das suas aulas, sentindo-se mais motivados e demonstrando um interesse acrescido pelos conteúdos da disciplina de Biologia e Geologia, uma vez que conseguem ter uma perceção real daquilo que estudam e vem incluído no manual. Muito embora a pandemia de COVID-19 tenha condicionado a concretização das atividades em contexto normal e, deste modo, impossibilitado a realização de algumas aprendizagens por parte dos alunos (e.g.: trabalhar em grupo, manusear os materiais de laboratório), o procedimento laboratorial foi executado sob demonstração pela professora, com recurso a um tipo de atividades que

utiliza uma linha epistemológica construtivista. Ainda que, os alunos estejam familiarizados com atividades laboratoriais apoiadas por protocolos do tipo “receita”, nos quais seguem à risca todos os passos indicados para alcançar os resultados teoricamente pretendidos, o trabalho de laboratório produzido resume-se a uma simples atividade manual e não passam de meras demonstrações. Assim sendo, a estratégia de ensino utilizada para além de ser uma novidade para os alunos, recolheu um *feedback* bastante positivo no que toca à promoção da sua motivação e aprendizagem concetual, mas também, proporcionou o seu envolvimento cognitivo durante todo o processo, uma vez que eles foram colocados ativos a nível intelectual no decorrer das três fases: 1. Prever; 2. Observar; e 3. Explicar, possibilitando a (re)construção do seu conhecimento.

5.3. Implicações dos resultados da investigação

Após a realização da presente investigação e das conclusões que através dela se retiraram, salienta-se a apresentação de algumas implicações dos resultados dela decorrentes. Primeiramente, importa ressaltar que as atividades demonstrativas, se forem bem conduzidas, podem estimular os alunos a desenvolver as suas capacidades de observação, questionamento e sentido crítico (Krasilchik, 2004). Neste contexto, é fundamental consciencializar os professores acerca dos benefícios/vantagens decorrentes da sua utilização, enfatizando sempre que possível, a problematização de situações na sala de aula, ao invés de mostrar aos alunos apenas o fenómeno/processo em si. O ensino das práticas laboratoriais de ciências deve organizar-se de acordo com a perspetiva de Ensino por Mudança Concetual, que privilegia a identificação e discussão das ideias prévias dos alunos e, cabe ao professor diagnosticá-las, de forma a conseguir adaptar as suas metodologias de ensino às exigências/dificuldades apresentadas por eles. De acordo com Cachapuz *et al.* (2002), a identificação das fragilidades dos alunos, incluindo a falta de conhecimentos básicos e fundamentais para compreender as novas ideias, permite ao professor agir de modo a levá-los a superar essas mesmas dificuldades, num processo onde se vão “autorregulando e autotransformando à medida que (re)constroem e transformam os seus conceitos, modificam a sua estrutura concetual e alteram a forma de observar e pensar os fenómenos”. Os resultados obtidos no âmbito desta investigação, vieram fortalecer a ideia de que as atividades laboratoriais do tipo Prevê-Observa-Explica – condizentes com as atuais perspetivas construtivistas para o ensino das ciências – quando aplicadas como estratégia de ensino, fomentam nos alunos, a motivação, a curiosidade, o interesse, a capacidade de refletir criticamente e o conhecimento científico adquirido. Ainda que a pandemia tenha decretado um conjunto de medidas sanitárias a adotar nas escolas e, com isso, transformado a sala de aula/laboratório num cenário, ainda mais, desafiador para todos os seus intervenientes, no caso particular dos professores, foi-lhes exigida a preparação de um conjunto de

recursos qualificados e cuidadosamente selecionados para os alunos. Assim sendo, os protocolos laboratoriais que guiaram a implementação das respetivas atividades foram construídos de raiz, uma vez que o manual de Biologia do 10.º ano de escolaridade não apresenta sugestões de AL referentes à temática do “Transporte das plantas” e, relativamente, à temática do “Transporte dos animais”, a única sugestão apresentada é uma AL do tipo ilustrativo. De facto, isto vai ao encontro de alguns estudos já realizados (e.g.: Figueiroa, 2001; Sousa, 2009; Martins, 2011), os quais apontam que os manuais escolares de ciências integram muito poucas AL com elevado grau de abertura, indicando uma certa dissonância com as orientações curriculares e a investigação que tem vindo a ser feita, ao longo dos anos, em torno do ensino e aprendizagem das ciências. Por outro lado, a dependência dos professores pelos manuais escolares a fim de orientarem as suas práticas, evidencia que apesar destes se destinarem, prioritariamente, aos alunos, acabam por determinar o que fazem nas aulas (Fernandes, 2013), e são uma das principais fontes às quais os docentes recorrem quando implementam AL (Dourado & Leite, 2005). Deste modo, torna-se relevante e primordial que as editoras e os corretores científicos dos manuais escolares assumam o seu papel, no sentido de agirem em conformidade com as recomendações programáticas e considerem o que preconiza a investigação em educação em ciências, com o intuito de proporem mais AL com maior grau de abertura na temática dos “Sistemas de transporte dos seres vivos”, mas também, noutras temáticas. Ainda que os professores não devam limitar o TL desenvolvido na sala de aula à realização de AL propostas pelos manuais, sempre que o façam, é crucial que assumam uma atitude crítica diante das mesmas, procedendo às alterações que achem necessárias, para torná-las mais enriquecedoras e vantajosas para os alunos. Por conseguinte, nas formações inicial e contínua de professores, devem assegurar-se bases como a promoção e o desenvolvimento da análise crítica de procedimentos laboratoriais e de formas distintas de execução dos mesmos, em prol da preparação de futuros professores e professores em serviço, com o objetivo de melhorarem as propostas de AL apresentadas pelos manuais. Além disso, a formação também pode dar um grande contributo na desmistificação do excesso de zelo por parte dos professores, relativamente ao TL, de maneira que venham a ultrapassar a tentação de arranjar desculpas para não realizar AL (Dourado *et al.*, 2017) e, assim, torná-las uma prática comum nas aulas de ciências.

5.4. Sugestões para investigações futuras

Tendo por base os resultados obtidos nesta investigação e as limitações que lhe são inerentes, salientam-se, de seguida, algumas sugestões para investigações futuras, de modo que possam contribuir para alcançar melhores resultados e, também, complementar e enriquecer o presente estudo. Em primeiro lugar, considera-se pertinente alargar a investigação a outros contextos educativos,

designadamente, outras turmas, outros anos de escolaridade e, também, outros níveis de ensino, por forma a obter resultados mais representativos. Igualmente interessante, seria aplicar as atividades laboratoriais POE a alunos organizados em grupo e/ou em pares e individualmente, e comparar os seus resultados, pois considerando que este tipo de atividades promove a motivação, a curiosidade, o interesse, a capacidade de refletir criticamente e a (re)construção do conhecimento concetual, seria possível compreendermos o impacto do trabalho de grupo e/ou de pares na promoção individual de cada uma destas aprendizagens. Numa altura em que se fala muito da desmotivação e do desinteresse dos alunos pela aprendizagem das ciências, muito por culpa da abordagem feita pelos professores em não fazer variar as metodologias de ensino utilizadas na sala de aula, seria fundamental que se implementassem, cada vez mais, estratégias de motivação e de estímulo aos alunos para contrariarmos esta situação. Estratégias essas, que podem passar por diversificar o tipo de AL, aumentando o seu grau de abertura, a fim de promover o desenvolvimento de competências de natureza diversa, reforçar o envolvimento dos alunos e repensar a avaliação das atividades, utilizando critérios adequados às suas características. Todavia, mesmo com os vários avanços da ciência e da tecnologia nos últimos anos, considera-se que o ensino das ciências permanece até então, muito restrito às aulas expositivas, pautadas pela pouca participação e reduzido envolvimento dos alunos. Atendendo que toda esta situação agravou-se, ainda mais, com a pandemia de COVID-19, em que, particularmente, na turma em que decorreu este estudo, o único contacto mantido com a componente laboratorial da disciplina de Biologia e Geologia no decorrer do ano letivo 2020/2021, apenas ocorreu durante a intervenção pedagógica, sendo que alguns alunos relataram inclusive, ter sido a primeira vez que assistiram a uma AL, pois não lhes foi dada essa possibilidade no ensino básico. Embora a teoria e a prática se complementem e sustentem uma à outra, muitos são os docentes que negligenciando esta complementaridade, utilizam o TL na maior parte das vezes, para comprovação e ilustração da teoria ensinada previamente, ao invés de o usarem para “ensinar e pensar” (Figueiroa, 2014). Ainda que, a utilização de metodologias diferenciadas e recursos adequados na sala de aula, quando bem implementados pelos professores de ciências, criem um ambiente motivador e aumentem a possibilidade de aquisição do conhecimento e desenvolvimento de aprendizagens diversas dos alunos, os docentes parecem “pô-las de parte”, por implicarem mais trabalho, tempo de preparação e implementação. Apesar de tudo isso não ser tarefa fácil, tendo em conta a extensão dos programas, sobretudo no ensino secundário, torna-se relevante explorar a postura e o comportamento “padronizados” de grande parte dos professores de ciências, relativamente, a este tipo de metodologias e recursos, manifestamente em dissonância com as recomendações programáticas e aquilo que preconiza a investigação em educação em ciências. Na

realidade, parece ser unânime o reconhecimento por parte dos responsáveis pela elaboração dos programas quanto ao papel relevante do TL, no ensino das ciências e, portanto, ser notória a necessidade de modificar as práticas de ensino nesse domínio (Martins *et al.*, 2011; Pereira *et al.*, 2011), assim como o incentivo à sua aplicação, nos primeiros anos de escolaridade. Por último, mas não menos importante, considera-se absolutamente pertinente e atual, incentivar os professores na promoção de atividades dentro da sala de aula com um grau de abertura superior às que foram implementadas neste estudo – *investigações* – de modo a permitir aos alunos, elaborar/definir o seu próprio protocolo laboratorial e, assim, proporcionar o seu envolvimento e participação em todo o processo de ensino e aprendizagem. Através deste tipo de AL, os alunos aprendem a fazer ciência, uma vez que lhes é dada a oportunidade de colocar questões, planejar procedimentos, selecionar os materiais adequados e as técnicas de recolha de dados, desenvolver o pensamento crítico e o raciocínio lógico, analisar dados, argumentar e construir explicações alternativas e comunicar as suas conclusões (Yebra & Menbiela, 2006; Suart & Marcondes, 2009).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrahams, I. (2011). *Practical work in secondary science: A minds-on approach*. London: Continuum.
- Acevedo Diaz, J. (2006). Modelos de relaciones entre ciencia e tecnologia: un análisis social e histórico. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 3(2), 198-219.
- Afonso, A., & Leite, L. (2000). Concepções de futuros professores de ciências físico químicas sobre a utilização de atividades laboratoriais. *Revista Portuguesa de Educação*, 13(1), 185-208.
- Afonso, N. (2005). *Investigação Naturalista em Educação: Guia prático e crítico*. Porto: Asa Editores.
- Aikenhead, G. (2009). *Educação Científica para todos*. Mangualde: Edições Pedagogo.
- Alcará, A., & Guimarães, S. (2007) A instrumentalidade como uma estratégia motivacional. *Revista Semestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional*, 11(1), 177-178.
- Almeida, A. (2001). Educação em ciências e trabalho experimental: Emergência de uma nova concepção. In Veríssimo, A., Pedrosa, A., & Ribeiro, R., *(Re)Pensar o ensino das ciências*. (pp.51-73). Lisboa: Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário.
- Almeida, M. (2005). *Ensino de Ciências centrado no TP - contributo para a formação de professores do 1º CEB* (Dissertação de mestrado). Departamento de Didática e Tecnologia Educativa da Universidade de Aveiro, Aveiro.
- Almeida, P. (2004). *Interação e conhecimento: O trabalho colaborativo em aulas de Ciências da Terra e da Vida, no 10.º ano de escolaridade* (Dissertação de Mestrado). Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa.
- Amaro, A., Póvoa, A., & Macedo, L. (2004). *A arte de fazer questionários* (Trabalho de conclusão da disciplina de Metodologias de Investigação em Educação). Departamento de Química da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Porto.
- Andrade, R., & Viana, K. (2017). Atividades experimentais no ensino de química: distanciamento e aproximações da avaliação de quarta geração. *Revista Ciência & Educação (Bauru)*, 23(2), 507-522. doi: 10.1590/1516-731320170020014
- Araújo, M., & Abib, M. (2003). Atividades Experimentais no Ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. *Revista Brasileira de ensino de Física*, 25(2), 176-194.
- Autio, O., Kaivola, T., & Lavonen, J. (2007). Context-based approach in teaching science and tecnologia. In Pehkonen, E., Ahtee, M., & Lavonen, J. (Ed.), *How Finns Learn Mathematics and Science?* (pp.199-201). Rotterdam: Sense Publishers.
- Azevedo, M. (2004). Ensino por investigação: Problematizando as atividades em sala de aula. In Carvalho, A. (Org.), Azevedo, M. (Ed.), Nascimento, V. (Ed.), Cappechi, M. (Ed.), Vannucchi, A. (Ed.), Castro, R. (Ed.), Pietrocola, M. (Ed.), Viana, D. (Ed.), & Araújo, R. (Ed.), *Ensino de Ciências: Unindo a pesquisa à prática* (pp.19-32). São Paulo: Thomson.

- Barros, S. G. (2000). Que hacemos habitualmente en las actividades prácticas? Como podemos Melhorarlas? In L. D. Manuel Sequeira (Org.), *Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências* (pp. 43-61). Braga: Universidade do Minho.
- Barbosa, A. (2012). *A Relação e a Comunicação Interpessoais entre o Supervisor Pedagógico e o Aluno Estagiário: um estudo de caso* (Dissertação de mestrado). Escola Superior de Educação João de Deus, Lisboa.
- Barbosa, N. (2012). *Caraterísticas do trabalho prático e presença de conceções acerca da ciência nos novos manuais escolares para o 6.º ano de escolaridade* (Dissertação de Mestrado). Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Lisboa, Lisboa.
- Barrela, C. (2012). *O efeito das atividades investigativas na aprendizagem da "Distribuição de matéria" em animais e plantas: um estudo com alunos do 10.º ano de escolaridade* (Dissertação de mestrado). Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, Lisboa.
- Bäckström, B., (2008). *Metodologia das Ciências Sociais: Métodos Quantitativos - Caderno de Apoio*. Lisboa: Universidade Aberta Editora.
- Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2000). *Perspetivas de ensino. Textos de apoio nº1 in Coleção Formação de professores/ciências*. Porto: Centro de Estudos de Educação em Ciência.
- Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2002). *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2004). Da Educação em Ciência às orientações para o ensino das ciências: Um repensar Epistemológico. *Ciência e Educação*, 10(3), 363-381.
- Carvalho, A. (2011). As práticas experimentais no ensino de Física. In Carvalho, A. M. (Org.), *Ensino de Física* (pp. 53-78). São Paulo: Cengage Learning.
- Carvalho, L. (2014). *O ensino da biotecnologia com recurso a um modelo de Ensino Orientado para a Mudança Concetual: uma abordagem centrada no tema dos Organismos Geneticamente Modificados e Transgênicos* (Dissertação de mestrado). Instituto de Educação da Universidade do Minho, Braga.
- Chaves, J., & Hunsche, S. (2014). *Atividades experimentais demonstrativas no ensino da Física: panorama a partir de eventos na área*. Universidade Federal do Pampa: Campus de Caçapava do Sul.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research methods in education* (6ª ed.). Oxford, UK: Routledge.
- Comissão Europeia. (2004). *A Europa precisa de mais cientistas: aumentar os recursos humanos para a Ciência e Tecnologia na Europa*. Bruxelas: Comissão Europeia.
- Cook, N. (2020). Learning Lessons from history. *The RoSPA OS&H Journal*, 20-25.

Cordeiro, G., & Figueiredo, M. (2011). Análise comparativa de duas metodologias de ensino na Química de oitavo ano: vantagens e desvantagens da metodologia tradicional e da metodologia Investigativa. *In* Carrott, P., Galacho, C., Mendes, P., Figueiredo, M., Ferreira, T., & Teixeira, A. (Ed.), *Jornadas do Centro de Química de Évora* (pp. 73). Évora: Universidade de Évora Edition.

Correia, M., & Freire, A. (2010). Práticas de avaliação de professores de Ciências Físico-Químicas do ensino básico. *Ciência e Educação*, 16(1), 1-15.

Correia, S. (2014). Seiva bruta. *Revista de Ciência Elementar*, 2(3), 202. doi: 10.24927/rce2014.202

Correia, S. (2015). Seiva elaborada. *Revista de Ciência Elementar*, 3(1), 050. doi: 10.24927/rce2015.050

DeBoer, G. (2000). Scientific literacy: another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582-601.

Del Carmen, L. (2000). Los trabajos prácticos. In Perales Palacios, F., & Cañal de León, P. (Org.), *Didáctica de las ciencias experimentales: Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias* (pp.267-287). Alcoy: Marfil.

De Pro Bueno, A. (2000). Actividades de laboratorio y enseñanza de contenidos procedimentales. *In* Sequeira, M. et al. (Org.), *Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências* (pp.109-124). Braga: Universidade do Minho.

DGE. (2017). *Perfil dos alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória*. Lisboa: Direção-Geral da Educação, Ministério da Educação e Ciência.

DGE. (2018). *Aprendizagens Essenciais / Articulação com o Perfil dos alunos, Biologia e Geologia, 10.º ano de escolaridade*. Lisboa: Direção-Geral da Educação, Ministério da Educação e Ciência.

DGE. (2021). *Retorno às aulas em regime presencial – Orientação COVID-19*. Lisboa: Direção-Geral da Educação.

Dillon, J. (2010). Effective practical science. *School Science Review*, 91(337), 36-39.

Dourado, L. (2001). Trabalho prático (TP), trabalho laboratorial (TL), trabalho de campo (TC) e trabalho experimental (TE) no ensino das ciências – contributo para uma classificação de termos. In Veríssimo, A., Pedrosa, A., & Ribeiro, R., *(Re)Pensar o ensino das ciências* (pp.13-18). Lisboa: Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário.

Dourado, L. (2005). O Trabalho laboratorial no ensino das ciências: um estudo sobre as práticas de futuros professores de Biologia e Geologia. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Número extra VII Congreso, 1-5.

Dourado, L. (2006). Conceções e práticas de professores de Ciências Naturais relativas à implementação integrada do trabalho laboratorial e do trabalho de campo. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5(1), 192-212.

- Dourado, L., & Leite, L. (2005). A reorganização curricular do Ensino Básico e a utilização de atividades laboratoriais em Ciências da Natureza. *In Atas do XVIII Congresso de ENCIGA* (Cd-Rom). Ribadeo: IES Porta da Auga.
- Dourado, L., & Leite, L. (2008). As atividades laboratoriais e o ensino de fenómenos geológicos. *In Atas do XXI Congresso de ENCIGA* (Cd-Rom). Carballiño: IES Manuel Chamoso Lamas.
- Dourado, L., Leite, L., & Morgado, S. (2017). Teaching Science in the Laboratory: A Study on Portuguese School Science Teachers' Perspectives. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 54-65.
- Fernandes, M. A., Machado, E., Alves, M., & Aguiar Vieira, D. (2021). Ensinar em tempos de COVID-19: um estudo com professores dos ensinos básico e secundário em Portugal. *Revista Portuguesa De Educação*, 34(1), 5-27. doi: 10.21814/rpe.21108
- Fernandes, M. F. (2013). *Atividades laboratoriais do tipo POER no 1.º ceb: três propostas didáticas para o estudo da influência dos fatores abióticos na vida animal* (Dissertação de mestrado). Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Porto.
- Figueiroa, A. (2001). Atividades laboratoriais e Educação em Ciências. *Um estudo com manuais escolares de Ciências da Natureza do 5.º ano de escolaridade e respetivos autores* (Dissertação de mestrado não publicada). Instituto de Educação e Psicologia da Universidade do Minho, Braga.
- Figueiroa, A. (2003). Uma análise das atividades laboratoriais incluídas em manuais escolares de Ciências da Natureza (5.º Ano) e das conceções dos seus autores. *Revista Portuguesa da Educação*, 16(1), 193-230.
- Figueiroa, A. (2007). *As atividades Laboratoriais e a Explicação de Fenómenos Físicos: uma investigação centrada em manuais escolares, professores e alunos do Ensino Básico* (Tese de doutoramento não publicada). Instituto de Educação e Psicologia da Universidade do Minho, Braga.
- Figueiroa, A. (2012). *Trabalho Experimental em contexto de Prática de Ensino Supervisionada*. Trabalho de investigação de Pós-Doutoramento (não publicada). Universidade de Aveiro, Aveiro.
- Figueiroa, A. (2013). *A emergência de uma educação científica*. Retrieved from <http://www.portoeditora.pt/>
- Figueiroa, A. (2014). *Trabalho prático investigativo no ensino das ciências: experimental ou laboratorial?* (1ª ed.). Santo Tirso: Whitebooks.
- Flores, M. A. (2010). Algumas reflexões em torno da formação inicial de professores. *Educação*, 33(3), 182-188.
- Gabriel, A., Santos, M., & Pedrosa, M. (2006). Trabalho prático nos atuais currículos de ciências do ensino secundário e formação de professores. *In Atas do XIX Congresso de ENCIGA*. Póvoa de Varzim: Escola Secundária Eça de Queirós.
- Gall, M., Gall, J., & Borg, W. (2003). *Educational Research: An introduction* (7ª ed.). USA: Arnis E. Burvikovs.

- Galvão, C., Faria, C., & Serra, P. (2017). Ensino da Biologia: A evolução como exemplo. *In* Veiga, F. (Coord.), *O ensino na escola de hoje: Teoria, investigação e aplicação* (pp.109-143). Climepsi Editores.
- Galvão, C., Reis, P., Freire, A., & Oliveira, T. (2006). *Avaliação de competências em Ciências: Sugestões para professores dos ensinos Básico e Secundário* (1ª ed.). Porto: Asa Editores.
- Gameiro, M. (2009). *Percursos Investigativos em Fotossíntese e Transpiração no Ensino Secundário* (Dissertação de mestrado). Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro, Aveiro.
- Gaspar, A., & Monteiro, I. (2005). Atividades experimentais de demonstração em sala de aula: uma análise segundo o referencial da Teoria de Vigotsky. *Investigações em Ensino de Ciências*, 10(2), 227-254.
- Gil, D., & Vilches, A. (2001). Una Alfabetización Científica para el siglo XXI. Obstáculos y Propuestas de Actuación. *Investigación en la Escuela*, 13, 37-44.
- Gómez, A. (2000). A aprendizagem escolar: da didática operatória à reconstrução da cultura na sala de aula. *In* Sacristán, J., & Gómez, A. *Compreender e transformar o ensino* (4ª ed). Porto Alegre: Artmed.
- Guimarães, R., Rodrigues, C., & Basch, G. (2020). *Sebenta para a unidade curricular de hidrologia agrícola*. Évora: Universidade de Évora Edition.
- Harangi-Rákos, M., Ștefănescu, D., Zsidó, K., & Fenyves, V. (2022). Thrown into Deep Water: Feedback on Student Satisfaction - A Case Study in Hungarian and Romanian Universities. *Education Sciences*, 12(1), 36. doi: 10.3390/educsci12010036
- Harlen, W. (2006). On the relationship between assessment for formative and summative purposes. *In* J. Gardner (Ed.), *Assessment and learning* (pp.103-117). London: Sage.
- Harlen, W. (2010). The royal society`s report on primary school science. *Primary Science*, 115, 25-27.
- Hickmann, C., Roberts, L., Keen, S., Larson, A., l'Anson, H., & Eisenhour, D. (2008). *Integrated Principles of Zoology*. (4th ed.). New York: McGraw-Hill International Edition.
- Hill, M., & Hill, A. (2005). *Investigação por questionário* (2ª ed.). Lisboa: Edições Sílabo.
- Hodson, D. (2000). The place of practical work in science education. *In* Sequeira, M. *et al.* (Org.), *Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências* (pp.29-42). Braga: Universidade do Minho.
- Hodson, D. (2009). *Teaching and Learning about Science: language, theories, methods, history, traditions and values*. Rotterdam/Boston/Taipei: Sense Publishers.
- Hofstein, A., & Kind, P. (2012). Learning in and from science laboratories. *In* Fraser, J., Tobin, K. & McRobbie, C. J. (Eds.), *Second International Handbook of Science Education* (pp.189-207). New York: Springer.
- Hofstein, A., & Lunetta, V. (2003). The laboratory in science education: foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88, 28-54.

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.

Inácio, A. (2020). *As aulas online em contexto de pandemia: caso de estudo em três turmas do ensino secundário, na escola Dr. Joaquim Gomes Ferreira Alves* (Dissertação de mestrado). Faculdade de Letras da Universidade do Porto, Porto.

Jimenez Aleixandre, M. (2003). El aprendizaje de las ciencias: construir Y usar herramientas. In Jimenez Aleixandre, M. (Coord.). *Enseñar ciencias*. Barcelona: Editorial Graó.

Krasilchik, M. (2004). *Prática de Ensino da Biologia* (4ª ed.). São Paulo: Edusp.

Kyle Jr., W. (2020). Expanding our views of science education to address sustainable development, empowerment, and social transformation. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 2(2).

Laburú, C. (2005). Selection of physics experiments in high school: An investigation from the teachers' speech. *Investigações em Ensino de Ciências*, 10(2), 161-178.

Lei nº 46/86 “Lei de Bases do Sistema Educativo”. In Diário da República nº 237/1986, Série I de 14 de outubro.

Leite, L. (1999a). Heat and Temperature: An analysis of how this concepts are dealt with in textbooks. *European Journal of Teacher Education*, 22(1), 75-88.

Leite, L. (1999b). O ensino laboratorial de “O Som e a Audição”. Uma análise das propostas apresentadas por manuais escolares do 8º ano de escolaridade. In Castro, R. et al. (Org.), *Manuais escolares: Estatuto, funções, história* (pp. 255-266). Braga: Universidade do Minho.

Leite, L. (2000). As atividades laboratoriais e a avaliação das aprendizagens dos alunos. In Sequeira, M. et al. (Org.), *Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências* (pp.92-108). Braga: Universidade do Minho.

Leite, L. (2001). Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. In Caetano, H., & Santos, M. (Org.), *Cadernos didáticos da ciência* (pp.79-96). Lisboa: Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário.

Leite, L. (2002). As atividades laboratoriais e o desenvolvimento conceptual e metodológico dos alunos. *Boletín das Ciências*, 5(1), 83-92.

Leite, L. (2006). Da complexidade das atividades laboratoriais à sua simplificação pelos manuais escolares e às consequências para o ensino e a aprendizagem das ciências. In *Atas do XIX Congresso de ENCIGA*. Póvoa de Varzim: Escola Secundária Eça de Queirós.

Leite, L., & Esteves, E. (2005). Análise crítica de atividades laboratoriais: Um estudo envolvendo estudantes de graduação. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(1).

- Leite, L., & Figueiroa, A. (2004). As atividades laboratoriais e a explicação científica em manuais escolares de ciências. *Revista Alambique*, 39, 20-30.
- Lourenço, A., & Paiva, M. (2010). A motivação escolar e o processo de aprendizagem. *Ciências & Cognição*, 15(2), 132-141.
- Lunetta, V., Hofstein, A., & Clough, M. (2007). Learning and teaching in the school science laboratory: An analysis of research, theory, and practice. In Lederman, N., & Abel, S. (Ed.), *Handbook of research on science education* (pp.393-441). Mahwah, Nova Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Machado, C. (2019). Atividades laboratoriais com materiais de baixo custo: um estudo com professores timorenses. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 18(1), 198-223.
- Martins, D. (2011). *Os manuais de Estudo do Meio e o Ensino Experimental das Ciências no 1.º Ciclo do Ensino Básico* (Dissertação de Mestrado). Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Bragança, Bragança.
- Martins, I. O. (2021). *Potencialidades do estudo contextualizado do sistema cardiovascular para o desenvolvimento da linguagem científica* (Dissertação de mestrado). Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, Lisboa.
- Martins, I. P. (2004). *Literacia Científica e Contributos do Ensino Formal para a Compreensão Pública da Ciência* (Lição apresentada para Provas de Agregação em Educação não publicada). Universidade de Aveiro, Aveiro.
- Martins, I. (2020). Revisitando orientações CTS/CTSA na Educação e no Ensino das Ciências. *Revista APEDUC Journal*, 1(1),13-29.
- Martins, I., Tenreiro-Vieira, C., & Vieira, R. (2011). *A educação em ciências com orientação CTS: atividades para o ensino básico*. Porto: Areal Editores.
- Martins, I., Tenreiro-Vieira, C., Vieira, R., Rodrigues, A., Couceiro, F., Teixeira, F., & Veiga, M. (2006). *Educação em ciência e ensino experimental. Formação de professores*. Lisboa: Ministério da Educação, Direção Geral da Inovação e do Desenvolvimento Curricular.
- Martins, M. (2009). *Perspetivas de professores de Física e Química no ensino básico sobre o uso de trabalho laboratorial* (Dissertação de mestrado). Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa.
- Mateus, V. (2017). *Taxa de contaminação por microrganismos potencialmente patogénicos em garrotes de punção venosa periférica: revisão sistemática de literatura* (Dissertação de mestrado). Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico de Viseu, Viseu.
- Mauseth, J. (2003). *Botany: An introduction to plant biology* (3rd ed.). Mississauga: Jones and Bartlett.
- McMillan, J., & Schumacher, S. (2010). *Research in Education: Evidence-Based Inquiry*. Boston: Pearson Education.

- Miguéns, M., & Serra, P. (2000). O Trabalho Prático na Educação Básica: a realidade, o desejável e o possível. In Sequeira, M. et al. (Org.). *Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências* (pp. 555-576). Braga: Universidade do Minho.
- Millar, R. (2002). Towards a science curriculum for public understanding. In Amos, S., & Boohan R. (Ed.). *Teaching sciences in secondary schools* (pp.113-128). Londres: Routledge.
- Millar, R. (2010). *Analysing practical science activities to assess and improve their effectiveness*. Hatfield: Association for Science Education.
- Millar, R., Tiberghien, A., & Le Maréchal, J. (2002). Varieties of labwork: A way of profiling labwork tasks. In Psillos, D., & Niedderer, H. (Ed.), *Teaching and learning in the science laboratory* (pp.7-20). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Minner, D., Levy, A., & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction- What is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474-496.
- Monteiro, I., Monteiro, M., & Gaspar, A. (2003). *Atividades experimentais de demonstração e o discurso do professor no ensino da Física*. In Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 4.
- Moreira, C. (2013). Sistemas de transporte nos animais. *Revista de Ciência Elementar*, 1(1), 10. doi: doi.org/10.24927/rce2013.010
- Moreira, C. (2013). Trocas gasosas em plantas. *Revista de Ciência Elementar*, 1(1), 76. doi: 10.24927/rce2013.076
- Moura, C., Nascimento, M., & Lima, N. (2021). Epistemic and Political Confrontations Around the Public Policies to Fight COVID-19 Pandemic: What can Science Education learn from this episode? *Science & Education*, 30, 501-525. doi: 10.1007/s11191-021-00193-3
- Neves, M., Caballero, C., & Moreira, M. (2006). Repensando o papel do trabalho experimental na aprendizagem da física em sala de aula: um estudo exploratório. *Investigações em Ensino de Ciências*, 11(3), 383-401.
- OCDE. (2003). *The PISA 2003 Assessment Framework – Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills*. Retrieved from <http://www.oecd.org/dataoecd/46/14/33694881.pdf>
- OCDE. (2020). *The impact of COVID-19 on student equity and inclusion: supporting vulnerable students during school closures and school re-openings*. Retrieved from <http://www.oecd.org/>
- Oliveira, J. N. (2011). *Anatomia das plantas superiores*. Ponta Delgada, Açores: Edição do autor.
- Oliveira, J. Q. (2017). *Atividades experimentais: estratégia para auxiliar no ensino de Ciências* (Dissertação de mestrado). Universidade do Vale do Taquari, Univates.
- Oliveira, J. R. (2010). A perspectiva sócio histórica de Vygotsky e suas relações com a prática da experimentação no ensino de Química. *Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 3(3), 25-45.

Parihar, S., Kaur, R., & Singh, S. (2021). Flashback and lessons learnt from history of pandemics before COVID-19. *Journal of Family Medicine and Primary Care*, 10(7), 2441-2449.

Peixoto, A. (2008). *A criança e o conhecimento do mundo: atividades laboratoriais em ciências físicas* (1ª ed.). Penafiel: Editorial Novembro.

Pereira, M. (2020). *O vírus, a biologia e nós*. Retrieved from <http://www.rtp.pt/>

Pereira, S., Rodrigues, M., Martins, I., & Vieira, R. (2011). Pre-school science education in Portugal: teacher education and innovative practices. *The Journal of emergent science*, (1), 23-31.

Pires, A. (2017). *Atividades práticas no ensino e aprendizagem da “Gestão sustentável dos recursos” no 8.º ano de escolaridade* (Tese de doutoramento). Departamento de Ciências da Terra da Universidade de Coimbra, Coimbra.

Portela, A., & Rosa, L. (2013). O ensino da Biologia nas escolas: problemas e possíveis soluções. *Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão*, 5(2), 2317-3203.

Procópio, M., Benite, C. M., Caixeta, R., & Benite, A. C. (2010). Formação de professores em Ciências: um diálogo acerca das altas habilidades e superdotação em rede colaborativa. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9(2), 435-456.

Projeto Educativo da Escola Secundária de Carlos Amarante (2019/2022). Percursos com Futuro. Retrieved from <http://aecarlosamarante.pt/documentos/PE2019.22.pdf>

Randall, D., Burggren, W., & French, K. (2002). *Animal Physiology* (5th ed.). New York: Freeman and Company.

Raven, P., Evert, R., & Eichhorn, S. (2005). *Biology of plants* (7th ed.). New York: Freeman.

Revel Chion, A., & Adúriz-Bravo, A. (2021). In Sickness and in Health. *Science & Education*. doi: 10.1007/s11191-021-00258-3

Ricardo, E. (2007). Educação CTSA: obstáculos e possibilidades para a sua implementação no contexto escolar. *Ciência & Ensino*, 1, 1-12.

Sá, P., Costa, A. P., & Moreira, A. (2021). Recolha de dados. In Sá, P., Costa, A. P., & Moreira, A. (Org.), *Reflexões em torno de Metodologias de Investigação* (pp.1-105). Aveiro: Universidade de Aveiro Editora.

Sanmartí Puig, N., & Marchán Carvajal, I. (2015). La Educación Científica del siglo XXI: retos y propuestas. *Investigación y Ciencia*, octubre, 31-39.

Santos, L., & Menezes, J. (2020). A experimentação no ensino da Química: princípios, abordagens, problemas e desafios. *Revista Electronica Pesquiseduca*, 12(26), 180-207.

Santos, M. (2002). *Trabalho Experimental no Ensino das Ciências*. Lisboa: Ministério da Educação.

Schreiner, C., & Sjøberg, S. (2004). *ROSE - The relevance of science education*. Oslo: University of Oslo, Department of education.

Sequeira, M. (2000). O ensino prático e experimental em educação em ciências na revisão curricular do ensino secundário. *In Sequeira, M. et al. (Org.). Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências* (pp.19-27). Braga: Universidade do Minho.

Silva, A. C. (2008). *Estudo experimental para avaliação da rigidez dos vasos sanguíneos: testes para validação clínica* (Dissertação de mestrado). Departamento de Física da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.

Silva, J. C. (2013). *O trabalho prático como um dispositivo pedagógico no ensino e na aprendizagem da Biologia e Geologia: possibilidades e limitações* (Tese de doutoramento). Universidade Portucalense, Porto.

Silva, J. M. (2009). Da descoberta da circulação sanguínea aos primeiros factos hemorreológicos (1ª Parte). *Revista Portuguesa de Cardiologia*, 28(11), 1245-1268.

Silva, J. N., Neto, J., Ximenes, C., & Morais, A. (2020). Experimentation as a motivational method in physics teaching. *Brazilian Journal of Development*, 6(12), 102473–102485.
doi: 10.34117/bjdv6n12-664

Silva, L., & Zanon, L. (2000). A experimentação no ensino de ciências. *In Schneltzer, R., & Aragão, M. (org.). Ensino de ciências: fundamentos e abordagens*. Campinas: Unimep/Capes.

Silva, M. P. (2009). *Materiais curriculares e práticas pedagógicas no 1º Ciclo do Ensino Básico: Estudo de processos de recontextualização e suas implicações na aprendizagem científica* (Tese de doutoramento não publicada). Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa.

Silva, P. A. (2006). *As atividades Laboratoriais P.O.E.R. e a Educação Ambiental: um estudo centrado na aprendizagem do tema “A importância da água para os seres vivos”, 5º ano de escolaridade* (Dissertação de mestrado não publicada). Escola de Ciências da Universidade do Minho, Braga.

Silva, Y., Farias, S, & Lira, M. (2017). *A importância da utilização das atividades demonstrativas nas aulas de Química*. *In Anais do IV Congresso Nacional de Educação CONEDU*. Campina Grande: Realize Editora.

Sousa, A. (2009). *Investigação em educação* (2ª ed.). Lisboa: Livros Horizonte.

Spinola, H., & Carreira, S. M. (2021). *Literacia científica: ensino, aprendizagem e quotidiano*. Centro de Investigação em Educação da Universidade da Madeira. doi: 10400.13/3235

Stern, K., Bidlack, J., & Jansky, S. (2008). *Introductory Plant Biology* (11th ed.). New York: McGraw-Hill International Edition.

Suart, R., & Marcondes, M. (2009). A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio da Química. *Ciências e Cognição*, 14(1), 50-74.

- Tenaglia, M., Bertelle, A., Martínez, J., Rocha, A., Fernández, M., Lucca, G., Bustamante, A., Dillon, M., & Distéfano, M. (2011). Determinación y evaluación de competencias asociadas a la actividad experimental. *Revista Ibero-americana de Educación*, 56(1), 1-14.
- Tenreiro-Vieira, C., & Vieira, R. (2006). Produção e validação de atividades de laboratório promotoras do pensamento crítico dos alunos. *Revista Eureka*, 3(3), 452-466.
- Torres, J. (2021). História das epidemias. In Caderno de Resumos - VIII Jornada de História da Ciência e Ensino e II Congresso Internacional de História da Ciência no Ensino. *Revista História da Ciência e Ensino*, 23 (suplemento), p.15.
- Torres, J., & Rodrigues, I. (2022). História da Ciência & COVID-19: Oportunidades e Constrangimentos no Ensino em Portugal. *Revista Multidisciplinar*, 4(2), 155–172. doi: 10.23882/rmd.22097
- Valadares, J., & Gouveia, V. (2004). A aprendizagem em ambientes construtivistas: uma pesquisa relacionada com o tema ácido-base. *Investigações em Ensino de Ciências*, 9(2), 199-220.
- Vieira, C. (2006). *A avaliação das aprendizagens no contexto das atividades laboratoriais: influências de uma ação de formação nas conceções de professores de Biologia e Geologia* (Dissertação de mestrado). Instituto de Educação e Psicologia da Universidade do Minho, Braga.
- Vieira, R. (2003). *Formação continuada de professores do 1.º e 2.º ciclos do Ensino Básico para uma Educação em Ciências com Orientação CTS/PC* (Tese de doutoramento não publicada). Departamento de Didática e Tecnologia Educativa da Universidade de Aveiro, Aveiro.
- Vieira, R., & Tenreiro-Vieira, C. (2005). *Estratégias de ensino aprendizagem*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Vieira, R., Tenreiro-Vieira, C., Martins, I., Rodrigues, A., Couceiro, F., Teixeira, F., & Veiga, M. L. (2010). *O programa de formação de professores do 1.º ciclo do ensino básico – ensino experimental das Ciências*. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Vilelas, J. (2009). *Investigação - O processo de construção do conhecimento*. Lisboa: Edições Sílabo.
- Watengãla, K. C. (2022). Atividades experimentais demonstrativas como estratégia de ensino da Química na ausência de laboratório. *Revista Angolana de Ciências*, 4(1), 1-13. doi: 10.54580/R0401.06
- Wellington, J. (2000). Re-thinking the role of practical work in science education. In Sequeira, M. *et al.* (Org.), *Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências* (pp.75-89). Braga: Universidade do Minho.
- Yebra, M., & Membiela, P. (2006). Investigações científicas desenvolvidas pelos estudantes como ensinaça por indagação. *Boletín das ciências*, 61, 53-55.

APÊNDICES

Apêndice A – Questionário de conhecimentos aplicado como Pré-Teste (Ficha de avaliação diagnóstica) e Pós-Teste (Ficha de avaliação formativa)

Ficha de avaliação diagnóstica	
Disciplina: Biologia e Geologia	Ano letivo 2020/2021
Nome do aluno:	
Ano:	Turma: Data: / /
Professora: Catarina Castro	

A presente ficha diagnóstica tenciona averiguar o teu conhecimento sobre a unidade de ensino “**Distribuição de Matéria**”, no que diz respeito aos seres autotróficos (transporte de matéria nas plantas) e aos seres heterotróficos (transporte de matéria nos animais). Lê atentamente todas as questões e responde com base na informação fornecida e nos conhecimentos que adquiriste ao longo dos anos de escolaridade anteriores.

Bom trabalho!

Grupo I – “Transporte nas plantas”

1. Lê atentamente o seguinte texto:

A árvore mais alta da Europa é portuguesa

Há plantas que podem atingir uma altura semelhante à Torre dos Clérigos. O *Eucalyptus diversicolor* não tem passado despercebido na Mata Nacional de Vale de Canas, em Coimbra, e os seus 73 metros de altura, têm-lhe valido desde 2017, não só o título de árvore mais alta de Portugal, como também da Europa. As suas folhas, órgãos de excelência para a fotossíntese, localizam-se a grandes distâncias do solo, local onde existe água e iões minerais, indispensáveis à realização dessa função primordial para estes organismos vivos.



Figura 1: *Eucalyptus diversicolor*

1.1. O *Eucalyptus diversicolor* é considerado uma planta vascular, enquanto o musgo é uma planta não vascular. O que distingue uma da outra?

1.2. Como explicas que a água e os iões minerais sejam transportados até às folhas?

1.3. Define seiva bruta e seiva elaborada.

1.4. Comenta a seguinte afirmação: *A raiz, o caule e as folhas são estruturas fundamentais na adaptação das plantas ao meio terrestre.*

2. O esquema seguinte representa uma experiência realizada com plantas semelhantes, as quais foram colocadas em tubos com igual quantidade de água, devidamente vedados para evitar a evaporação.

- A planta do tubo A foi mantida intacta e a planta do tubo B, teve as suas folhas totalmente cobertas por uma camada de vaselina. Em cada tubo, está indicado o nível de água no **início (Ni)** e o nível de água no **fim (Nf)** da experiência.

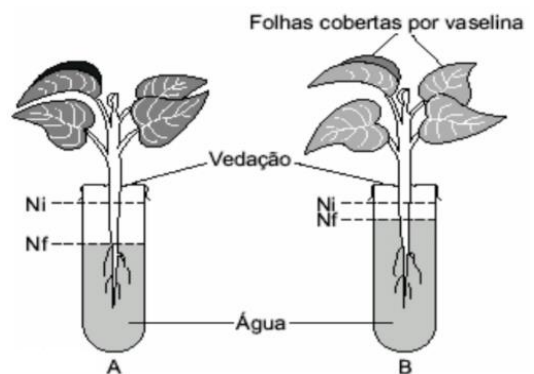


Figura 2: Representação esquemática da experiência realizada

2.1. Embora os níveis de água no início (Ni) da experiência sejam iguais, os níveis de água no fim (Nf), são diferentes nos tubos A e B. Explica por que razão tal acontece.

2.2. Que estruturas localizadas nas folhas tiveram o seu funcionamento afetado, quando cobertas por vaselina? Justifica a tua resposta.

3. Originário da Índia, o manjerico (*Ocimum minimum*) é uma planta muito popular em Portugal, devido à sua utilização simbólica na altura dos Santos Populares. Também chamada de “erva dos namorados”, conta a tradição que os rapazes ofereciam pequenos manjericos em vasos às suas namoradas, por altura do Santo António como sinal de um pedido de casamento.



Figura 3: O manjerico é uma planta simbólica dos Santos Populares portugueses

3.1. Comenta a seguinte afirmação: *Reza a lenda que alguns vendedores menos honestos colocavam sal nas raízes dos manjericos para que estes durassem menos.* Justifica o procedimento dos vendedores com base nos conhecimentos já adquiridos.

4. A figura seguinte representa esquematicamente um estoma fechado e um estoma aberto.

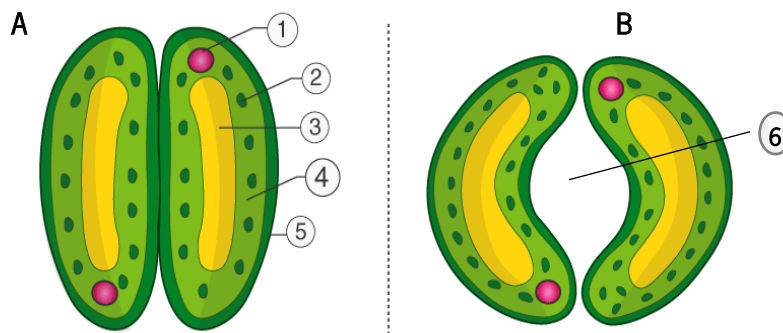


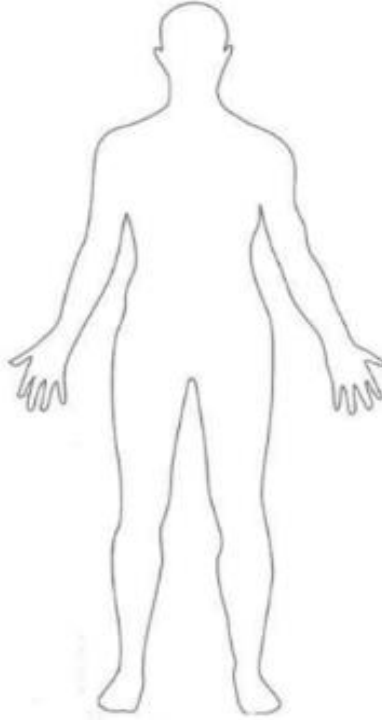
Figura 4: Estoma fechado (A) versus estoma aberto (B)

4.1. Relaciona o fecho e a abertura dos estomas A e B representados na Figura 4, com o estado de turgidez e estado de plasmólise das suas células. Justifica a tua resposta.

Grupo II – “Transporte nos animais”

Todos os seres vivos necessitam de realizar trocas de substâncias com o meio envolvente, condição fundamental para a manutenção de vida. No caso dos animais, as células recebem nutrientes e oxigénio, eliminando dióxido de carbono e outros produtos resultantes do metabolismo. Por sua vez, no Homem, quem assegura este tipo de função é o **Sistema Circulatório** ou **Sistema Cardiovascular**.

1. Na silhueta que se encontra abaixo desenhada, **representa** e **legenda** os componentes do Sistema Circulatório humano.



1.1. Qual o percurso do sangue no corpo humano? Nota: inicia o trajeto a partir da aurícula esquerda.

1.2. Distingue circulação simples de circulação dupla.

1.3. Refere de que tipo é a circulação no Homem? Justifica a tua resposta.

2. No gráfico da Figura 5, estão representadas as variações da pressão sanguínea em diferentes estruturas do sistema circulatório dos mamíferos.

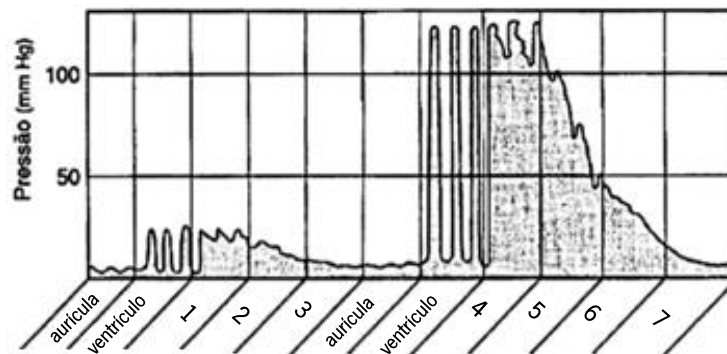


Figura 5: Gráfico representativo das variações da pressão sanguínea em mamíferos

2.1. Faz corresponder a cada uma das letras abaixo indicadas, o(s) respetivo(s) algarismo(s) do gráfico da Figura 5:

Letras	Número(s) correspondente(s)
A: artéria aorta	
B: vasos onde ocorre a circulação pulmonar	
C: veias cavas	
D: artérias pulmonares	
E: vasos onde ocorre a circulação sistêmica	
F: veias pulmonares	

2.2. Fundamenta as respostas dadas na pergunta anterior relativamente às letras A e C.

3. As figuras seguintes ilustram uma experiência realizada pelo médico inglês William Harvey (1578-1657), que descreveu corretamente o sistema circulatório humano, após ter descoberto aspetos importantes da circulação sanguínea. Harvey colocou um garrote no braço de um voluntário (ponto A) e reparou que alguns vasos sanguíneos ficavam salientes (inchados) – Figura 6.

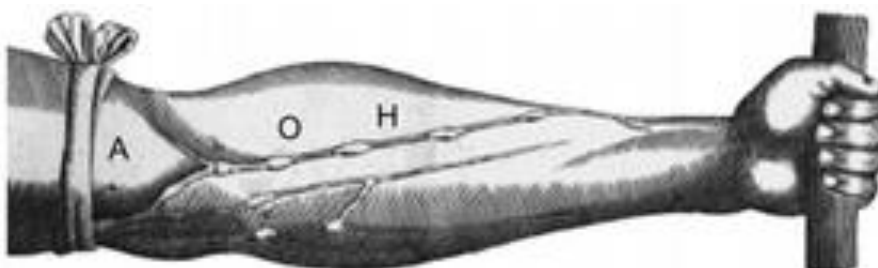


Figura 6: Colocação do garrote no braço (ponto A)

De seguida, com um dos seus dedos pressionou um desses vasos salientes num ponto específico (ponto H), e mantendo-o sempre pressionado, ia deslocando sangue em direção ao cotovelo (ponto O). Após este processo, percebeu que o vaso sanguíneo permaneceu vazio entre os pontos H e O – **Figura 7**.

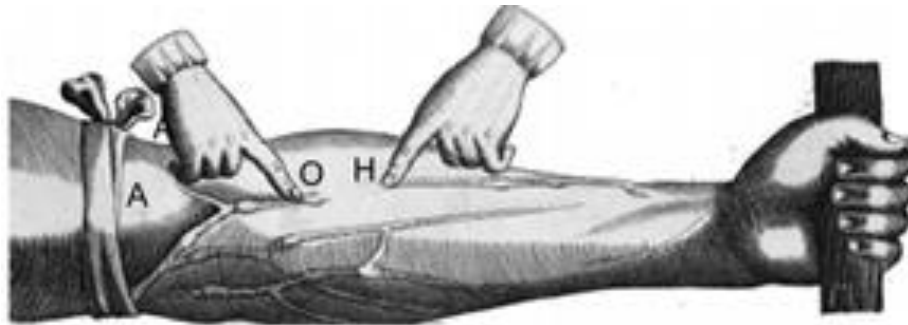


Figura 7: Harvey pressionou com um dos seus dedos, pontos específicos dos vasos sanguíneos salientes (ponto H)

3.1. Quais foram os vasos sanguíneos que ficaram salientes após a colocação do garrote?

3.2. Por que razão os vasos sanguíneos referidos, anteriormente, se tornaram salientes após a colocação do garrote?

3.3. Refere o motivo pela qual o vaso sanguíneo se apresenta vazio entre os pontos H e O, apesar da pressão no ponto H continuar a ser mantida?

Apêndice B – Questionário de opinião aplicado antes da intervenção pedagógica

Questionário de opinião	
Disciplina: Biologia e Geologia	Ano letivo 2020/2021
Nome do aluno:	
Ano:	Turma: Data: / /
Professora: Catarina Castro	

O presente questionário tenciona conhecer a tua opinião acerca da importância das **atividades laboratoriais no ensino da Biologia e Geologia**. Ressalvo que devido ao atual contexto pandémico, a realização destas atividades encontra-se condicionada por um conjunto de constrangimentos que impedem a sua consecução, pelo que apelo que respondas às seguintes questões com base no contacto que mantiveste com o laboratório ao longo do teu percurso escolar.

Obrigada pela tua colaboração!

Grupo I

1. O que é para ti, uma atividade laboratorial?

2. Ao longo do teu percurso escolar, em que disciplinas realizaste atividades laboratoriais?

3. Com que frequência tinhas atividades laboratoriais na disciplina de Ciências Naturais? (Seleciona com um X a tua opção)

Nunca Raramente Poucas vezes Algumas vezes Sempre

4. Consideras que as atividades laboratoriais realizadas ao longo do teu percurso escolar, foram suficientes? (Seleciona com um X a tua opção)

Sim Não

4.1. Porquê?

5. Relativamente às atividades laboratoriais, consideras que as mesmas podem: (Seleciona com um X a(s) tua(s) opção(ões))

- a) Facilitar a aprendizagem _____
- b) Motivar para a aprendizagem _____
- c) Complementar a aprendizagem _____
- d) Auxiliar na compreensão e consolidação dos conteúdos abordados em sala de aula _____
- e) Desenvolver e estimular o interesse pelas ciências _____
- f) Servir de prática para a demonstração da teoria _____
- g) Outro motivo _____

5.1. Justifica a tua resposta, de acordo com a(s) opção(ões) assinalada(s).

6. Ao longo do teu percurso escolar, gostaste de ter aulas no laboratório? (Seleciona com um X a tua opção)

- Sim Não Indiferente

6.1. Porquê?

7. Qual(ais) a(s) tua(s) maior(es) dificuldade(s), quando tinhas aulas no laboratório?

8. A possibilidade de realizares atividades laboratoriais foi um dos motivos que te levou a escolher a disciplina de Biologia e Geologia? (Seleciona com um X a tua opção)

- Sim Não Indiferente

8.1. Porquê?

9. Sabes elaborar um relatório científico? (Seleciona com um X a tua opção)

- Sim Não

9.1. Se sim, refere os elementos que devem fazer parte da sua estrutura.

10. De que forma a ausência de atividades laboratoriais, resultante do atual contexto pandémico, tem tido impacto na tua aprendizagem? (Selecione com um X a(s) tua(s) opção(ões))

- a) Não tem prejudicado em nada, pois considero as aulas teóricas muito mais importantes _____
- b) Tem dificultado e/ou prejudicado o meu rendimento escolar _____
- c) Apenas prejudicará o meu desempenho no Exame Nacional _____
- d) Outro _____

10.1. Porquê?

Grupo II

11. Quando sabias que ias ter aulas práticas laboratoriais na disciplina de Ciências Naturais, realizavas alguma preparação prévia? (Selecione com um X a tua opção)

- Sim Não

11.1. Porquê?

12. Durante as atividades laboratoriais na disciplina de Ciências Naturais? (Selecione com um X a(s) tua(s) opção(ões))

a) O(a) professor(a) executava a atividade laboratorial _____

- Nunca Raramente Poucas vezes Algumas vezes Sempre

b) Eu executava a atividade laboratorial (individualmente) _____

- Nunca Raramente Poucas vezes Algumas vezes Sempre

c) Eu executava a atividade laboratorial (em grupo) _____

- Nunca Raramente Poucas vezes Algumas vezes Sempre

d) Outro _____

- Nunca Raramente Poucas vezes Algumas vezes Sempre

12.1. Qual a tua opinião acerca do procedimento seguido.

13. Durante as aulas práticas laboratoriais na disciplina de Ciências Naturais? (Selecione com um X a tua opção)

a) O(a) professor(a) fornecia um protocolo elaborado por ele _____

- Nunca Raramente Poucas vezes Algumas vezes Sempre

b) O(a) professor(a) indicava o protocolo incluído no manual _____

Nunca Raramente Poucas vezes Algumas vezes Sempre

c) O(a) professor(a) não fornecia qualquer protocolo _____

Nunca Raramente Poucas vezes Algumas vezes Sempre

d) O(a) professor(a) solicitava que elaborássemos o protocolo _____

Nunca Raramente Poucas vezes Algumas vezes Sempre

e) Outro _____

Nunca Raramente Poucas vezes Algumas vezes Sempre

13.1. Qual a tua opinião acerca do procedimento seguido pelo professor.

14. Durante as aulas práticas laboratoriais na disciplina de Ciências Naturais, como eras normalmente avaliado(a)? (Seleciona com um X a tua opção)

a) Apenas pela minha participação _____

b) Entrega de um relatório escrito (individual) _____

c) Entrega de um relatório escrito (em grupo) _____

d) Outro _____

14.1. Qual a tua opinião acerca do modo como era realizada a avaliação.

15. Recordas-te de alguma atividade laboratorial na disciplina de Ciências Naturais que tenhas gostado de fazer? (Seleciona com um X a tua opção)

Sim Não

15.1. Se sim, descreve-a.

Parte 2

Com o objetivo de compreender melhor o mecanismo de ascensão de seiva bruta no xilema, sugerimos a realização do seguinte procedimento laboratorial:

Material

• 3 flores com pétalas brancas (e.g.: rosas)	• Vareta de vidro
• 3 gobelés ou tubos de ensaio	• Tesoura ou x-ato
• Corante alimentar de cores diferentes (azul e vermelho)	• 3 etiquetas
• Água da torneira	• Marcador preto

Procedimento

1. Etiquetar os gobelés A, B e C.
2. Colocar a mesma quantidade de água em cada um deles.
3. De seguida, adicionar 30 gotas de corante azul no gobelé A e 30 gotas de corante vermelho no gobelé B.
4. Misturar muito bem as duas soluções (A e B) com o auxílio da vareta de vidro, para que os corantes adicionados se dissolvam completamente.
5. Retirar todas as folhas dos talos das rosas.
6. Efetuar um corte transversal com o auxílio da tesoura em cada um dos talos das rosas (deixar uma distância de aproximadamente 10 - 15 cm das flores).
7. Por fim, colocar os talos das rosas, aleatoriamente, dentro de cada um dos gobelés A, B e C: gobelé A (solução corada de azul), gobelé B (solução corada de vermelho) e gobelé C (contém apenas água), durante cerca de 45 minutos e registar os resultados obtidos no teu caderno.

Parte 3

1. Interpreta os resultados obtidos.

2. Discute juntamente com os teus colegas e professora a interpretação que fizeste acerca dos resultados obtidos.
3. Regista as conclusões a que chegaste após a discussão dos resultados.

4. Compara os resultados obtidos com a tua previsão inicial explicitada em 3 (Parte 1).

5. Elabora um pequeno relatório científico para esta atividade.

Grupo II

Parte 1: Questão-Problema

1. As experiências realizadas pelo botânico alemão Eduard Strasburger não foram totalmente conclusivas. A questão que ainda se coloca é: Que mecanismos determinam o transporte de seiva bruta no xilema?

Parte 2

Com o objetivo de dar resposta à questão anterior, lê e observa com atenção as seguintes situações-problema:

Situação-problema 1

- Cortou-se a parte aérea de uma planta envasada, pouco acima do solo.
- Inseriu-se um tubo flexível no topo do caule cortado e ligou-se a um manómetro¹.

¹ instrumento utilizado para medir a pressão de fluidos contidos em recipientes fechados.

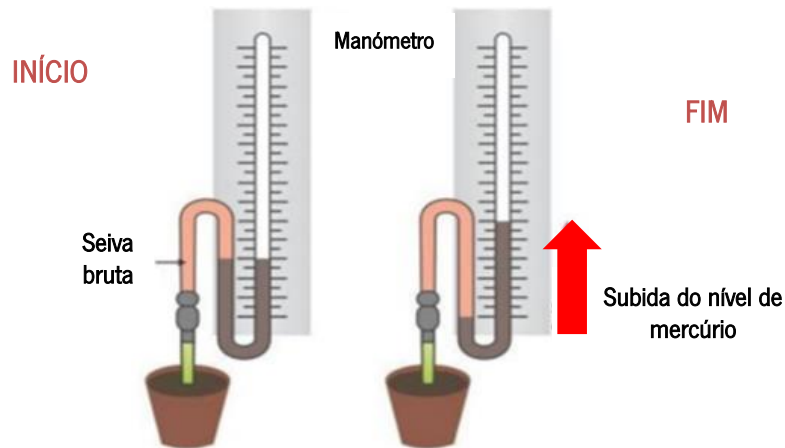


Figura 2 – Dispositivo experimental

Situação-problema 2

A Dona Ana comprou uma planta envasada numa floricultura, que vinha com um dos seus ramos envolvido num saco plástico e amarrado numa das extremidades, de acordo com a Figura 3. Quando chegou a casa, a D. Ana achou por bem regar a sua nova planta, e colocou-a no parapeito da janela da cozinha enquanto fazia o almoço. Quando acabou de almoçar, a senhora retirou o saco plástico da planta, e reparou que a sua parte interna estava coberta de inúmeras gotículas de água.

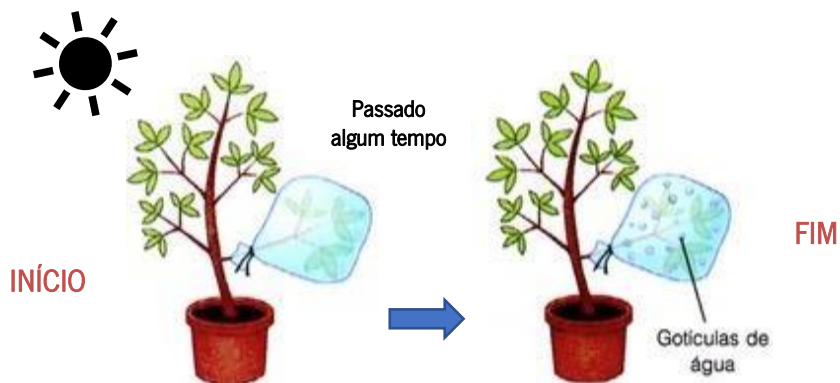


Figura 3: Planta envasada (início) versus planta envasada (fim)

Parte 3

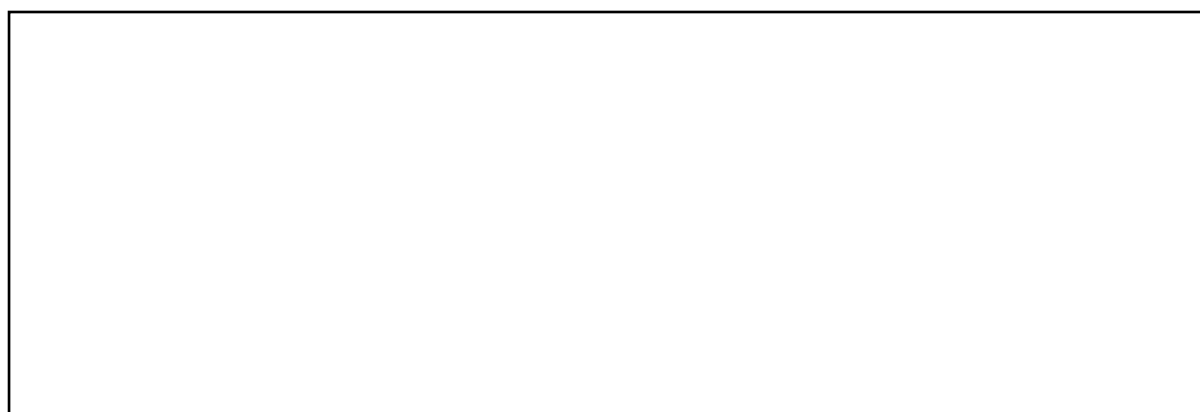
1. Relativamente à situação 1, de que forma justificas a subida do nível de mercúrio no dispositivo experimental, no fim da experiência?

2. Formula uma hipótese explicativa para os resultados obtidos na situação 1.

3. Relativamente à situação 2, de que forma justificas o aparecimento de gotículas de água no interior do saco plástico?

4. Na tua opinião, consideras que existe relação entre o aparecimento de gotículas de água no interior do saco plástico e a quantidade de água deitada na planta, quando a D. Ana a regou? Justifica a tua resposta.

5. Com base no que observas na situação 2, faz um desenho esquemático que indique o caminho que a água percorre desde o solo, até à formação de gotículas de água no interior do saco plástico.



6. Formula uma hipótese explicativa para os resultados obtidos na situação 2.

7. Discute as tuas hipóteses juntamente com os teus colegas e professora. Regista as conclusões a que chegaram.

8. Compara a tua previsão inicial com as conclusões a que chegaram.

Parte 2

Com o objetivo de compreender melhor como é constituído o coração de um mamífero, sugerimos a realização do seguinte procedimento laboratorial:

Material

• Coração de um mamífero (e.g.: porco)	• Tesoura
• Tabuleiro de dissecação	• Pinças
• Luvas descartáveis	• Agulha de dissecação
• Bisturi	• Sondas caneladas

Procedimento

I - MORFOLOGIA EXTERNA DO CORAÇÃO

1. Calçar as luvas e colocar o coração em cima do tabuleiro.
2. Observar a forma externa do coração, identificando o lado esquerdo e o lado direito.
3. Identificar as aurículas e os ventrículos.
4. Com a ajuda da sonda canelada, identificar as artérias e as veias e observar a espessura das suas paredes.
5. Registar as observações efetuadas.

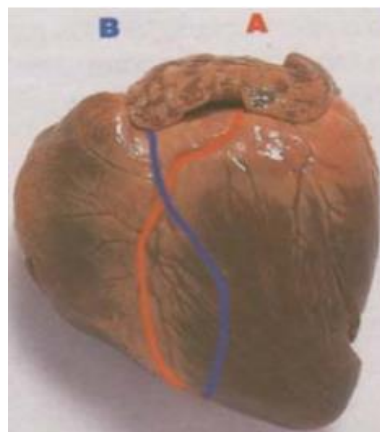
- **Regista, através de desenho legendado, tudo aquilo que te foi sugerido que observasses e referido nos pontos anteriores.**

(Nota: podes sempre registar os resultados em fotografia, mas não te esqueças de os legendar. Todos estes elementos deverão constar do teu relatório final).



II – MORFOLOGIA INTERNA DO CORAÇÃO

1. Introduzir a sonda canelada na artéria pulmonar e com a ajuda do bisturi e da tesoura, cortar o coração a partir da artéria pulmonar até ao ventrículo direito (**linha A**).
2. Cortar a veia cava superior e prolongar a incisão até à aurícula direita.
3. Cortar a artéria aorta até ao ventrículo esquerdo (**linha B**).
4. Observar o interior do coração, identificando as aurículas e os ventrículos em cada um dos lados.
5. Analisar a forma e a disposição das válvulas.
6. Analisar a espessura da parede muscular das diferentes cavidades do coração.
7. Referir o sentido da circulação do sangue no interior do coração.
8. Registrar as observações efetuadas.



- **Regista, através de desenho legendado, tudo aquilo que te foi sugerido que observasses e referido nos pontos anteriores.**

(Nota: podes sempre registar os resultados em fotografia, mas não te esqueças de os legendar. Todos estes elementos deverão constar do teu relatório final).

Parte 3

Discussão dos resultados obtidos

1. Com base nas observações efetuadas, responde às seguintes questões sobre a morfologia externa do coração:

1.1. Compara as aurículas e os ventrículos relativamente à:

1.1.1. Dimensão das cavidades.

1.1.2. Espessura das paredes.

1.2. Compara a espessura da parede do ventrículo direito com a do ventrículo esquerdo e apresenta uma possível razão para essa diferença.

2. Relaciona a espessura das paredes das artérias e das veias, com a função desempenhada por estes vasos sanguíneos.

3. Com base nas observações efetuadas, responde às seguintes questões sobre a morfologia interna do coração:

3.1. Qual a função das válvulas existentes no início da artéria pulmonar e artéria aorta?

3.2. Compara as válvulas auriculoventriculares direita e esquerda entre si, e relaciona o seu aspeto com a respetiva designação.

4. Compara as conclusões a que chegaste com a previsão inicial explicitada em 1 e 2 (parte 1), salientando semelhanças e diferenças.

5. Elabora um pequeno relatório científico para esta atividade.

- d) Não _____
- e) Indiferente _____

4.1. Justificação.

5. As atividades laboratoriais permitiram-me aprender os conteúdos de forma mais interessante? (Selecione com um X a tua opção)

- a) Sim, ambas as atividades _____
- b) Sim, mas apenas a atividade referente ao "transporte nas plantas" _____
- c) Sim, mas apenas a atividade referente ao "transporte nos animais" _____
- d) Não _____
- e) Indiferente _____

5.1. Justificação.

6. Apesar de ter sido a professora a executar os procedimentos das atividades laboratoriais, a minha motivação em aprender os conteúdos aumentou? (Selecione com um X a tua opção)

- a) Sim, ambas as atividades _____
- b) Sim, mas apenas a atividade referente ao "transporte nas plantas" _____
- c) Sim, mas apenas a atividade referente ao "transporte nos animais" _____
- d) Não _____
- e) Indiferente _____

6.1. Justificação.

7. As atividades laboratoriais incorporadas durante as aulas de Biologia e Geologia, aumentaram o meu interesse pela disciplina? (Selecione com um X a tua opção)

- a) Sim, ambas as atividades _____
- b) Sim, mas apenas a atividade referente ao "transporte nas plantas" _____
- c) Sim, mas apenas a atividade referente ao "transporte nos animais" _____
- d) Não _____
- e) Indiferente _____

7.1. Justificação.

8. As atividades laboratoriais aumentaram a minha participação durante as aulas? (Selecione com um X a tua opção)

- a) Sim, ambas as atividades _____
- b) Sim, mas apenas a atividade referente ao "transporte nas plantas" _____
- c) Sim, mas apenas a atividade referente ao "transporte nos animais" _____
- d) Não _____
- e) Indiferente _____

8.1. Justificação.

9. A forma como as atividades laboratoriais foram concretizadas, é uma ótima alternativa no atual contexto pandémico e deviam ser incorporadas mais vezes durante as aulas? (Selecione com um X a tua opção)

- a) Sim, ambas as atividades _____
- b) Sim, mas apenas a atividade referente ao "transporte nas plantas" _____
- c) Sim, mas apenas a atividade referente ao "transporte nos animais" _____
- d) Não _____
- e) Sem opinião _____

9.1. Justificação.

10. Na avaliação das aprendizagens resultantes da realização de atividades laboratoriais, tiveste de elaborar um relatório científico tradicional e um relatório científico *V de Gowin*. Se pudesses escolher, gostarias de ter sido avaliado(a) de outra forma durante as aulas práticas laboratoriais? (Selecione com um X a tua opção)

- a) Não, eu gostei de ter sido avaliado(a) através de ambos os tipos de relatórios científicos _____
- b) Sim, porque eu apenas gostei de ser sido avaliado(a) através do relatório científico tradicional _____
- c) Sim, porque eu apenas gostei de ser sido avaliado(a) através do relatório científico *V de Gowin* _____
- d) Sim, eu tinha mudado por completo a forma como fui avaliado(a) _____, qual?

10.1. Justificação da tua opção.

Grupo II

11. Durante a elaboração dos relatórios científicos, aquilo em que tive maior dificuldade foi?

Relatório científico tradicional	Relatório científico <i>V de Gowin</i>
Dificuldades:	Dificuldades:

12. Se pudesse mudar alguma coisa em cada uma das atividades laboratoriais realizadas, seria?

Atividade prática laboratorial "Transporte nas plantas"	Atividade prática laboratorial "Transporte nos animais"
Sugestões:	Sugestões:

Apêndice F – Critérios de avaliação dos relatórios científicos

Parâmetros	Definição dos parâmetros	Cotação
Capa	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Título – 4 valores ✓ Escola – 4 valores ✓ Disciplina – 4 valores ✓ Autor – 4 valores ✓ Data – 4 valores 	20 valores
Introdução	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Resumo da matéria – 20 valores ✓ Definição dos objetivos – 20 valores 	40 valores
Material e procedimento	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Lista de material – 10 valores ✓ Procedimento pela ordem efetuada – 10 valores 	20 valores
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Descrição dos resultados (todas as imagens utilizadas devem estar legendadas e as fontes referenciadas) – 20 valores 	20 valores
Discussão dos resultados	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Interpretação dos resultados (análise crítica com recurso a bibliografia de apoio) – 40 valores 	40 valores
Conclusão	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Síntese dos principais resultados obtidos – 16 valores ✓ Resposta ao problema inicial – 20 valores ✓ Resposta ao(s) objetivo(s) apresentado(s) – 14 valores 	50 valores
Bibliografia	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Enumeração das referências bibliográficas tal como solicitado durante as aulas – 10 valores 	10 valores
TOTAL		200 valores

Apêndice G – Classificação do desempenho pessoal dos alunos nos relatórios científicos

Alunos	Relatório científico tradicional <i>“Como ocorre o transporte de seiva bruta nas plantas?”</i>	Relatório científico <i>“V de Gowin”</i> <i>“Como é constituído o coração de um mamífero?”</i>
A1	159	158
A2	90	108
A3	85	18*
A4	176	126
A5	141	107
A6	190	177
A7	181	153
A8	165	115
A9	112	108
A10	113	129
A11	155	130
A12	150	144
A13	164	190
A14	54	135
A15	0**	0**
A16	122	142
A17	112	139
A18	149	152
A19	0**	0**
A20	123	102
A21	172	112
A22	163	154
A23	Contactar a professora via e-mail	
A24	166	105
A25	182	156
A26	105	0**
A27	131	129

*O aluno não fez o que era pedido.

**Os alunos não entregaram os relatórios científicos solicitados.