



**Maria Manuela  
Antunes Gameiro**

**Percursos Investigativos em Fotossíntese e  
Transpiração no E. Secundário**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Ensino de Geologia e Biologia, realizada sob a orientação científica do Doutor João António de Almeida Serôdio, Professor Auxiliar do Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro e co-orientação da Doutora Maria Conceição Lopes Vieira dos Santos, Professora Associada com Agregação do Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro.

Dedico este trabalho aos meus pais pelo incansável apoio.

## **O júri**

Presidente:

Prof. Doutor António José Arsénia Nogueira  
Professor Associado com Agregação da Universidade de Aveiro.

Vogais:

Prof. Doutora Maria da Conceição Lopes Vieira dos Santos  
Professora Associada com Agregação da Universidade de Aveiro. (Co-Orientadora)

Prof. Doutor Jorge Miguel Luz Marques da Silva  
Professor Auxiliar da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

Prof. Doutor João António de Almeida Serôdio  
Professor Auxiliar da Universidade de Aveiro. (Orientador)

## **Agradecimentos**

Agradeço a todos que tornaram possível este trabalho. Ao Professor João Serôdio e à professora Conceição Santos pelo acompanhamento ao longo do ano, pelas suas sugestões, correcções e incentivo. Às professoras de Biologia e Geologia da Escola Secundária de Henriques Nogueira pelo seu apoio e participação na acção formativa. À Filipa e à Lucília pela aplicação dos questionários e implementação dos percursos investigativos nas suas turmas. À Isabel e à João pelo incentivo, pela agradável companhia nas viagens para Aveiro e pela partilha de preocupações ao longo destes dois anos de duração do mestrado. Aos alunos que frequentaram a disciplina de Biologia e Geologia do 10º ano no Ano Lectivo de 2007/2008, principalmente às turmas A e B pelo preenchimento dos questionários e pela sua participação activa nas tarefas solicitadas. Ao Rodrigo, à Joana e ao Francisco que pela sua alegria contagiante me animaram em alturas de desânimo. E a todos os amigos e familiares que souberam respeitar o meu espaço e me deram a liberdade necessária para a construção deste meu projecto. A todos, muito obrigado!



**Palavras-chave**

Percursos Investigativos, Fotossíntese, Transpiração, Trabalho Laboratorial, Trabalho Colaborativo, Trabalho em pequeno grupo, Competências

**Resumo**

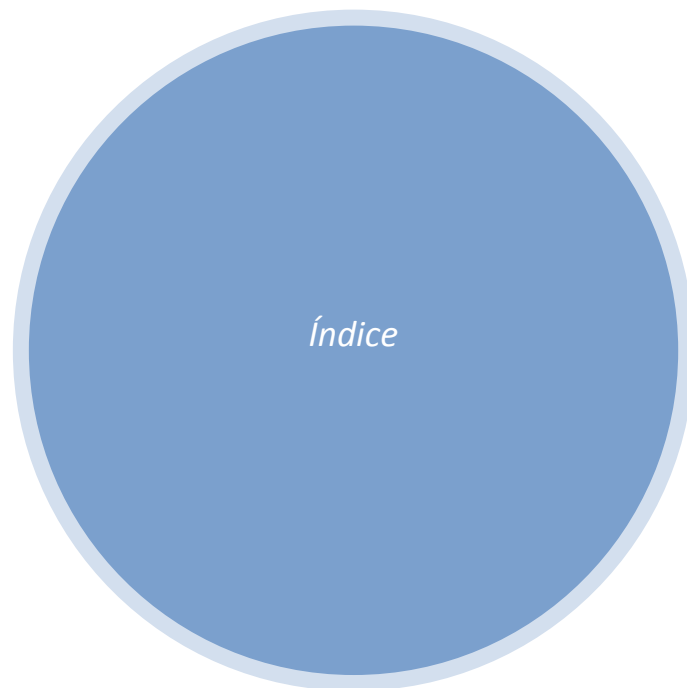
Este trabalho incide sobre o tema “ Percursos Investigativos em Fotossíntese e Transpiração no Ensino Secundário”. Visa a identificação de estratégias de como tornar a aprendizagem da Fotossíntese e Transpiração mais apelativa para os alunos do 10º ano do Ensino Secundário, bem como o desenho/construção de percursos investigativos e sua implementação. Os dados foram obtidos a partir de dois questionários por inquérito dirigido aos alunos (o 1º questionário foi administrado antes da construção/implementação dos percursos investigativos, o 2º questionário foi administrado após a leccionação de todos os conteúdos programáticos de Biologia de 10º ano), da observação e participação dos alunos nas aulas laboratoriais. Em sessão de trabalho para professores foram validados os percursos investigativos desenhados. A avaliação dos percursos investigativos pelos alunos permitiu determinar se estes modificaram as suas preferências acerca dos temas em estudo e/ou surtiram efeito no desenvolvimento de competências. Concluiu-se que há razões para considerar a implementação de percursos laboratoriais investigativos como uma metodologia motivadora no desenvolvimento das temáticas em estudo e para consultar os alunos quanto ao contributo dos percursos investigativos no desenvolvimento de competências.

**Keywords**

Investigating courses, Photosynthesis, Transpiration, Laboratory Work, Collaborating Work, Work in Small Groups, Competences

**Abstract**

This work is about the theme “Investigating Courses in Photosynthesis and Transpiration in Secondary School”. It aims to identify strategies of how to turn the learning of photosynthesis and transpiration more appealing to the 10<sup>th</sup> grade students, as well as the design/construction of investigating courses and their implementation. The data was obtained from two questionnaires by inquiry given to the students (the 1<sup>st</sup> questionnaire was given before the construction/implementation of the investigating courses, the 2<sup>nd</sup> questionnaire was given after the teaching of all the program contents of biology of the 10<sup>th</sup> grade) and also from the observation and participation of the students in the laboratorial classes. In a work session for teachers the investigating courses that were designed were validated. The evaluation of the investigating courses by the students allowed knowing if they modified their preferences about the study themes and/or if they were effective in the development of competences. The work reached the conclusion that there are reasons to considerer the implementation of investigating laboratorial courses as a motivating methodology in the development of the themes in study although and to consult the students as to the contribution of the investigating courses in the development of competences.



Índice

<b>Capítulo I – Problemática em Estudo .....</b>	<b>13</b>
1.1. Introdução .....	14
1.2. Bases teóricas que levaram à escolha do Tema .....	14
1.2.1. Trabalho laboratorial em ciências .....	14
1.2.2. O trabalho em pequenos grupos .....	17
1.2.3. Ensino por competências .....	18
1.3. Definição do problema em estudo .....	19
1.4. Objectivos do trabalho .....	21
1.5. Descrição da organização do trabalho .....	21
<b>Capítulo II – Revisão da Literatura .....</b>	<b>23</b>
2.1. Introdução .....	24
2.2. Fotossíntese .....	24
2.2.1. Importância biológica e breve historial .....	24
2.2.2. Cloroplastos e pigmentos fotossintéticos .....	27
2.2.3. Fase fotoquímica da Fotossíntese .....	30
2.2.4. Assimilação fotossintética do dióxido de carbono.....	31
2.3. Transporte de água nas plantas .....	32
2.3.1. Transpiração .....	32
2.3.2. Função dos estomas .....	34
2.3.3. Xilema .....	36
2.4. Técnicas laboratoriais usadas nos percursos investigativos .....	37
2.4.1. Algumas técnicas de microscopia .....	38
2.4.1.1. Preparações temporárias .....	38
2.4.1.2. Preparações definitivas – moldes .....	39
2.4.1.3. Método de “irrigação” .....	39
2.4.2. Cromatografia em papel .....	39
2.4.3. Teste do Lugol .....	41
<b>Capítulo III – Metodologia da Investigação .....</b>	<b>43</b>
3.1. Introdução .....	44
3.2. Descrição do estudo .....	45
3.3. Caracterização da população envolvida .....	45
3.4. Selecção das técnicas de investigação para a recolha de dados .....	46
3.5. Elaboração e validação dos instrumentos de recolha de dados .....	47
3.5.1. Elaboração dos questionários .....	48
3.5.1.1. Primeiro questionário .....	50
3.5.1.2. Segundo questionário .....	52
3.5. 2. Validação dos questionários .....	54
3.6. Procedimentos seguidos para a recolha de dados .....	54
3.7. Métodos utilizados na análise de dados .....	55

<b>Capítulo IV - Validação dos Guiões Laboratoriais</b> .....	56
4.1. Introdução.....	57
4.2. A Importância do trabalho colaborativo/cooperativo .....	59
4.3. Formação contínua de professores .....	60
4.4. Acção formativa .....	62
4.4.1. Objectivos .....	62
4.4.2. Metodologia .....	63
4.4.3. Resultados e discussão de resultados .....	64
4.4.4. Apresentação e análise de resultados do questionário administrado aos professores .....	68
<b>Capítulo V – Percursos Investigativos</b> .....	73
5.1. Introdução .....	74
5.2. Enquadramento das actividades no programa da disciplina de Biologia/Geologia de 10º ano .....	74
5.3. O “V” de Gowin na construção do conhecimento científico .....	78
5.4. Divulgação de trabalhos científicos por painel .....	80
5.5. A Implementação dos percursos investigativos .....	81
5.5.1. 1ª Actividade .....	82
5.5.2. 2ª Actividade .....	85
5.5.3. 3ª Actividade .....	87
5.5.4. 4ª Actividade .....	89
5.5.5. 5ª Actividade .....	90
5.5.6. 6ª Actividade .....	94
<b>Capítulo VI – Apresentação e análise dos resultados dos questionários administrados aos alunos</b> .....	96
6.1. Introdução .....	97
6.2. Descrição e análise de resultados .....	97
6.2.1. 1º Questionário .....	97
6.2.1.1. Idade .....	98
6.2.1.2. Modo preferido de trabalhar .....	98
6.2.1.3. Como aprende melhor .....	99
6.2.1.4. Utilização do computador .....	99
6.2.1.5. Importância do trabalho laboratorial para a profissão/curso que pretende seguir .....	100
6.2.1.6. Interesses dos alunos .....	101
6.2.1.7. Projecto ou trabalho científico desenvolvido .....	102
6.2.1.8. Área profissional que gostaria de seguir .....	104
6.2.1.9. Fontes de informação científica usadas .....	104
6.2.1.10. Papel da Ciência e Tecnologia na resolução de problemas ....	106
6.2.1.11. Aprendizagem da Ciência mais motivadora e eficiente para a integração dos jovens no Mundo actual .....	107

6.2.2. 2º Questionário .....	109
6.2.2.1. As actividades laboratoriais consideradas mais interessantes.	109
6.2.2.2. As actividades laboratoriais consideradas de mais difícil execução .....	110
6.2.2.3. Competências desenvolvidas na 1ª Actividade .....	111
6.2.2.4. Competências desenvolvidas na 2ª Actividade .....	113
6.2.2.5. Competências desenvolvidas na 3ª Actividade .....	116
6.2.2.6. Competências desenvolvidas na 4ª Actividade .....	119
6.2.2.7. Competências desenvolvidas na 5ª Actividade .....	121
6.2.2.8. Competências desenvolvidas na 6ª Actividade .....	124
6.2.3. Apresentação e análise de resultados dos dois questionários acerca dos temas preferidos pelos alunos na área da Biologia .....	127
6.2.4. Apresentação e análise de resultados de respostas dadas nos dois questionários relativos às questões sobre Fotossíntese e Transpiração .....	129
<b>Capítulo VII – Discussão Geral e Sugestões Educacionais .....</b>	<b>137</b>
<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>144</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>151</b>
Anexo I – Primeiro questionário administrado aos alunos .....	152
Anexo II – Segundo questionário administrado aos alunos .....	158
Anexo III – Carta à Presidente do Conselho Executivo da Escola Secundária .....	168
Anexo IV – Guião dos percursos investigativos desenvolvidos na acção de formação para os professores .....	169
Anexo V - Proposta de desenvolvimento dos percursos investigativos .....	180
Anexo VI – Representação gráfica de resultados das questões relativas à Fotossíntese e Transpiração dos dois questionários administrados aos alunos .....	194
Anexo VII – Tabelas de resultados dos questionários administrados aos alunos .....	201
Anexo VIII – Representação gráfica de resultados relativos aos temas de biologia preferidos pelos alunos dos questionários administrados aos alunos .....	217
Anexo IX – Questionário aos professores .....	219
<b>Índice de Figuras:</b>	
FIGURA II – 1. Fotografia de imagem obtida ao Microscópio Óptico de cloroplastos de <i>Elodea</i> sp. (640x) .....	27
FIGURA II – 2. Estrutura da clorofila <i>a</i> adaptado de Lehninger (1982).....	28
FIGURA II – 3. Estrutura do $\alpha$ – caroteno adaptado de Teixeira et al. (1983) .....	29
FIGURA II – 4. Fotografia de imagem obtida ao M.O. de epiderme de caule de tradescância com estoma (640x) .....	34
FIGURA II – 5. Fotografias de elementos dos vasos com espessamento de lenhina (M.O.) (640x).	37
FIGURA II – 6. Cromatograma com bandas correspondentes aos pigmentos fotossintéticos de	

uma planta .....	40
FIGURA II – 7. Fotografia de folhas de sardineira submetidas ao teste do Lugol .....	42
FIGURA IV – 1. Professores participantes na sessão de trabalho validando os guiões laboratoriais.....	64
FIGURA V – 1. O esquema de “V” de Gowin usado.....	79
FIGURA V – 2. Alunos executando a actividade .....	84
FIGURA V – 3. Os alunos executam a experiência planificada no ponto B do guião .....	84
FIGURA V – 4. Etapas do procedimento efectuado pelos alunos e respectivo cromatograma ...	86
FIGURA V – 5. Material usado na 3ª Actividade .....	88
FIGURA V – 6. As várias etapas do procedimento que envolveram aquecimento .....	88
FIGURA V – 7. A realização do teste do Lugol .....	88
FIGURA V – 8. Alunos esquematizando as observações .....	90
FIGURA V – 9. Recolha de folhas de plantas no Jardim da Escola .....	91
FIGURA V – 10. Revestimento da página inferior com verniz de plantas seleccionadas .....	91
FIGURA V – 11. Etapas de colagem na realização de moldes .....	92
FIGURA V – 12. Moldes obtidos usando várias espécies vegetais .....	92
FIGURA V – 13. Esquematizando e legendando observações .....	92
FIGURA V – 14. Usando suporte informático na pesquisa para elaboração do painel .....	93
FIGURA V – 15. Planificando o painel .....	93
FIGURA V – 16. Exemplos de painéis construídos .....	93
FIGURA V – 17. Obtendo epiderme de caule de tradescância .....	95
FIGURA V – 18. Montagem e observação de preparações ao M.O. ....	95
FIGURA VI – 1. Idade dos inquiridos .....	98
FIGURA VI – 2. Modo preferido de trabalhar .....	98
FIGURA VI – 3. Como aprende melhor .....	99
FIGURA VI – 4. Modo de utilizar o computador .....	100
FIGURA VI – 5. A importância do trabalho laboratorial .....	101
FIGURA VI – 6. Interesses dos inquiridos .....	101
FIGURA VI – 7. Diagnóstico da realização de projectos .....	102
FIGURA VI – 8. Preferências nas escolhas profissionais .....	104
FIGURA VI – 9. Fontes de informação científica usadas pelos inquiridos .....	105
FIGURA VI – 10. Importância da Ciência e Tecnologia na resolução de problemas .....	106
FIGURA VI – 11. Preferências metodológicas dos inquiridos .....	108
FIGURA VI – 12. Avaliação do interesse das actividades laboratoriais pelos alunos .....	109
FIGURA VI – 13. Avaliação da dificuldade das actividades laboratoriais pelos alunos .....	110
FIGURA VI – 14. Avaliação das competências conceptuais da 1ª actividade pelos alunos .....	111
FIGURA VI – 15. Avaliação das competências procedimentais da 1ª actividade pelos alunos .....	112
FIGURA VI – 16. Avaliação das competências atitudinais da 1ª actividade pelos alunos .....	113
FIGURA VI – 17. Avaliação das competências conceptuais da 2ª actividade pelos alunos .....	114
FIGURA VI – 18. Avaliação das competências procedimentais da 2ª actividade pelos alunos .....	114
FIGURA VI – 19. Avaliação das competências atitudinais da 2ª actividade pelos alunos .....	115
FIGURA VI – 20. Avaliação das competências conceptuais da 3ª actividade pelos alunos .....	116
FIGURA VI – 21. Avaliação das competências procedimentais da 3ª actividade pelos alunos .....	117

FIGURA VI – 22. Avaliação das competências atitudinais da 3ª actividade pelos alunos .....	118
FIGURA VI – 23. Avaliação das competências conceptuais da 4ª actividade pelos alunos .....	119
FIGURA VI – 24. Avaliação das competências procedimentais da 4ª actividade pelos alunos .....	120
FIGURA VI – 25. Avaliação das competências atitudinais da 4ª actividade pelos alunos .....	120
FIGURA VI – 26. Avaliação das competências conceptuais da 5ª actividade pelos alunos .....	121
FIGURA VI – 27. Avaliação das competências procedimentais da 5ª actividade pelos alunos .....	122
FIGURA VI – 28. Avaliação das competências atitudinais da 5ª actividade pelos alunos .....	123
FIGURA VI – 29. Avaliação das competências conceptuais da 6ª actividade pelos alunos .....	124
FIGURA VI – 30. Avaliação das competências procedimentais da 6ª actividade pelos alunos .....	125
FIGURA VI – 31. Avaliação das competências atitudinais da 6ª actividade pelos alunos .....	125
FIGURA VI – 32. Resultados relativos ao parâmetro “interessa-me muito” .....	127
FIGURA VI – 33. Percentagem de respostas correctas .....	134

### Índice de Tabelas:

TABELA I – 1. Tipologia de actividades laboratoriais (adaptado de Leite, 2001) .....	15
TABELA III – 1. Tipo de pergunta do primeiro questionário e objectivos inerentes a cada pergunta .....	51
TABELA III – 2. Tipo de pergunta do segundo questionário e objectivos inerentes a cada pergunta .....	53
TABELA IV – 1. Preferências dos alunos segundo as percepções dos professores participantes na acção formativa .....	69
TABELA IV – 2. Preferências dos alunos pelas actividades desenvolvidas segundo as percepções dos professores participantes na acção formativa .....	70
TABELA IV – 3. Frequência de diferentes tipos de actividades laboratoriais usadas pelos professores participantes na acção formativa. ....	70
TABELA IV – 4. Frequência de utilização de diferentes tipos de guiões laboratoriais pelos professores participantes na acção formativa .....	71
TABELA V – 1. Enquadramento das actividades laboratoriais no programa de Biologia do 10º ano .....	76
TABELA VI – 1. Projecto ou trabalho científico desenvolvido pelos alunos .....	103
TABELA VI – 2. Percentagem de graus de interesses relativos aos temas biológicos leccionados no 10º ano .....	128
TABELA VI – 3. Percentagem de respostas dadas às opções da questão 6.2.4.1 .....	130
TABELA VI – 4. Percentagem de respostas dadas às opções da questão 6.2.4.2 .....	130
TABELA VI – 5. Percentagem de respostas dadas às opções da questão 6.2.4.3 .....	131
TABELA VI – 6. Percentagem de respostas dadas às opções da questão 6.2.4.4 .....	132
TABELA VI – 7. Percentagem de respostas dadas às opções da questão 6.2.4.5 .....	132
TABELA VI – 8. Percentagem de respostas dadas às opções da questão 6.2.4.6 .....	133
TABELA VI – 9. Percentagem de respostas dadas às opções da questão 6.2.4.7 .....	135





*CAPÍTULO I - PROBLEMÁTICA EM  
ESTUDO*

### **1.1. Introdução**

Este primeiro capítulo tem como objectivo contextualizar a presente investigação e apresentar o problema em estudo realizado no âmbito deste Mestrado. O Enquadramento da Investigação incide em aspectos relacionados com as bases teóricas que levaram à selecção do tema, como o trabalho laboratorial em Ciências, o trabalho em pequenos grupos e o ensino por competências. De seguida, define-se o problema em estudo, assim como algumas questões que levaram à sua formulação e os objectivos que se propõe atingir neste trabalho de investigação. Por último, descreve-se a organização do trabalho.

### **1.2. Bases teóricas que levaram à selecção do tema**

Do ponto de vista educativo, a Biologia deve ser encarada como fundamental na formação geral do cidadão. A liberdade de formular opções depende do seu grau de literacia, em particular em Biologia. O futuro da espécie humana e do ambiente está dependente da aquisição de um sólido conjunto de conhecimentos biológicos. As novas funções e estatuto dos professores implicam que se reflecta como conciliar os interesses, as necessidades e os saberes prévios dos alunos, condição essencial para construção de conhecimento pelos alunos e para que esse conhecimento seja eficaz no crescimento sustentável da sociedade.

Como dizem Canavarro (2000), Venâncio e Otero (2002) e Postic (2007), o professor de hoje não pode centrar-se na transmissão de conteúdos programáticos pré-estabelecidos, mas na dinamização da construção do conhecimento pelos próprios alunos de forma simultaneamente individualizada, personalizada e participada, através de estratégias e práticas que permitam ensinar a expor ideias, a argumentar, discutir e trabalhar em conjunto. Esta estratégia promoverá o sucesso dos alunos e reduzir a diferença entre eles, levando-os a atingir altos níveis das suas capacidades.

É, portanto, fundamental articular ensino/aprendizagem numa perspectiva inovadora, como por exemplo, no uso de estratégias capazes de potenciar experiências de aprendizagem, a partir das quais se valorize o protagonismo dos alunos como produtores de saber, se favoreça a construção de situações de trabalho significativas e se estimulem as relações interpessoais, isto é possível, através da realização de trabalho laboratorial de cariz investigativo.

De seguida, apresenta-se uma breve síntese sobre trabalho laboratorial em Ciências, trabalho em pequenos grupos e ensino por competências, aspectos explorados no âmbito deste trabalho de investigação.

#### **1.2.1. Trabalho laboratorial em Ciências**

Existe alguma controvérsia na definição de trabalho laboratorial. Leite (2001) baseado em Hodson (1988), diz que este trabalho envolve actividades com o uso de material de laboratório e tem lugar num laboratório ou numa sala normal com condições para tal e está inserido no

trabalho prático, uma vez que o último inclui todas as actividades que exigem participação activa do aluno. Difere do trabalho experimental que pode ser laboratorial/campo, pois o trabalho experimental insere actividades que envolvem o controlo e manipulação de variáveis.

São quatro os domínios de objectivos que o trabalho laboratorial poderá desenvolver (Hodson, 1993; Leite, 2001; Dourado, 2006): o domínio das atitudes (por exemplo: motivar os alunos; estimular a cooperação entre os alunos); o domínio procedimental (por exemplo: desenvolver capacidades de observação; dominar técnicas laboratoriais); o domínio conceptual (por exemplo: adquirir conceitos; explicar fenómenos); e o domínio da metodologia científica (por exemplo: revolver problemas). Lopes (2003) descreve uma evolução conceptual dos alunos através da realização de actividades laboratoriais.

Leite (2001) estabeleceu uma relação entre o tipo de actividades laboratoriais e os domínios de objectivos a atingir, sintetizada a partir de propostas definidas por vários autores, como é apresentada na tabela I-1.

Tabela I-1 – Tipologia de actividades laboratoriais adaptado de Leite (2001).

Domínio de Objectivos		Tipo de Actividades
Procedimental		<ul style="list-style-type: none"> <li>Exercícios</li> </ul>
Conceptual	Reforço	<ul style="list-style-type: none"> <li>Experiências para a aquisição de sensibilidade acerca de fenómenos</li> <li>Experiências ilustrativas</li> </ul>
	Construção	<ul style="list-style-type: none"> <li>Experiências orientadas para a determinação do que acontece</li> <li>Investigação</li> </ul>
	Reconstrução	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prevê-Observa-Explica-Reflecte (P.O.E.R) (procedimento apresentado)</li> <li>Prevê-Observa-Explica-Reflecte (P.O.E.R) (procedimento a ser definido pelo aluno)</li> </ul>
Metodologia Científica		<ul style="list-style-type: none"> <li>Investigações</li> </ul>

Segundo a autora acima citada, os objectivos de domínio atitudinal são atingidos através da realização de qualquer dos tipos de actividades apresentados na tabela I-1. As actividades do tipo de exercício permitem a aprendizagem de técnicas laboratoriais e a aprendizagem da metodologia científica exige a realização de investigações. Leite (2001) refere ainda que a realização de investigações requer o desenvolvimento de competências de resolução de

problemas. No contexto laboratorial, no que respeita à aprendizagem de conhecimento conceptual, segundo a autora, vários casos se podem dar:

- *“O conhecimento pode ter sido previamente apresentado aos alunos e a actividade serve para confirmar esse conhecimento ou para concretizá-lo (experiências ilustrativas) ou para dar uma noção mais exacta do fenómeno ou das características dos materiais (experiências para aquisição de sensibilidade acerca de fenómenos);*
- *A actividade serve como ponto de partida para a construção de conhecimento conceptual que só posteriormente vai surgir. Isto pode fazer-se à custa de actividades de resolução de problemas (ou seja, investigações) ou de actividades altamente estruturadas, que conduzem o aluno ao (provavelmente) único resultado possível (experiências orientadas para a determinação do que acontece);*
- *A actividade serve para promover a reconstrução das ideias que os alunos possuem sobre um dado assunto que precisam de testar, a fim de encontrarem dados que suportem ou que as ponham em causa (prevê-observa-explica-reflete). Nestas actividades o procedimento laboratorial pode, ou não, ser dado ao aluno, mas tem sempre que ser este a fazer previsões fundamentadas, a interpretar os dados, a tirar as conclusões e a comparar as previsões com essas mesmas conclusões” (Leite 2001, p. 91).*

Num processo investigativo, como afirmam vários autores (Canavarro, 2001; Leite, 2001; Galvão et al., 2006) os alunos analisam um problema, planificam, implementam experimentação, recolhem informação, organizam e analisam os resultados e os comunicam. A procura de solução no trabalho laboratorial leva ao desenvolvimento e à utilização de competências científicas que promovem o desenvolvimento da capacidade de resolver problemas, de raciocínio, do pensamento crítico e auto aprendizagem dos alunos. Assim, como argumentam Galvão et al. (2006) as actividades laboratoriais de vertente investigativa permitem o desenvolvimento de competências nos alunos que lhes permitem compreender a natureza investigativa das Ciências.

Por conseguinte, neste trabalho são desenvolvidas actividades laboratoriais de cariz investigativo, uma vez que os alunos se confrontam com uma situação problemática, fazem previsões acerca de um problema, planificam estratégias de resolução e analisam os dados recolhidos com o objectivo de tentar encontrar resposta ao problema. As actividades laboratoriais são organizadas de modo a que os alunos tenham, não só que usar conhecimentos, conceptuais e procedimentais, mas também tomar decisões durante a actividade; as actividades têm coerência interna, ou seja, o objectivo da actividade é claro e o procedimento adequado para o alcançar.

A escola rentabiliza os seus recursos usando frequentemente os equipamentos laboratoriais promovendo o sucesso dos seus alunos, tal como citado em Dourado (2006), *“diversos autores ... consideram que a educação científica fica incompleta se não incluir a realização de alguma actividade no laboratório.”* (Dourado 2006, p.293), mas como afirma Leite (2001), *“ não é tanto a quantidade de trabalho laboratorial que é importante mas mais a qualidade desse trabalho.”* (Leite 2001, p.96).

### 1.2.2. O trabalho em pequenos grupos

Quando dois ou mais alunos se juntam para a aprendizagem, existem interações e dinâmicas que necessitam de orientação do professor.

O trabalho de grupo é essencial para construção do conhecimento dos alunos, uma vez que como diz Vygotsky citado em Mintzes et al. (2000),

*“ a natureza sociocultural da aprendizagem sugere que o trabalho com outros indivíduos é uma componente crítica do processo da concentração do conhecimento... Os elementos de um grupo podem apoiar o conhecimento sobre a construção uns dos outros e ao trabalharem em conjunto criarem um produto que é melhor do que seria se construído individualmente...”*(Mintzes et al., 2000, p.234).

Também, Fontes e Freixo (2004) realçam que o trabalho em pequenos grupos promove a aprendizagem cooperativa e apresentam sinteticamente aspectos de cooperação definidos por Johnson e Johnson (1999) essenciais para a aprendizagem, como:

*“ Os alunos da turma formam pequenos grupos preferencialmente heterogéneos, de forma que todos aprendam os conteúdos e as atitudes previamente estabelecidas; Os alunos estimulam e incentivam o êxito de todos e de cada um. Discutem os conteúdos entre si, procuram soluções para a realização da actividade, escutam as explicações e opiniões dos colegas, esforçam-se mutuamente quer a nível da aquisição de conhecimentos quer no desenvolvimento de competências e aptidões. Esta interação deve verificar-se tanto dentro do grupo como entre os diferentes grupos”* (Fontes e Freixo, 2004, p.28).

No mesmo sentido, Jones e Carter (2000) defendem que os grupos pequenos podem possibilitar aos alunos a partilha de ideias e experiências, a discussão de hipóteses e desenvolvimento de compreensões de perspectivas diferentes. Os elementos de um grupo podem mediar a aprendizagem uns dos outros, diferente dos métodos dos professores. Os alunos podem ajudar-se mutuamente no planeamento e execução dos percursos investigativos. Um elemento do grupo pode ajudar outro, à medida que seleccionam e usam ferramentas científicas para recolher e analisar dados. Quando um aluno encontra dificuldades, um elemento do grupo pode apoiar ou fornecer uma estrutura complementar à tarefa de aprendizagem para a tornar acessível ao outro, com vista a que o colega a use na construção do conhecimento. A verbalização das ideias e estratégias quando os alunos trabalham juntos é mediadora da aprendizagem, segundo os mesmos autores. Também, no grupo os alunos aprendem a valorizar os talentos, capacidades, aptidões e diversidade de opiniões dos elementos do grupo. Logo, os elementos de um grupo podem ajudar-se na utilização das ferramentas em Ciências, ou seja, os alunos com mais experiência podem facilitar a construção do conhecimento dos alunos com menos experiência, ao ajudá-los a concentrarem-se na utilização correcta da ferramenta para criar significado, como por exemplo ao usar o microscópio para desenvolver o conhecimento sobre a

célula, verificando-se assim, uma interdependência positiva, tal como dizem Fontes e Freixo (2004), *“não podemos ter sucesso sem os outros”*.

As actividades práticas de carácter investigativo podem envolver aspectos que tornam os processos interactivos aliciantes, pois fomentam a discussão entre os diversos elementos dos grupos, tal como afirmam Borges e César (2001). Assim, segundo os mesmos autores, actividades didácticas que promovam as interações sociais, como as que envolvam activamente os alunos em experiências concretas, podem favorecer os desempenhos dos alunos, ajudando-os a desenvolver capacidades e a mobilizar competências fundamentais para a sua formação e para o desenvolvimento de uma cidadania responsável e participativa.

### **1.2.3. Ensino por Competências**

Philippe Perrenoud citado em Roldão (2005) define competência como “um saber em uso”. Para Roldão (2005) competência envolve *“saber que se traduz na capacidade efectiva de utilização e manejo – intelectual, verbal ou prático – e não a conteúdos acumulados com os quais não sabemos nem agir no concreto, nem fazer qualquer operação mental ou resolver qualquer situação nem pensar com eles”* (Roldão, 2005, p.20). Por outro lado Le Boterf (1994, 1997) citado em Roldão (2005) sustenta que *“competência é um conceito sistémico, uma organização inteligente e activa de conhecimentos adquiridos, apropriados por um sujeito, e postos em confronto activo com situações e problemas”* (Roldão, 2005, p.24). É esta, a definição de competência que mais se coaduna com este trabalho.

Os objectivos gerais apresentados no programa da disciplina de Biologia para o 10º e 11º ano de escolaridade visam, a par da aquisição, pelos alunos, de um sólido conjunto de conhecimentos e de competências científicas, contribuir para o reforço das capacidades de abstracção, experimentação, trabalho em equipa, ponderação e sentido de responsabilidade que permitirá o desenvolvimento de competências que caracterizam a Biologia como Ciência. Deste modo destacam-se os seguintes aspectos:

- *“ Promover um esforço acrescido de abstracção e de raciocínio lógico e crítico que alicerce o desenvolvimento de competências que permitam simplificar, ordenar, interpretar e reestruturar a aparente desordem de informações emergentes da elevada complexidade dos sistemas biológicos;*
- *Estabelecer relações causa - efeito, compreender articulações estrutura - função e explorar diferentes interpretações em sistemas complexos são competências que mobilizam a confrontação entre o previsto e o observado, a criatividade e o desenvolvimento de atitudes de curiosidade, humildade, cepticismo e análise crítica;*
- *Reflectir sobre a adequação das diversas soluções biológicas para as mesmas funções e avaliar a adaptação de técnicas para o estudo de sistemas complexos são competências potenciadas pelo trabalho em equipa: este apela à constante renegociação de estratégias e procura de consensos, com o conseqüente reforço da expressão verbal, da fundamentação, da compreensão, da cooperação e da solidariedade;*

- *Interpretar, criticar, julgar, decidir e intervir responsabilmente na realidade envolvente são competências que exigem ponderação e sentido de responsabilidade.*” (Ministério da Educação - programa de biologia, p.67).

As actividades do tipo investigativo segundo Galvão et al. (2006) envolvem as competências seguintes:

*“- Conhecimento substantivo – ao evidenciarem conhecimento sobre o fenómeno em estudo nas suas múltiplas componentes; ao usarem conceitos científicos de áreas diversas para a explicação do assunto em causa;*

*- Conhecimento processual – ....ao realizarem observações utilizando aparelhos adequados e elaborarem representações do que observam;*

*- Conhecimento epistemológico – ao relacionarem os procedimentos efectuados com a natureza investigativa da ciência; ao explicarem as limitações que uma dada investigação implica para a generalização dos resultados;*

*- Raciocínio - ... ao estabelecerem comparações entre as imagens observadas; ao fazerem inferências sabendo distingui-las de evidências; ao formularem conclusões....*

*- Comunicação – ao utilizarem modos diferentes de representar a informação recolhida;*

*- Atitudes – ao revelarem curiosidade, perseverança e respeito pelos dados recolhidos...”*

(Galvão et al., 2006, p.61-62).

Os mesmos autores afirmam que o desenvolvimento de competências “*é um processo complexo, progressivo, integrador, dinâmico, nunca acabado, mas sempre reconstruído*” (Galvão et al., 2006, p.53).

Na opinião de Barreira e Mendes (2004) o quadro escolar que contextualiza o modelo pedagógico por competências em nada difere da normal prática docente, como, a motivação do aluno, o sentido e validade das aprendizagens propostas, as adequadas estratégias pedagógicas e o clima pedagógico da sala de aula. Os mesmos autores afirmam ainda que é da sua gestão e dos novos processos de acção didáctica que depende, o sucesso escolar dos alunos, assentando o desenvolvimento das competências na capacidade de inovar e aceitar a mudança.

### **1.3. Definição do problema em estudo**

Actualmente, a sociedade é constantemente bombardeada com informação que necessita de processamento para ser transformada em conhecimento. Urge, assim, mudar práticas lectivas de modo a se formarem, cada vez mais, cidadãos intervenientes numa sociedade em mudança e sustentável.

É fundamental que os alunos apreendam que para a sustentabilidade do planeta necessitam de estar informados acerca de fenómenos naturais como por exemplo, a Fotossíntese e a Transpiração, com vista a desenvolverem atitudes quotidianas proactivas no sentido da sustentabilidade e a poderem intervir em decisões políticas em relação ao ambiente. A questão colocada por Almeida (2007) “*Quanto vale a absorção de dióxido carbono pelas plantas?*” é muito pertinente nas sociedades economicistas e poluidoras dos nossos dias.

Valorizando as concepções individuais de cada aluno, a escola poderá desenvolver estratégias de ensino/aprendizagem que mais se coadunam com essas concepções proporcionando uma melhor expressão personalizada e (re) construção do saber, assim como uma crescente autonomia do aluno, que propiciam atitudes necessárias a uma sociedade mais participada.

Uma das evidências ao longo de vinte anos de experiência educacional da autora é a dos alunos revelarem algumas dificuldades na construção do conhecimento em temáticas relacionadas com a Biologia das Plantas. Esta percepção levou-a frequentemente a questões reflexivas com que se deparava por exemplo na planificação das aulas.

Serão as temáticas da Fotossíntese e Transpiração apelativas para os alunos?

Que tipo de estratégias usar para aumentar o sucesso dos aprendentes nestas temáticas?

Será a abordagem laboratorial a melhor?

O que pode ser feito a nível da sala de aula de modo a aumentar a contribuição das actividades laboratoriais para a aprendizagem dos temas – Fotossíntese e Transpiração?

Terão as actividades laboratoriais implicações no desenvolvimento de competências conceptuais, procedimentais, atitudinais, nos alunos do 10º ano?

Este tipo de questões reflexivas conduziu no âmbito da linha de investigação à formulação do seguinte problema central:

**Quais as estratégias educativas a usar na construção de conhecimento nas temáticas Fotossíntese e Transpiração, visando o desenvolvimento de competências nos alunos e de agrado destes?**

É esta a problemática em estudo. Pretende-se conhecer os interesses, as concepções, os procedimentos e as atitudes dos alunos do 10º ano, relativos às temáticas Fotossíntese e Transpiração. O motivo da selecção foi a percepção de serem temáticas em que os alunos não revelam empatia e tem dificuldades na sua compreensão, como foi referido atrás. Com o intuito de promover o debate de ideias entre os alunos, permitindo uma reflexão sobre o próprio conhecimento que se aprofunda no debate dos resultados laboratoriais obtidos, foram elaborados 6 guiões laboratoriais do tipo, P.O.E.R., com orientação de procedimento, adoptados de manuais escolares e seguindo as orientações vinculadas nos conteúdos programáticos da disciplina de Biologia e Geologia 10º e 11º ano. A elaboração dos guiões das diferentes actividades laboratoriais, a sua validação em acção formativa para professores de Biologia e Geologia e a sua aplicação aos alunos do 10º ano, serão um contributo, para a melhoria na construção do conhecimento pelos alunos nas temáticas referidas. Os alunos devem integrar nas



suas práticas hábitos de trabalho que lhes permitam ter a capacidade de avaliar criticamente os conteúdos e a forma como os utilizam.

Esta investigação poderá de alguma forma levantar o véu na resolução do problema, tendo em conta a realidade da Escola Secundária onde a autora lecciona.

#### **1.4. Objectivos do Trabalho**

Apresenta-se de seguida a lista dos objectivos deste estudo.

- 1- Investigar se as temáticas Fotossíntese e Transpiração são apelativas para alunos de 10º ano do Ensino Secundário. Para o efeito usou como população-alvo os alunos de 10º ano da Escola Secundária, onde a investigadora lecciona.
- 2- Diagnosticar as ideias prévias de alunos do 10º ano de escolaridade sobre os temas Fotossíntese e Transpiração.
- 3- Constatar se a estratégia - actividade laboratorial – é aceite/preferida pelos alunos.
- 4- Construir percursos investigativos do tipo, P.O.E.R., com orientação de procedimento.
- 5- Validar os percursos investigativos em acção formativa para professores de Biologia/Geologia de uma Escola Secundária.
- 6- Administrar os percursos investigativos às duas turmas de 10º ano leccionadas pela investigadora aquando da abordagem das temáticas Fotossíntese e Transpiração.
- 7- Determinar a aceitação dos percursos investigativos pelos alunos.
- 8- Analisar a opinião dos alunos acerca da adequação dos percursos investigativos executados, no desenvolvimento de competências conceptuais, procedimentais e atitudinais.
- 9- Avaliar a evolução das ideias dos alunos sobre Fotossíntese e Transpiração, depois da abordagem destas temáticas.

#### **1.5. Descrição da organização do trabalho**

Da organização deste trabalho constam, para além da presente introdução onde se desenvolve o contexto geral da investigação e se apresenta o problema e os objectivos pretendidos, três partes distintas que de seguida se apresentam.

Na 1ª parte, procede-se à revisão da literatura (capítulo II) que contempla as temáticas da Biologia das Plantas – Fotossíntese e Transpiração - exploradas nos percursos investigativos construídos para os alunos do 10º ano do Ensino Secundário. Nas temáticas desenvolve-se algumas teorizações e a identificação do que as caracteriza de uma forma sumária, com o objectivo de tornar possível a exequibilidade dos percursos investigativos.

Na 2ª parte, apresentam-se aspectos metodológicos inerentes à presente investigação (capítulos III), a validação dos percursos investigativos em acção formativa para professores do grupo de Biologia e Geologia da Escola Secundária de Henriques Nogueira (capítulo IV), os percursos investigativos construídos com os alunos (capítulo V) e analisa-se e discute-se os resultados da investigação provenientes das fontes de dados consideradas (capítulo VI). No capítulo VI, incluem-se os resultados dos questionários administrados aos alunos (1º questionário de interesses, expectativas e diagnóstico de conhecimentos nas temáticas Fotossíntese e Transpiração; 2º questionário de avaliação dos percursos investigativos desenvolvidos em termos de agrado, dificuldade, desenvolvimento de competências conceptuais, procedimentais e atitudinais e avaliação de construção de conhecimentos pelos alunos.).

Nas conclusões apresenta-se uma síntese crítica dos resultados da presente investigação, com destaque obrigatório para a discussão dos objectivos colocados inicialmente. Por último, apresenta-se um conjunto de sugestões didácticas, numa tentativa de tornar mais fundamentado todo o trabalho que venha a ser realizado no âmbito desta área.



*CAPÍTULO II - REVISÃO DA  
LITERATURA*

## 2.1. Introdução

Neste capítulo descrevem-se as temáticas abordadas nos percursos investigativos desenvolvidos pelos alunos que foram objecto de estudo neste trabalho, bem como as técnicas usadas na execução das actividades laboratoriais. Fez-se para tal, uma recolha de informação teórica relativa aos conteúdos, respeitando as orientações emanadas pelo Ministério de Educação para o desenvolvimento do currículo, nomeadamente, do programa de Biologia do 10º ano de escolaridade. Os temas abordados são os seguintes:

### **Obtenção de matéria pelos seres autotróficos - Fotossíntese (secção 2.2.)**

- Importância Biológica e Breve Historial da Fotossíntese
- Cloroplastos e Pigmentos Fotossintéticos
- Fase Fotoquímica da Fotossíntese
- Assimilação Fotossintética do Dióxido de Carbono

### **Transporte de água nas plantas (secção 2.3.)**

- Transpiração
- Função dos Estomas
- Xilema

### **Técnicas Laboratoriais usadas nos Percursos Investigativos (secção 2.4.)**

- Algumas Técnicas de Microscopia
- Cromatografia em Papel
- Teste com o Lugol

De salientar ainda, que esta pesquisa foi efectuada de modo a inter-relacionar os assuntos sempre que possível.

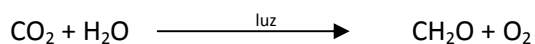
## 2.2. Fotossíntese

### 2.2.1. Importância Biológica e Breve Historial

A vida na Terra depende da energia proveniente do Sol. A fotossíntese é o único processo de importância biológica que pode captar esta energia, é um dos processos biológicos mais importantes que ocorre na Terra. Ao consumir dióxido de carbono e ao libertar oxigénio, permitiu modificar a composição da atmosfera primitiva, o que foi essencial para a evolução da Vida na Terra, tal como a conhecemos actualmente.

A aquisição de matéria e energia pelos sistemas vivos é feita de formas muito variadas. Ao nível da autotrofia, a fotossíntese é o principal processo, estando a maioria das formas vivas directa ou indirectamente dependentes dela. As plantas são organismos autotróficos, mais especificamente fotoautotróficos, uma vez que usam a luz solar como fonte de energia para

sintetizar moléculas orgânicas, através da fotossíntese. Pode por isso dizer-se que estes seres convertem energia luminosa em energia química susceptível de ser armazenada nos tecidos vegetais. Através da fotossíntese as plantas elaboram compostos orgânicos a partir de dióxido de carbono e da água, na maioria dos casos. Em termos globais a fotossíntese pode ser traduzida da seguinte forma:



Os hidratos de carbono assim formados possuem mais energia do que os compostos iniciais. Esta energia extra provém da energia luminosa, que permite a ocorrência de certo número de reacções endergónicas necessárias à síntese dos hidratos de carbono.

A história da Ciência é segundo Cachapuz et al. (2002) “ *um meio e um importante instrumento ao alcance do professor*”, os mesmos autores defendem que com a história da Ciência importa: “ *criar oportunidades para que os alunos se consciencializem da natureza do conhecimento científico como sendo não definitivo e também como os conceitos e as teorias mudam; ajudar ao questionamento da exigência de princípios objectivos e únicos, centrados apenas numa racionalidade lógica; evidenciar o papel relevante que a comunidade científica possui na legitimação do conhecimento científico, ...*” (Cachapuz et al., 2002, p.88). É, portanto, uma das estratégias que poderá ser usada aquando da abordagem dos temas complementar aos percursos investigativos.

Segue-se um breve historial resultante da consulta de vários manuais escolares.

A fotossíntese é um processo complexo cujo conhecimento tem constituído um desafio para numerosos investigadores desde há séculos. As descobertas que abriram o caminho à compreensão do processo tiveram lugar na segunda metade do século XVIII. Para tal, muito contribuíram os trabalhos de Priestley e de outros cientistas seus contemporâneos. Até à época dominava a chamada “teoria do húmus” segundo a qual o crescimento das plantas resultava, exclusivamente, dos nutrientes que as raízes absorviam do húmus do solo.

Todavia, na primeira metade do século do século XVII, já o holandês Jan van Helmont (1577-1644) tinha reconhecido não ser o solo a única fonte alimentar das plantas. Com efeito, Helmont cultivou uma árvore num vaso e, após cinco anos, verificou que o solo não tinha sido consumido mas a árvore tinha aumentado mais de 75 kg. Concluiu que a planta crescera à custa da água fornecida ao solo. Em 1727, Stephen Hales, publicou um livro onde afirmou que as plantas retiram do ar atmosférico parte dos elementos necessários ao seu desenvolvimento, tendo sugerido que a luz poderia desempenhar um papel significativo.

Os pontos de vista de Helmont e de Hales eram contrários à teoria aristotélica do húmus e, naturalmente não passaram de meras sugestões sem grande impacto na comunidade científica da época.

Joseph Priestley (1733-1804) foi o primeiro cientista a conduzir uma série de experiências sobre combustão e respiração, das quais verificou que as plantas renovavam o ar. Priestley sabia que se colocasse um rato num recipiente fechado, com uma vela acesa, ele acabaria por morrer. Colocando ramos de hortelã em recipientes fechados contendo ar “viciado” pela respiração

animal ou pela combustão de uma vela, verificou que o ar voltava a adquirir a capacidade de permitir combustões e a respiração. O gás libertado pelas plantas foi identificado por Jan Ingenhousz (1730-1799) como sendo o oxigénio. Este associou o fenómeno à presença da luz solar, verificou ainda, que, tanto à luz como às escuras, as plantas respiram consumindo oxigénio, tal como os animais, mas que quando a luz solar é suficientemente intensa a libertação de oxigénio excede o seu consumo, constatou que só as partes verdes das plantas produzem oxigénio assim, reconheceu a participação da luz e da clorofila na fotossíntese.

Entre 1782 e 1788, Jean Senebier (1742-1809) realizou experiências que não só provaram as experiências de Ingenhousz como deram uma contribuição original muito importante: que a capacidade que as plantas tem de produzir o oxigénio depende do ar consumido.

Em 1804, Nicolas de Saussure (1767-1845) publicou um trabalho no qual reconheceu a participação da água na fotossíntese. Demonstrou que o peso da matéria orgânica produzida pelas plantas quando somado ao peso do oxigénio libertado é consideravelmente superior ao peso do dióxido de carbono consumido pelas mesmas plantas. Uma vez que as plantas usadas nas suas experiências apenas recebiam ar e água do meio exterior, concluiu ser a água, além do dióxido de carbono, um composto utilizado na fotossíntese.

Em 1882, Theodore Engelmann (1843-1909) realizou experiências para determinar a influência do comprimento de onda das radiações na taxa de fotossíntese, estas experiências permitiram estabelecer relações entre as radiações do espectro de absorção e a eficiência da fotossíntese, verificou que a taxa fotossintética era superior para os comprimentos de onda da radiação azul e vermelha.

Contudo, um dos problemas que permaneceu por resolver, até ao século XX foi o da origem do oxigénio libertado pelas plantas. Em 1930, Van Niel (1897-1985), trabalhando com bactérias que vivem em ambientes pobres em oxigénio, deu um grande contributo para a resolução deste problema. Após vários estudos sobre os processos fotossintéticos realizados pelas bactérias, este cientista admitiu que, nas plantas e nas algas, o oxigénio libertado na fotossíntese tem origem na água e não no dióxido de carbono.

No início da década de 50 do século XX, um grupo de cientistas da Universidade da Califórnia, “o grupo de Berkeley”, liderados por Melvin Calvin (1911-1997), descobriu o percurso do dióxido de carbono desde a sua fixação até à formação dos compostos orgânicos, assim como o papel do ATP (Adenosina Trifosfato) e do NADPH (Nicotinamida Adenina Dinucleótido Fosfato Reduzido) formados durante a fase dependente da luz.

Assim, no século XX estavam identificados todos os processos inerentes à fotossíntese e por conseguinte, os produtos necessários e os compostos resultantes da fotossíntese. Mas isto só foi possível, devido ao trabalho persistente e rigoroso de um numeroso grupo de investigadores científicos que divulgaram Ciência entre si.

### 2.2.2. Cloroplastos e pigmentos fotossintéticos

Uma característica comum a todas as células com capacidade fotossintética é possuírem estruturas membranosas capazes de absorver e de usar a energia luminosa em várias reacções biossintéticas. Tais estruturas, contêm pigmentos específicos à sua função e constituem o aparelho fotossintético, cuja complexidade varia com o grau evolutivo do ser. É no cloroplasto que o aparelho fotossintético atinge o grau de maior complexidade. Todas as partes verdes das plantas, incluindo os caules e os frutos, têm cloroplastos, mas é nas folhas, ao nível do mesófilo, que eles existem em maior número. A *Elodea sp.* é uma planta aquática onde é muito fácil observar os cloroplastos ao Microscópio Óptico (Figura II-1), por conseguinte, foi usada nas aulas laboratoriais.

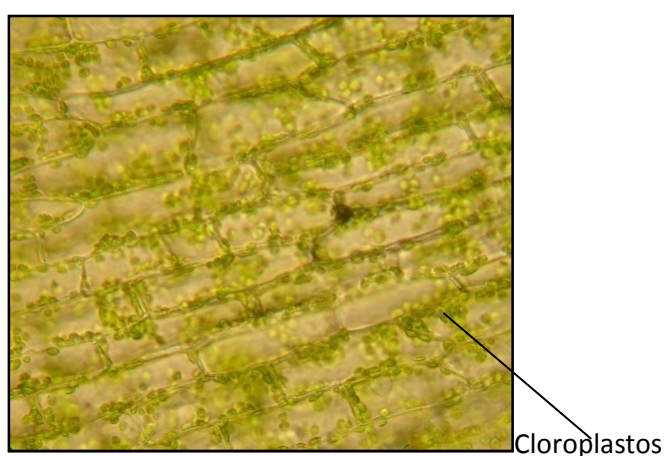


Figura II-1. Fotografia de imagem obtida ao Microscópio Óptico (M.O.) de cloroplastos de *Elodea sp.* (640x).

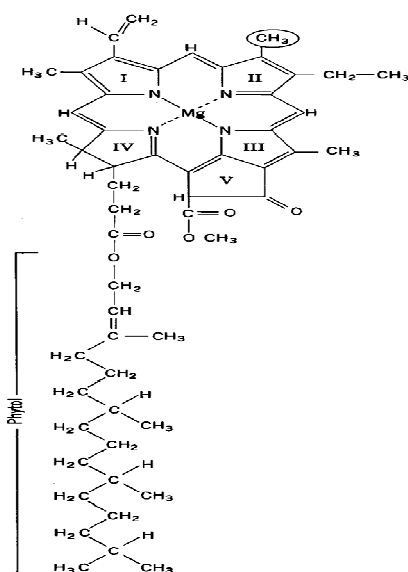
No cloroplasto, a energia da luz é captada por duas diferentes unidades funcionais chamadas fotossistemas. A energia luminosa absorvida é usada para permitir a transferência de electrões ao longo de uma série de compostos que actuam como dadores e receptores de electrões. A maioria dos electrões reduz  $\text{NADP}^+$  em NADPH. A energia da luz é também usada para a movimentação de prótons ao longo da membrana do tilacóide e para a síntese de ATP. Os cloroplastos típicos das plantas, segundo Teixeira e Ricardo (1983) são partículas elipsoidais ou lenticulares com cerca de 5 a 10  $\mu\text{m}$  de diâmetro geralmente variando entre 2x1  $\mu\text{m}$  e 4x2  $\mu\text{m}$ , podendo as suas dimensões e formas variar ligeiramente com as condições de luminosidade.

Os cloroplastos são limitados por duas membranas. A membrana interna invagina-se e origina um conjunto de unidades achatadas, denominadas tilacóides. As clorofilas estão contidas dentro deste sistema de membranas, o que confere a coloração verde ao cloroplasto. Um conjunto de tilacóides sobrepostos constitui um grana. Os tilacóides de um grana podem estar ligados aos de outro grana, formando uma complexa rede de membranas. O fluído nos quais os grana estão suspensos é denominado estroma, que contém enzimas, DNA, ribossomas e amido.

Nos cloroplastos encontram-se os pigmentos fotossintéticos, responsáveis pela conversão da energia luminosa em energia química, sendo através deles que a luz vai iniciar o processo fotossintético. Resumidamente dois estágios sequenciais ocorrem nos cloroplastos:

1. A luz com determinados comprimentos de onda é captada e convertida em energia química por uma série de reacções chamadas “luminosas”, processadas nas membranas internas do cloroplasto (tilacóides).
2. O CO<sub>2</sub> é fixado e reduzido a compostos orgânicos, por uma série de reacções chamadas “escuras”, que ocorrem na matriz fluida do cloroplasto (estroma).

Todos os seres fotossintéticos possuem um ou mais pigmentos capazes de absorver a luz visível. Esta conduzirá a excitações das moléculas dos pigmentos, iniciando-se assim as reacções fotoquímicas da fotossíntese. Os três principais tipos de pigmentos envolvidos no processo fotossintético são: as clorofilas, os carotenóides e as ficobilinas. Só um de entre eles, a clorofila *a*, tem a capacidade de ceder, por acção da luz, os electrões necessários ao fenómeno; é o pigmento primário. Os outros pigmentos absorvem radiação, de diversos comprimentos de onda, que concentram sobre o pigmento primário, são os pigmentos acessórios, segundo Teixeira e Ricardo (1983).



A clorofila *a* (C<sub>55</sub>H<sub>72</sub>O<sub>5</sub>N<sub>4</sub>Mg), (Figura II-2), encontra-se em todos os seres que libertam oxigénio na fotossíntese, excepto nas bactérias. Os átomos de oxigénio, carbono, hidrogénio formam quatro anéis pirrólicos interligados por um par de ligações. No meio dos anéis, interagindo com os átomos de azoto, há um átomo de magnésio. Num dos anéis há uma cadeia linear ligada covalentemente a um átomo de oxigénio constituída apenas por átomos de carbono e hidrogénio (região apolar) que fixa à membrana do tilacóide deixando os anéis directamente à luz.

Figura II-2. Estrutura da clorofila *a* adaptado de Lehninger (1982).

A clorofila *b* (C<sub>55</sub>H<sub>70</sub>O<sub>6</sub>N<sub>4</sub>Mg), encontra-se, juntamente com clorofila *a*, em todas as plantas verdes e também nas algas verdes. Existem na natureza outros tipos de clorofila, quimicamente distintos da clorofila *a* e *b*. A clorofila *c* encontra-se, juntamente com a clorofila *a*, nas diatomáceas, nas algas castanhas e nos dinoflagelados. A clorofila *d* ocorre, juntamente com a clorofila *a*, em algumas algas vermelhas.



São as clorofilas que dão a cor verde característica à maioria das folhas, mascarando a cor dos outros pigmentos que existem em menor quantidade. São insolúveis na água, solubilizando-se facilmente em solventes orgânicos, dando então origem a uma solução de cor verde intensa. Várias investigações mostraram que quando as duas clorofilas mais abundantes na natureza (*a* e *b*) são separadas uma da outra, a clorofila *a* revela uma cor verde-azulada e a clorofila *b* uma cor verde-amarelada. A maioria das plantas apresenta um teor em clorofila *a* duas a três vezes superior ao teor em clorofila *b*.

Embora as clorofilas absorvam luz em todos os comprimentos de onda do espectro visível, têm máximos de absorção nas regiões do azul-violeta (a cerca de 430 nm) e do vermelho (a cerca de 660 nm).

Os carotenóides constituem um grupo de pigmentos de ocorrência bastante frequente tanto no reino animal como vegetal. No Outono, quando a produção de clorofilas diminui, a folhagem manifesta a cor destes pigmentos ficando amarelada ou avermelhada. Alguns carotenóides são constituídos exclusivamente por carbono e hidrogénio, são os carotenos, (Figura II-3), os que possuem oxigénio nas suas moléculas designam-se xantofilas, estas são dos carotenóides mais abundantes na natureza podendo, nas folhas em desenvolvimento, atingir concentrações duas vezes superiores às dos carotenos.

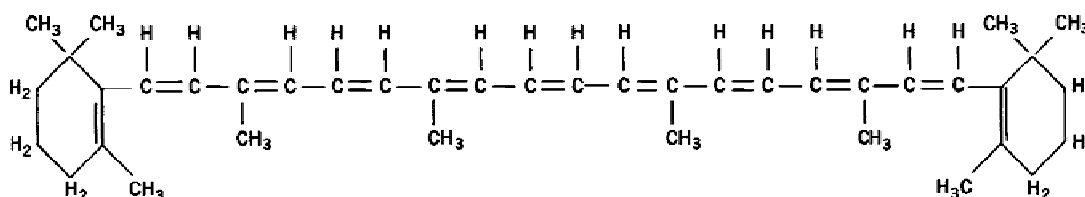


Figura II-3. Estrutura do  $\alpha$ -caroteno adaptado de Teixeira et al. (1983).

Nas cianobactérias e nas algas vermelhas encontra-se outra classe de pigmentos que são as ficobilinas. Nestes seres a sua concentração pode igualar ou ultrapassar a da clorofila *a*. A designação de ficobilinas engloba dois tipos de pigmentos: as ficoeritrinas e as ficocianinas. Do ponto de vista químico, assemelham-se às clorofilas. Ao contrário das clorofilas e dos carotenóides, as ficobilinas são solúveis em água. Assim como os carotenóides, também as ficobilinas transferem a energia da excitação, resultante da absorção da luz, à clorofila *a*.

A presença de diferentes tipos de pigmentos nas células fotossintetizantes permite que eles aproveitem a energia luminosa ao longo, praticamente, de toda a região da luz visível (do azul ao vermelho). Além disso as clorofilas são capazes de absorver eficientemente dois comprimentos de onda distintos: um mais energético – a luz azul – e outro menos energético – a luz vermelha.

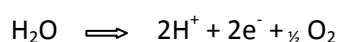
### 2.2.3. Fase fotoquímica da fotossíntese

Quando as moléculas de clorofila são atingidas pela luz, origina-se uma corrente de electrões que se propaga ao longo de uma série de proteínas que se encontram ao longo da membrana interna do cloroplasto.

A fase fotoquímica ocorre nos tilacóides existentes nos cloroplastos e corresponde a uma série de etapas nas quais a energia luminosa é transformada em energia química.

A fase dita "luminosa" envolve acções de dois tipos: a captação da energia da luz e a sua transferência aos centros de reacção, os quais emitem um electrão por cada quantum de luz absorvido e o movimento destes electrões ao longo de uma cadeia transportadora, durante o qual se forma ATP e se reduz o  $\text{NADP}^+$  a NADPH. Embora ambas as acções estejam englobadas nas denominadas reacções luminosas, rigorosamente só a primeira é de natureza fotoquímica. As reacções bioquímicas associadas ao transporte de electrões não dependem directamente da luz.

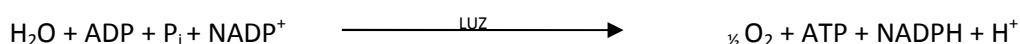
As plantas possuem diversos pigmentos organizados em fotossistemas que absorvem energia. Segundo Teixeira e Ricardo (1983) e Prado e Casali (2006), cada fotossistema é constituído por cerca de 200 a 300 moléculas de clorofila *a*, pigmentos acessórios e um centro de reacção. A energia absorvida pelos pigmentos é transferida para locais bem definidos, localizados sobre os tilacóides, os chamados centros de reacção. Há dois centros de reacção, um absorvendo a 680 nm, e outro a 700 nm, os quais interagem através de transportadores de electrões. É a partir da molécula de clorofila *a* que absorve em 680 nm, que os electrões oriundos da água são transferidos para a cadeia transportadora de electrões da fotossíntese. Funcionalmente, as moléculas de pigmentos não actuam isoladamente mas sim em grupos. Uma unidade fotossintética é concebida como um grupo de pigmentos que captam e transferem a energia de um quantum de luz até um centro de reacção, promovendo neste a libertação de um electrão. Um quantum de energia, captado por qualquer uma das moléculas constituintes de uma unidade fotossintética, migra para uma molécula especial (centro de reacção) que tem a capacidade de efectuar o acto fotoquímico por emissão de um electrão. A absorção dos fotões provoca a excitação das moléculas. Esta energia é transferida para os pigmentos adjacentes, até atingir o centro de reacção do fotossistema, onde se encontram presentes as clorofilas. A concentração de energia neste centro provoca a perda do electrão das clorofilas. Este processo corresponde ao momento em que ocorre a conversão da energia luminosa em energia química. O electrão que sai das clorofilas é transferido para um aceitador primário, que fica no estado reduzido. No entanto, as clorofilas oxidadas necessitam de captar electrões para compensar a perda que ocorreu anteriormente. A instabilidade das clorofilas permite a quebra da molécula de água, que funciona como fornecedor de electrões, decompondo-se em hidrogénio, oxigénio e electrões, segundo a fórmula:



O processo de quebra da molécula da água é designado por fotólise da água, pois pressupõe a existência de energia luminosa para a lise da água. O oxigénio que se forma é libertado para a atmosfera e os electrões usados na redução da clorofila. A repetição deste processo permite transferir permanentemente electrões das clorofilas para os aceitadores primários. Estes, por sua vez transmitem-nos para outros aceitadores, estabelecendo-se um fluxo de electrões, por reacções de oxidação-redução. Ao longo do fluxo o nível energético dos electrões diminui, pois parte da energia é usada na fosforilação do ADP a ATP. Este transporte de electrões exige que cada um dos compostos que nele coopera tenha a capacidade de ser alternadamente reduzido e oxidado, de maneira que a energia possa ser transferida ao longo da cadeia. No fotossistema I ocorre excitação das moléculas de clorofila do centro de reacção pela acção da luz (700 nm), ocorrendo a transferência de electrões para aceitadores primários. No entanto a água não é o dador de electrões deste sistema, pois as clorofilas recebem os electrões provenientes do fluxo gerado pelo fotossistema II.

Embora no seu maior percurso a cadeia transportadora de electrões da fotossíntese seja independente do transporte de protões, a sua fase final (redução do  $\text{NADP}^+$  a NADPH) envolve a incorporação de hidrogénio. Este fluxo inicia-se no fotossistema II, com a oxidação das clorofilas e a fotólise da água, passa pelo fotossistema I e acaba no aceitador final de electrões, designando-se por fluxo acíclico de electrões. Mas na fotossíntese também pode ocorrer um fluxo cíclico dos electrões. Este processo só envolve a excitação das clorofilas do fotossistema I. Os electrões são depois transferidos para o aceitador primário, mas não são transportados até ao  $\text{NADP}^+$ . Pelo contrário, os electrões regressam às clorofilas do fotossistema I, de onde tinham sido originários, num processo cíclico. O fluxo de electrões que se gera permite a síntese de ATP, mas não de NADPH.

As reacções dependentes da luz podem ser representadas pela equação seguinte, segundo Helms et al. (1997):



#### 2.2.4. Assimilação fotossintética do dióxido de carbono

Pode dizer-se que praticamente todos os átomos de carbono incorporados nas substâncias, que constituem os seres fotossintéticos provêm do dióxido de carbono. A fase de fixação de carbono, também conhecida por Ciclo de Calvin, ocorre no estroma dos cloroplastos e permite a síntese de hidratos de carbono que serão usados pelo organismo como fonte de matéria orgânica. O ciclo de Calvin usa os compostos energéticos formados nos tilacóides durante as reacções da fase fotoquímica (ATP e NADPH) para reduzir o  $\text{CO}_2$  e formar açúcares. Vários autores assumem que este ciclo é uma via metabólica catalisada por uma série de enzimas envolvendo uma série de reacções que podem ser sintetizadas nas três grandes etapas seguintes:

1ª - Fixação do CO<sub>2</sub> – cada molécula de CO<sub>2</sub> liga-se à Ribulose Difosfato (RuDP) numa reacção catalisada pela enzima Ribulose Difosfato Carboxilase (Rubisco). O composto com 6 carbonos que se origina é altamente instável, dividindo-se imediatamente, produzindo duas moléculas de 3-fosfoglicerato.

2ª - Redução do 3-fosfoglicerato – cada molécula sofre uma fosforilação e uma redução.

3ª - Regeneração do aceitador de CO<sub>2</sub> (RuDP) – dez em cada doze moléculas formadas de gliceraldeído-3-fosfato são usadas para regenerar a RuDP, para tal é gasto ATP, que converte a RuMP (Ribulose Monofosfato) em RuDP. Assim, é necessário ocorrer a fixação de 6 moléculas de CO<sub>2</sub> para produzir uma molécula de glicose.

Assim, ainda que esta fase não necessite directamente da luz, está completamente dependente dos produtos da fase fotoquímica para a sua realização.

Por cada duas moléculas de gliceraldeído-3-fosfato que abandonam o ciclo, forma-se um monossacárideo com 6 carbonos, geralmente glicose ou frutose. Parte destes compostos são usados na síntese de dissacárideos, principalmente sacarose que são transportados a outras partes do organismo. No entanto, cerca de 1/3 são usados para sintetizar polissacárideos que são armazenados nos cloroplastos ou noutros plastídeos nas partes não verdes das plantas. Os hidratos de carbono são utilizados como reserva energética e para a síntese de outros compostos.

A série de reacções pode ser resumida na seguinte equação, segundo Helms et al. (1997):



Os produtos do Ciclo de Calvin assumem uma importância fundamental para a Biosfera, uma vez que representam o rendimento energético da captação de luz pelas plantas. A glicose vai ser gasta na actividade basal dos seres vivos, bem como no seu crescimento, desenvolvimento e reprodução. Esta via metabólica, complexa, é o mais importante processo de fixação de dióxido de carbono que ocorre na natureza.

## 2.3. Transporte de água nas plantas

### 2.3.1. Transpiração

A maior parte da água absorvida por uma planta é perdida pela evaporação nas folhas, processo conhecido como transpiração. É a transpiração que proporciona a subida da água e dos sais até às folhas onde a planta os utiliza na síntese de compostos. Da água que penetra pelas raízes, só uma pequena parte é retida pelas células; a maior parte passa a vapor de água enchendo os espaços intercelulares do mesófilo; o vapor de água difunde-se dos espaços intercelulares da folha, através dos estomas, para o exterior onde a pressão de vapor de água é menor. À medida que o vapor se difunde para fora da folha, mais água evapora das paredes das

células do mesófilo o que origina uma tensão no mesófilo que obriga a água a sair do xilema na folha.

As células vegetais necessitam de um fluxo constante de nutrientes e gases para o seu metabolismo. As plantas mais simples, que vivem em meio aquático, realizam todas as trocas por difusão com o meio. A perda de água, na forma de vapor, durante a transpiração, não parece ser um processo “lógico” em organismos que habitam um meio essencialmente seco, como é o meio terrestre, segundo Sutcliffe (1979). Assim, levanta-se a questão de saber qual é a vantagem selectiva da Transpiração. As plantas terrestres precisam de absorver  $\text{CO}_2$  da atmosfera e é possível que o mecanismo estomático tenha evoluído nesse sentido, sendo a transpiração, muitas vezes, entendida como um “mal necessário”. O fluxo de água ao longo da planta é essencial para o transporte de nutrientes absorvidos nas raízes de forma eficiente e rápida e, para o arrefecimento da planta, ao evaporarem para a atmosfera grandes quantidades de água, dissipam elevadas quantidades de energia. Então, as plantas que colonizaram o meio terrestre, desenvolveram mecanismos para evitar as perdas de água nos órgãos aéreos. Para tal, possuem uma cutícula, de composição cerosa, que reduz significativamente as perdas de água, dificultando simultaneamente as trocas gasosas. Para realizarem eficientemente estas trocas, desenvolveram aberturas microscópicas, os estomas (Figura II-4). Estas estruturas são mais abundantes nas folhas, pois são órgãos metabolicamente mais activos nas plantas, realizando simultaneamente a Respiração e a Fotossíntese.

Várias investigações constataram que quando as taxas respiratórias são superiores às fotossintéticas, gera-se um défice de  $\text{O}_2$  e um excesso de  $\text{CO}_2$ . Esta situação tende a ocorrer nos períodos não fotossintéticos, principalmente durante a noite. Quando a planta realiza a Fotossíntese, essencialmente nos períodos diurnos, produz  $\text{O}_2$  e consome  $\text{CO}_2$ . Assim as trocas gasosas nas plantas dependem do balanço entre a Respiração e a Fotossíntese.

A maioria das plantas, nos momentos mais quentes e com elevada luminosidade, é capaz de fechar os estomas para reduzir as perdas de água. Algumas espécies de plantas aperfeiçoaram este mecanismo de regulação da abertura dos estomas, de forma a adaptarem-se a ambientes áridos, com reduzida disponibilidade de água e elevadas temperaturas, então, apenas abrem os estomas à noite, quando o ambiente é mais fresco e húmido, obtendo o  $\text{CO}_2$  que será utilizado posteriormente durante o dia, quando a fase fotoquímica da Fotossíntese estiver activa. Embora a eficiência deste processo seja inferior, permitiu a colonização de ambientes terrestres extremos. As quantidades de água perdidas por diferentes espécies de plantas num determinado período de crescimento são diferentes de espécie para espécie mas a quantidade relativa perdida por indivíduos da mesma espécie é mais ou menos a mesma, como é salientado por Sutcliffe (1980).

### 2.3.2. Função dos estomas

Os estomas desempenham duas funções principais: libertam a água resultante da transpiração e permitem a absorção de dióxido de carbono. É a maior ou menor abertura que controla a entrada do dióxido de carbono necessário à fotossíntese e a perda de água resultante da transpiração.

Os estomas distribuem-se preferencialmente na epiderme inferior das folhas. No entanto, os estomas também podem estar presentes na epiderme superior em menor densidade. Formam-se antes que a folha complete o seu crescimento, embora o número de estomas por  $\text{mm}^2$  (densidade estomática) da superfície foliar possa parecer pequeno, a quantidade total numa planta é geralmente muito grande. Segundo Prado e Casali (2006), os estomas de uma mesma folha não apresentam a mesma abertura do ostíolo. Num dado momento a região central da folha pode apresentar uma abertura estomática em média maior do que os estomas localizados na margem da folha. O seu número por unidade de área foliar é maior em condições secas do que quando as plantas crescem sob condições muito húmidas, segundo Moreira (1983) e Prado e Casali (2006).

Os estomas são formados por duas células-guarda, ricas em cloroplastos e rodeadas pelas células companheiras. A abertura do estoma é o ostíolo (Figura II-4).

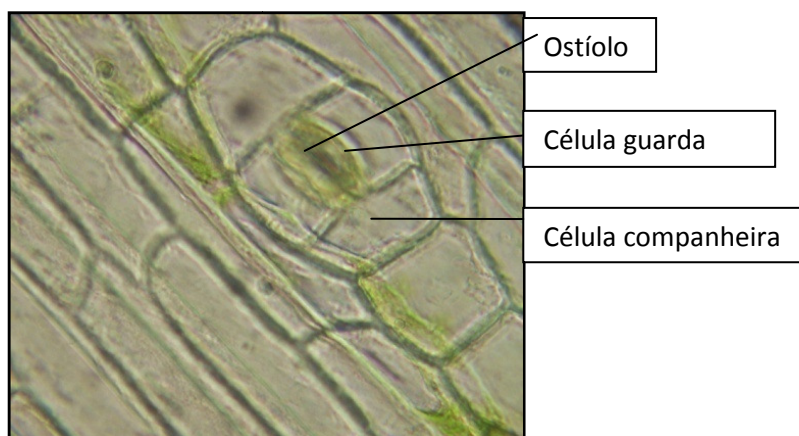


Figura II-4. Fotografia de imagem obtida ao M.O. de epiderme de caule de tradescância com estoma (640 x).

Estruturalmente, as células-guarda diferem das outras células da epiderme pela presença de cloroplastos e pelo espessamento da parede que envolve a abertura do estoma; a parede interna das células-guarda, que fica encostada às outras células da epiderme, é mais fina e mais elástica. Quando as células-guarda absorvem água, ficam túrgidas e o estoma abre. Se as células-guarda perdem água, ficam plasmolisadas e o estoma fecha. À medida que as células-guarda ficam túrgidas, pela entrada da água, a parede interna, por ser mais fina e elástica, estica-se mais do que a parede externa, mais grossa e mais rígida. Desta diferença de elasticidade entre os dois

lados da parede das células-guarda resulta que a entrada de água provoca a deformação dessas células, o seu afastamento e a abertura dos estomas. Quando as células-guarda perdem água, o volume celular diminui, o que permite que as paredes internas, elásticas, voltem à primeira posição fechando-se os estomas.

As células-guarda são peculiares, dada a sua extrema sensibilidade aos estímulos ambientais e rapidez nas mudanças de turgidez. Com base em trabalhos de vários investigadores pode afirmar-se que existem vários factores ambientais que influenciam a abertura dos estomas, nomeadamente: a intensidade luminosa, a concentração de  $\text{CO}_2$  e a disponibilidade de água do solo, síntese de açúcares, temperatura, entre outros. Uma regulação eficaz da abertura estomática é fundamental para que as plantas realizem eficazmente as suas trocas gasosas. Assim, as células-guarda possuem mecanismos que respondem a uma multiplicidade de factores internos e externos, de forma a controlar a abertura do ostíolo.

Vários trabalhos provaram que na maioria das plantas, a abertura dos estomas ocorre nos períodos diurnos, activados pela radiação solar. Os comprimentos de onda na gama do azul estimulam o transporte activo de iões  $\text{K}^+$  e  $\text{Cl}^-$  para o interior das células-guarda, tornando-se hipertónicas e conduzindo ao movimento de moléculas de água para o seu interior por osmose. Quando o transporte activo cessa, os iões  $\text{K}^+$  saem para as células vizinhas. As células-guarda diminuem de volume e o ostíolo fecha.

Quando a planta entra em stress hídrico por falta de água no solo, produz ácido abscísico que inibe o transporte activo de iões para o interior das células-guarda. Se não ocorrer transporte de água para as células-guarda, estas mantêm-se plasmolisadas, impedindo a abertura dos estomas e mantendo a água nos tecidos.

As células-guarda possuem cloroplastos que realizam a fotossíntese, produzindo sacarose. Este composto contribui para a regulação osmótica da célula, levando a um aumento da turgescência das células-guarda. Assim, a luz actua indirectamente ao promover a ocorrência da fotossíntese, com consumo de  $\text{CO}_2$ .

O aumento da temperatura tende a aumentar as taxas fotossintéticas, provocando a abertura dos estomas. Mas, para temperaturas elevadas, as perdas de água podem ser significativas e diminuir a turgescência das células-guarda.

Por conseguinte, nutrição mineral, balanço de carbono e balanço hídrico estão relacionados com o funcionamento dos estomas.

### 2.3.3. Xilema

Existem nas plantas vasculares dois tipos de substâncias a transportar: a água e os solutos indispensáveis à realização da fotossíntese, desempenhado pelo xilema e a translocação das substâncias orgânicas fabricadas através da fotossíntese, efectuada pelo floema.

O xilema é um tecido constituído por diversos tipos de células, mas sempre com vasos e /ou traqueídeos, elementos responsáveis pela circulação da água. No xilema primário o protoxilema é constituído essencialmente por traqueídeos (mais pequenos), mas este xilema perde a funcionalidade e colapsa. O metaxilema é constituído por traqueídeos e vasos lenhosos.

Os vasos lenhosos são formados por células dispostas em fiadas longitudinais, em que as paredes de topo sofrem perfurações, o que não ocorre nos traqueídeos; em ambos os casos, as células morrem quando já estão perfeitamente diferenciadas. Os traqueídeos são mais primitivos e menos especializados, ambas as células se diferenciam a partir de células meristemáticas, adquirindo uma forma alongada e paredes secundárias espessas e lenhificadas. Os traqueídeos são células dotadas de paredes reforçadas, dispostas topo a topo, formando cordões. As paredes transversais não desaparecem durante a diferenciação, pelo que a comunicação entre as várias células é efectuada através de poros – pontuações. Os elementos dos vasos são as principais estruturas de transporte nas angiospérmicas, caracterizam-se por serem pequenos e relativamente largos comparativamente aos traqueídeos e dispõem-se topo a topo, formando cordões celulares que se estendem desde as raízes até às folhas, os vasos lenhosos. As suas paredes transversais encontram-se parcial ou completamente dissolvidas e a comunicação que se estabelece entre duas células consecutivas é designada de placa de perfuração.

Segundo, Moreira (1983) os traqueídeos e os elementos dos vasos lenhosos podem apresentar vários aspectos quanto ao espessamento secundário da parede e distribuição e forma de pontuações. Geralmente os espessamentos secundários das paredes dos diversos elementos condutores vão sendo constituídos, sucessivamente, por anéis, hélices contínuas e, por último, retículos, denominando-se os espessamentos de anelados, espiralados e reticulados. Os elementos com espessamento anelado ou espiralado são característicos do protoxilema; os últimos elementos do metaxilema têm, normalmente, paredes secundárias pontuadas (com uma parede secundária bastante mais extensa). Os elementos anelados ou espiralados, que se formam no início do órgão, são extensíveis, pelo que, com o alongamento celular, os anéis afastam-se, como é visível na figura II-5, ou as espiras abrem, conforme o tipo de espessamento presente.



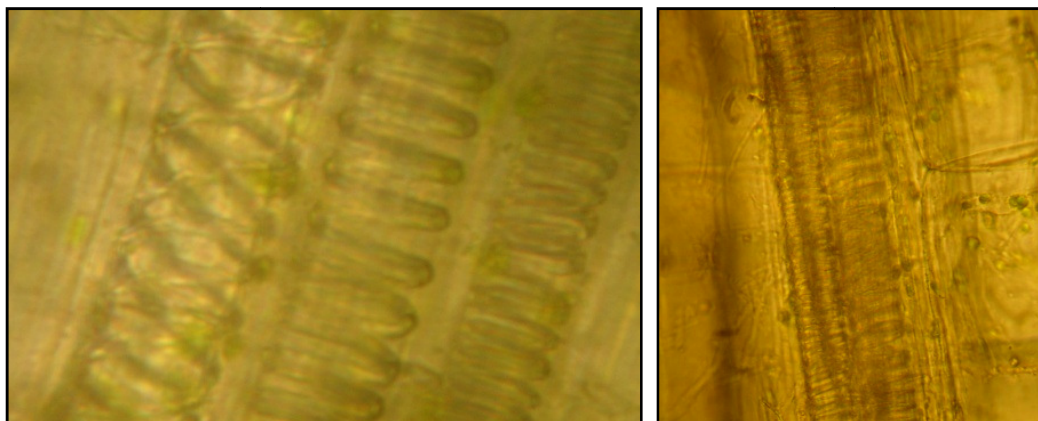


Figura II-5. Fotografias de elementos dos vasos com espessamentos de lenhina (M.O.) (640 x).

Nas plantas que apresentam crescimento secundário o câmbio origina o xilema secundário, geralmente de constituição mais complexa do que o primário, segundo Moreira (1983). Integrando ainda os tecidos xilémicos encontram-se células de sustentação, nomeadamente fibras e células de parênquima. As fibras lenhosas são constituídas por células mortas cujas paredes são espessas devido à deposição de lenhina e desempenham funções de suporte. O parênquima lenhoso é formado por células vivas pouco diferenciadas, e desempenham funções essencialmente de reserva.

A água é transportada da raiz até às folhas através do xilema, por um mecanismo complexo explicado pela teoria da tensão-coesão-adesão. De acordo com esta teoria, a água contida nos elementos dos vasos fica sujeita a uma pressão negativa (tensão) à medida que a água se vai evaporando ao nível do mesófilo. Segundo Prado e Casali (2006) como a folha tem sempre o mesófilo húmido (quase 100% de humidade relativa) há facilmente perda de água para a atmosfera através do ostíolo. Assim, a principal força causadora da diferença de pressão para que a água suba é conhecida por “sucção”. A coluna de água sobe integra dependendo da transpiração. No processo estão envolvidos vários fenómenos físicos (evaporação, capilaridade, tensão, coesão e adesão).

#### **2.4. Técnicas Laboratoriais usadas nos Percursos Investigativos**

Em Ciência a observação e experimentação são meios para explicar o mundo natural. São processos dinâmicos de colocar questões e procurar respostas. As observações são percepções que envolvem quase sempre alguma preparação prévia, levam muitas vezes à formulação de perguntas para as quais ainda não há resposta.

O sucesso de uma actividade laboratorial depende de vários factores, como por exemplo, formulação do problema, variáveis, equipamento e técnicas usadas.

De seguida, descreve-se de uma forma sumária as técnicas usadas nos percursos investigativos.

### **2.4.1. Algumas Técnicas de Microscopia**

A observação de material microscópico exige a aplicação de diversas técnicas que permitem uma melhor visualização dos seus componentes, pois as células para além das suas reduzidas dimensões não apresentam contraste entre os seus constituintes.

Nas actividades laboratoriais (1ª, 4ª, 5ª e 6ª) apresentadas no capítulo V, foram efectuadas observações microscópicas. Os alunos já tinham tido contacto com o microscópio anteriormente, pelo que não são referidas as normas de funcionamento do microscópio nem os cuidados a ter no seu manuseamento.

#### **2.4.1.1. Preparações Temporárias**

Em três actividades laboratoriais (1ª, 4ª e 6ª) realizadas foram efectuadas preparações. Ora, no estudo de certos tecidos vegetais pretende-se uma observação no estado natural, ou seja, sem uso de fixadores ou de corantes que, de algum modo, sempre criam algo de artificial no material em observação. É esta uma das vantagens do uso de preparações temporárias – não se criam artificialismos, conserva-se o material vivo no momento, usando-se como meio de montagem um meio líquido onde o material biológico se encontra imerso numa substancia que não o altere ou danifique. Um inconveniente destas preparações resulta do facto de não se conservarem por muito tempo.

A solução de Ringer é um exemplo de meio de montagem que pode ser usado pois permite manter as células vivas em condições semelhantes às naturais. Pode ser preparada segundo Leal et al. (1999) juntando:

- 0,42 g de cloreto de potássio;
  - 0,24 g de cloreto de cálcio;
  - 0,20 g de bicarbonato de sódio;
  - 7,50 g de cloreto de sódio;
- Acertando o volume com água destilada até um litro.

#### **2.4.1.2. Preparações Definitivas – Moldes**

As preparações definitivas permitem conservar o material biológico durante bastante tempo (meses ou anos) nas condições do momento de preparação. Aquando da realização da 5ª actividade usou-se uma técnica de preparação definitiva designada por moldes negativos de epiderme de folhas de plantas de jardim (As folhas menos pilosas oferecem resultados melhores para a verificação da distribuição espacial dos estomas). Os moldes negativos obtêm-se através da cobertura da epiderme das folhas com verniz de unhas transparente. Depois de seco aplica-se-lhe fita-cola por cima, retira-se com a camada de verniz aderida e seguidamente cola-se à lâmina. Esta montagem poderá manter-se inalterada por muito tempo e ser usada posteriormente, por conseguinte, poderá ser considerado, um exemplo de preparação definitiva.

#### **2.4.1.3. Método de “Irrigação”**

O método de irrigação permite substituir um meio de montagem de uma preparação por outro de composição diferente, mantendo o material biológico que se pretende estudar. Pode introduzir-se na preparação um corante ou uma solução de diferente concentração. A técnica consiste em colocar com o auxílio de um conta-gotas num bordo da lamela o meio de montagem que se quer introduzir na preparação e no bordo oposto promover a absorção com papel de filtro o meio de montagem que se quer retirar, assim um meio de montagem vai sendo substituído por outro. Este método foi usado na 6ª actividade para se substituírem meios de montagem de diferentes concentrações.

#### **2.4.2. Cromatografia em Papel**

A cromatografia é o nome dado a uma série de técnicas separativas, que foram pela primeira vez usadas em 1903 por Tswett para separar substâncias coradas, donde lhe vem o nome.

Os métodos de separação são muito importantes, pois muitas vezes é preciso isolar substâncias provenientes do mesmo meio ou separá-las para a sua identificação e/ou quantificação. As técnicas cromatográficas constituem um leque de procedimentos que vão desde simples técnicas de bancada até sofisticadas metodologias instrumentais. Todos os métodos cromatográficos têm em comum o uso de duas fases, uma estacionária e outra móvel, através das quais se vão distribuindo os vários componentes da mistura, dependendo as separações do movimento relativo nestas duas fases. Aquela com maior potencialidade didáctica no ensino secundário é a cromatografia em papel, devido à sua simplicidade, facilidade de execução e possibilidade de uso de amostras coloridas. É uma técnica simples que utiliza pequena quantidade de amostra e aplica-se na separação e identificação de compostos polares e iónicos. O papel, que actua como suporte, contém fibras celulósicas constituídos por milhares de unidades de  $\beta$ -D-glicose, ligadas entre si por átomos de oxigénio. Como a água apresenta grande afinidade pelos grupos hidroxílicos das unidades de glicose, ela fica retida por pontes de hidrogénio e funciona como fase estacionária. Os componentes de uma mistura são separados, na cromatografia em

papel, em função do seu deslocamento diferencial, arrastadas pela fase móvel e simultaneamente retidas pela água, de maneira selectiva, dependendo dos coeficientes de partição dos componentes nas duas fases. A acção da capilaridade faz com que a fase móvel percorra o papel de filtro de uma extremidade até à outra.

A técnica foi utilizada na 2ª actividade apresentada no capítulo V deste estudo. As clorofilas e os carotenóides são facilmente solúveis em solventes apolares, pois apresentam extensa porção apolar nas suas moléculas. Assim, é fácil retirar os pigmentos da membrana do tilacóide usando solventes orgânicos, foi usado o álcool etílico a 70%, na separação dos pigmentos fotossintéticos em plantas, na 2ª actividade. Quando um solvente orgânico é utilizado para retirar os pigmentos da membrana do tilacóide quer as clorofilas quer os carotenóides ficam dissolvidos na solução. A solução obtida é verde escura porque as clorofilas estão em maior concentração. No entanto, é possível separar os pigmentos verdes dos amarelo-alaranjados mediante cromatografia simples, usando como veículo de arraste o próprio solvente e como substrato cromatográfico o papel de filtro. O processo de cromatografia ao separar os componentes de uma mistura com base na solubilidade em diferentes solventes ajuda na identificação dos pigmentos usados na Fotossíntese. Como os vários elementos da mistura apresentam diferente solubilidade na fase líquida vão deslocar-se mais ou menos ao longo do papel de filtro. As clorofilas e os carotenóides podem ser separados quando arrastados pelo álcool no papel de filtro devido aos diferentes pesos moleculares e diferentes polaridades que as moléculas possuem. Dois tipos de clorofila podem ser identificados a clorofila *a* de cor verde mais intensa e a clorofila *b* de verde amarelado. Estão presentes também dois tipos de carotenóides, os carotenos de cor amarelo alaranjado e as xantofilas de cor amarela. No cromatograma obtido na 2ª actividade, a clorofila *b* é absorvida mais fortemente do que a clorofila *a*, os carotenóides não são fortemente retidos na fase estacionária, acompanham o solvente e concentram mais próximo do topo do papel, como se observa na figura (Figura II-6).

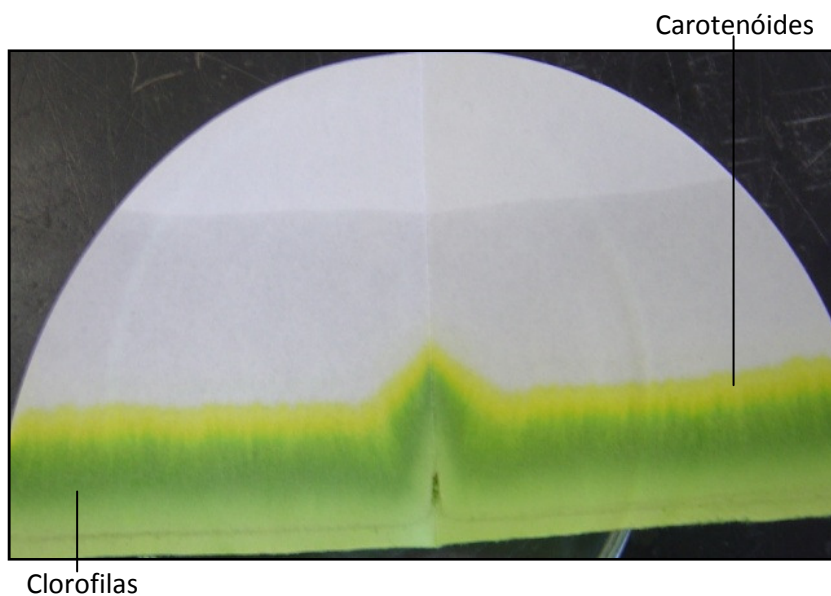


Figura II- 6. Cromatograma com bandas correspondentes aos pigmentos fotossintéticos de uma planta.

### 2.4.3. Teste do Lugol

A célula é um “laboratório bioquímico”, todas as suas funções resultam da interacção das moléculas orgânicas. As moléculas orgânicas mais abundantes nos sistemas vivos são classificadas em Glícidos, Prótidos, Lípidos e Ácidos Nucleícos. As moléculas pertencentes aos grupos referidos têm propriedades específicas podendo ser identificadas por testes químicos simples.

O teste do Lugol é usado na pesquisa de amido, glícido complexo. Foi aplicado na 3ª actividade laboratorial apresentada neste estudo (no capítulo V), em folhas de sardineira. (Figura II-7) A formação de amido é uma das possibilidades de utilização do gliceraldeído-3-fostato no ciclo de Calvin e poderá ser detectado pela solução iodada de Lugol.

Segundo Prado e Casali (2006), o soluto de Lugol obtêm-se juntando 0,1 g de iodo com 0,5 g iodeto de potássio, que se dissolve em 100 ml de álcool etílico a 80%. Para dissolver mais rapidamente os solutos deve agitar-se a solução.

Os polissacarídeos que possuem monómeros de glicose unidos por ligações glicosídicas  $\alpha$ -1,4 tendem a assumir uma conformação helicoidal devido à possibilidade de rotações iguais em torno de ligações entre os átomos que participam da ligação glicosídica. Os monossacarídeos e os oligossacarídeos com número reduzido de monómeros de glicose não apresentam estrutura helicoidal, porque é preciso um número mínimo de monómeros para se formar uma volta da hélice. Os polissacarídeos com ligações glicosídicas beta-1,4 também não apresentam conformação helicoidal, pois a geometria destas ligações beta não permite este tipo de rotação com as suas moléculas, como por exemplo na celulose, têm uma conformação estendida formando fibras. Assim, só os polissacarídeos ou os oligossacarídeos maiores que apresentam estrutura helicoidal, formam complexos coloridos quando interagem com o iodo presente no soluto de Lugol. Segundo Lehninger (1982), numa concentração adequada de iodo, a cor que surge é função do comprimento das hélices. Moléculas de polissacarídeos com regiões curtas de hélice formam complexos avermelhados com o iodo; à medida que essas regiões aumentam, a cor passa para o róseo, roxo e para as moléculas com longas hélices a cor que apresenta é o azul-escuro.



Figura II-7. Fotografia de folhas de sardineira submetidas ao teste do Lugol.  
A – planta exposta à escuridão; B – planta exposta à luz.

Quando uma planta é colocada no escuro, aquando do teste do Lugol nas suas folhas não é detectado amido, em contrapartida quando uma planta saudável bem irrigada é colocada à luz durante várias horas e é submetida ao teste do Lugol as folhas ficam com coloração azul escura, como observado na figura II-7.



*CAPÍTULO III - METODOLOGIA DA  
INVESTIGAÇÃO*

### 3.1. Introdução

A escolha da metodologia a utilizar numa investigação deve fazer-se em função da natureza do problema em estudo. Assim, e como referido anteriormente, foram objectivos deste estudo, diagnosticar os interesses e concepções dos alunos do 10º ano nas temáticas da Biologia das Plantas; determinar se as estratégias envolvendo actividades laboratoriais são motivadoras para os alunos e são eficazes no desenvolvimento de competências conceptuais, procedimentais e atitudinais com vista à construção de conhecimento e na mudança de concepções prévias dos alunos. O plano da metodologia usado foi o seguinte:

- Elaboração de um questionário de diagnóstico e interesses dirigido aos alunos;
- Validação do questionário;
- Aplicação do questionário aos alunos;
- Tratamento e análise dos resultados obtidos;
- Construção de percursos investigativos privilegiando essencialmente as temáticas Fotossíntese e Transpiração;
- Validação dos percursos investigativos pelos orientadores e por professores do grupo de Biologia e Geologia;
- Implementação dos percursos investigativos;
- Elaboração de um questionário de interesses, concepções e avaliação dos percursos investigativos, dirigido aos alunos;
- Validação do questionário;
- Aplicação do questionário aos alunos;
- Tratamento e análise dos resultados obtidos.

A autora assumiu o duplo papel de professora e investigadora.

Para tornar a apresentação mais clara e objectiva, este capítulo está subdividido nas seguintes secções:

- Descrição do estudo (3.2)
- Caracterização da população envolvida (3.3)
- Selecção das técnicas de investigação para a recolha de dados (3.4)
- Elaboração e validação dos instrumentos de recolha de dados (3.5)
- Procedimentos seguidos para a recolha de dados (3.6)
- Métodos utilizados na análise de dados (3.7)

Este capítulo incide essencialmente na recolha de dados através do uso de dois questionários administrados aos alunos, ficando para capítulos posteriores a descrição do trabalho de validação dos percursos investigativos (capítulo IV) e das actividades laboratoriais executadas no âmbito do desenvolvimento dos percursos investigativos (capítulo V).



### **3.2. Descrição do estudo**

O presente estudo visou dar resposta às questões de investigação formuladas, referidas no primeiro capítulo deste trabalho, complementando e valorizando as actividades laboratoriais realizadas (capítulo V). Para tal, foram utilizados como instrumentos de recolha de dados, dois questionários dirigidos a alunos do 10º ano. Também foram elaborados percursos investigativos executados pelos alunos na abordagem das temáticas Fotossíntese e Transpiração, validados pelos orientadores e sete professores do grupo 510 (Biologia e Geologia). Assim, o estudo apresenta-se estruturado em cinco fases distintas, mas articuladas entre si.

Fase I - Desenvolvimento de um estudo que envolveu alunos do 10º ano de escolaridade, na disciplina de Biologia e Geologia. Este estudo visou o diagnóstico/identificação de interesses, perspectivas futuras e concepções relativamente às temáticas Fotossíntese e Transpiração, dos alunos de quatro turmas. Para o efeito, foi aplicado às quatro turmas um questionário. (Anexo I).

Fase II - Os dados obtidos no questionário, efectuado na fase anterior, fundamentaram a concepção e desenho de seis percursos investigativos que permitissem o desenvolvimento de actividades laboratoriais orientadas por princípios construtivistas, nomeadamente, Prevê-Observa-Explica-Reflecte, com orientação de procedimento, segundo Leite (2001), nas temáticas da Fotossíntese e Transpiração.

Fase III - Os percursos investigativos foram validados pelos orientadores deste trabalho e por sete professores de Biologia e Geologia, em acção formativa, que decorreu na Escola onde a investigadora lecciona.

Fase IV - Após a sua validação, implementaram-se as actividades desenhadas em duas turmas leccionadas pela autora.

Fase V - De forma a avaliar a exequibilidade, interesse e adequação dos instrumentos de formação referidos, face aos objectivos e questões definidas para o estudo, aplicou-se um segundo questionário (Anexo II) aos alunos das turmas leccionadas pela autora, após a conclusão dos conteúdos programáticos do 10º ano de escolaridade, na disciplina de Biologia e Geologia.

### **3.3. Caracterização da população envolvida**

Para o desenvolvimento deste trabalho de investigação e tendo em consideração os objectivos definidos para o mesmo, a população-alvo seleccionada integrou os alunos do 10º ano do Curso de Ciências e Tecnologias da Escola Secundária de Henriques Nogueira, sita em Torres Vedras, que frequentavam a disciplina de Biologia e Geologia. A selecção desta Escola deveu-se ao facto da investigadora se encontrar a leccionar nesta instituição.

A população abrangida pelo estudo corresponde numa 1ª fase ao número total dos alunos, isto é, quatro turmas constituídas por 41 raparigas e 43 rapazes, com idades compreendidas entre os 14 e 17 anos. Estes alunos responderam ao primeiro questionário (Anexo I), no final do 1º período escolar.

Numa segunda fase do estudo foram construídos percursos investigativos pela autora, que foram validados pelos orientadores do mestrado e por sete professores da Escola Secundária de Henriques Nogueira, do grupo de Biologia e Geologia, em acção formativa na respectiva Escola, em 6 de Fevereiro de 2008, no 2º período. Finalmente, da população-alvo seleccionada tomou-se como amostra os alunos das duas turmas leccionadas pela investigadora: 39 alunos, 19 raparigas e 20 rapazes, que desenvolveram os percursos investigativos (Capítulo V), no 2º e 3º período escolares e no final do ano lectivo responderam ao 2º questionário (Anexo II).

A selecção da amostra permitiu que a autora fizesse uma observação directa na implementação dos percursos investigativos, o que não foi possível fazer nas outras duas turmas não leccionadas pela investigadora por incompatibilidade de horários, pelo que não foram incluídos na amostra.

A dimensão da amostra seleccionada foi considerada adequada atendendo à natureza exploratória deste estudo, aos instrumentos de recolha de dados escolhidos, aos recursos materiais e humanos possíveis e ao limite de tempo previsto para a conclusão deste trabalho de investigação.

### **3.4. Selecção das técnicas de investigação para a recolha de dados**

No final do primeiro período do ano lectivo 2007/2008 os alunos responderam a um questionário, com que se pretendeu conhecer os seus interesses, projectos de vida e o diagnóstico de conhecimentos sobre as temáticas Fotossíntese e Transpiração. No 2º período e 3º período do mesmo ano lectivo, os alunos executaram os percursos investigativos seguindo a ordem estabelecida no programa de Biologia/Geologia do 10º ano. No final do ano lectivo os alunos responderam a um questionário com a finalidade de avaliarem as actividades realizadas nas temáticas referidas, constatarem/reflectirem acerca das competências desenvolvidas e efectuarem a avaliação formativa dos conhecimentos construídos. A utilização do inquérito por questionário foi considerada adequada pela sua natureza quantitativa, mas também foi usada a técnica de observação directa, quer nas aulas laboratoriais (capítulo V) quer na acção formativa, para os professores (capítulo IV).

A estratégia da observação directa neste tipo de abordagens está sustentada na literatura por (e.g. Lakatos e Marconi, 1990) que afirmam que a observação é um elemento básico da investigação, é uma técnica de recolha de dados, utilizando os sentidos, de modo a obter informação, de alguns aspectos da realidade. Esta estratégia ajuda o investigador a identificar e

obter provas a respeito de objectivos sobre os quais os indivíduos não têm consciência, mas que orientam o seu comportamento.

Segundo Lakatos e Marconi (1990) e Leite e Terrasêca (2001), o investigador é obrigado a um contacto mais directo com a realidade, é um observador aceite, que recorrendo a uma presença relativamente prolongada nos contextos em estudo e a um contacto directo com as acções dos indivíduos observados, capta os discursos e os acontecimentos.

Para Bell (1997), a observação directa pode ser mais fiável, em muitos casos, do que o que as pessoas dizem fazer, ou se comportam da forma como afirmam comportar-se. Quer a observação seja estruturada ou não, participante ou não, o seu papel consiste em observar e registar de forma mais objectiva possível e depois interpretar os dados obtidos.

Algumas questões são postas à validade da utilização desta técnica na opinião de Leite e Terrasêca (2001) e.g. factores que podem provocar distorções na observação, aspectos que se relacionam com valores socioculturais e ideológicos, estados emocionais, formação profissional e necessidades do observador, daí a necessidade de conciliar esta técnica com a administração de questionários permitindo resultados mais abrangentes e fidedignos.

A observação na sessão de trabalho com os professores incidiu essencialmente nas opiniões destes relativamente às dificuldades encontradas (adequação/exequibilidade) no desenvolvimento dos percursos investigativos e à pertinência da implementação dos percursos investigativos no 10º ano. A observação nas aulas laboratoriais (implementação dos percursos investigativos) incidiu fundamentalmente no ambiente de aprendizagem, na adequação das estratégias aos objectivos e na reacção dos alunos às propostas do professor. Estes aspectos são desenvolvidos respectivamente, nos capítulos IV e V.

### **3.5. Elaboração e validação dos instrumentos de recolha de dados**

Nesta secção são clarificados os motivos que levaram a optar pelo questionário e também as vantagens e desvantagens da sua utilização. Numa investigação onde se aplica um questionário, como dizem Hill e Hill (2005), a maioria das variáveis são medidas a partir das perguntas do questionário o que implica que os métodos de investigação incluam os tipos de perguntas usadas, os tipos de respostas associadas às perguntas e as escalas de medida dessas respostas.

A concepção do primeiro e segundo questionário foi orientada por um conjunto de procedimentos articulados. A partir do primeiro questionário foi possível caracterizar a população-alvo, conhecer os seus interesses, projectos de vida/perspectivas futuras, formação e as concepções relativamente à Fotossíntese e Transpiração. A partir do segundo questionário foi possível conhecer as concepções da população-alvo acerca, do interesse, da dificuldade, da avaliação dos percursos investigativos no desenvolvimento de competências e da avaliação na construção do conhecimento conceptual nas temáticas Fotossíntese e Transpiração.

Utilizou-se o questionário como forma de recolher dados que permitissem caracterizar a população em estudo, obter respostas mais precisas e mais rápidas, permitir uma maior uniformidade na avaliação devido à natureza impessoal do instrumento e dado o anonimato em relação ao sujeito inquirido. Os questionários permitiram que a extensão do estudo abrangesse um maior número de alunos e, conseqüentemente, a recolha de um maior número de dados, num intervalo de tempo relativamente curto.

### 3.5.1. Elaboração dos questionários

A elaboração dos questionários teve por base as questões/objectivos de investigação definidas e na bibliografia consultada sobre o assunto.

O questionário é constituído por um conjunto de perguntas formuladas de acordo com os objectivos pretendidos. Segundo Leite e Terrasêca (2001) a qualidade de um questionário exige uma reflexão sobre as perguntas a usar e a previsão das respectivas respostas, de modo a orientar o investigador na utilização das perguntas mais adequadas.

Na elaboração dos questionários teve-se em atenção, os seguintes aspectos:

- O tema objecto da investigação;
- A adequação das perguntas face aos objectivos definidos;
- O tipo de pergunta;
- A ordem das perguntas;
- O espaço entre as perguntas;
- A clareza da linguagem;
- A objectividade das questões, de modo a assegurar que todos os alunos as compreendessem da mesma forma;
- A forma como é registada a resposta.

Segundo Hill e Hill (2005) é útil que na introdução sejam incluídos os seguintes aspectos: Um pedido de cooperação no preenchimento do questionário; a razão da aplicação do questionário; uma apresentação curta da natureza geral do questionário; o nome da instituição; uma declaração formal de confidencialidade das respostas; uma declaração formal da natureza anónima do questionário. Estes aspectos foram considerados na generalidade na elaboração do questionário.

Considerando a classificação de Correia e Pardal (1995), relativa aos diferentes tipos e modalidades de perguntas que um questionário pode apresentar, os questionários elaborados neste estudo usam os seguintes:

**Perguntas de facto** - referem dados concretos de fácil determinação como, sexo, idade, repetência na disciplina de biologia e geologia.

**Perguntas explícitas** - procuram uma informação directa sobre um assunto.

**Perguntas de acção** - dizem respeito a uma acção realizada.

**Perguntas de intenção** - conduzem o inquirido de modo a este revelar a sua atitude face a uma situação que ainda não ocorreu;

**Perguntas de opinião** - o inquirido expõe a sua opinião perante determinada situação, isto é, o que pensa sobre algo.

No que diz respeito à modalidade das perguntas, os questionários apresentam três modalidades de perguntas: abertas, fechadas ou de escolha múltipla.

**Perguntas abertas** - dizem respeito às perguntas que dão ao inquirido ampla liberdade de resposta.

**Perguntas fechadas** - o inquirido tem de escolher uma opção entre as várias fornecidas pelo autor.

**Perguntas de escolha múltipla** - permitem ao inquirido a escolha de uma ou várias respostas de um conjunto apresentado. Podem ser divididas em perguntas em leque e perguntas de avaliação ou estimação.

Nas perguntas em leque, duas situações podem ocorrer: **leque fechado** ou **leque aberto**. Nas perguntas em leque fechado o inquirido escolhe uma entre as várias alternativas de resposta, este não tem oportunidade de manifestar a sua opinião fora da lista fixa de alternativas de resposta. Nas perguntas em leque aberto o inquirido pode escolher uma entre as várias alternativas de resposta ou acrescentar ele mesmo outra alternativa.

Nas perguntas de **avaliação ou estimação** o inquirido opta por uma das várias alternativas de resposta, tal como nas perguntas em leque fechado, só que introduzem o aspecto quantitativo, ou seja, tentam captar os graus de intensidade face a um determinado assunto.

Relativamente às perguntas do tipo fechado, para Hill e Hill (2005) as vantagens deste tipo de questões são a facilidade na aplicação de análise estatística para analisar as respostas e a possibilidade de analisar os dados de uma forma sofisticada. Também, quando existe uma lista fixa de alternativas de resposta a pergunta torna-se mais clara, caso o inquirido tenha alguma dúvida sobre a pergunta, ela pode ser esclarecida pelas categoriais de respostas que podem fazer com que o inquirido se lembre de alternativas que, caso contrário, não seriam consideradas ou seriam esquecidas. Segundo Hill e Hill (2005), as desvantagens destas perguntas são levarem por vezes, a conclusões demasiado simples por serem opções de resposta limitadas.

Um questionário totalmente fechado torna-se rapidamente fastidioso. Apoiando-se nas listas de respostas que são apresentadas, os inquiridos podem reflectir cada vez menos e tomar cada vez menos cuidado com o que dizem. Na tentativa de impedir esta situação nos questionários foram incluídas perguntas de leque aberto que tendem a resolver os problemas de exaustividade das questões fechadas.

### **3.5.1.1. Primeiro questionário**

O primeiro questionário é composto por 15 perguntas. O primeiro conjunto de perguntas destina-se à caracterização dos alunos inquiridos, enquanto a segunda parte se debruça sobre as preferências dos alunos e expectativas destes e a terceira parte diagnostica conhecimentos dos alunos relativos à Fotossíntese e Transpiração.

Na tabela seguinte são apresentados o tipo de perguntas colocadas e os objectivos pretendidos em cada uma delas.

Tabela III-1 – Tipo de perguntas do primeiro questionário e objectivos inerentes a cada pergunta.

Pergunta	Tipo de pergunta	Objectivos	
1.	Facto	Identificar os alunos repetentes	
2.	Facto	Conhecer a idade dos inquiridos	
3.	Facto	Conhecer o sexo dos inquiridos	
4.	Intenção	Saber qual o modo preferido de trabalho dos alunos para o adoptar nas aulas laboratoriais	
5.	Intenção	Saber qual o modo como os alunos aprendem melhor para ver a possibilidade de utilização de trabalho de grupo nas aulas laboratoriais	
6.	Explícita	Conhecer para que fim é utilizado o computador, pois este poderá ser um valioso instrumento nas aulas	
7.	Opinião	Avaliar o interesse dos alunos pelas diferentes áreas	
8.	Explícita	Conhecer os projectos já realizados pelos alunos que poderão de alguma forma ter influência no trabalho laboratorial	
9.	Explícita	Conhecer a área profissional pretendida, a qual constitui um parâmetro a ter em consideração no interesse dos alunos para a biologia	
10.	Acção	Identificar as fontes de informação usadas pelos alunos para construção de conhecimento científico	
11.	Opinião	Avaliar a importância do trabalho laboratorial relativamente à profissão/curso pretendido.	
12.	Opinião	Conhecer a opinião dos alunos acerca da relação C.T.S	
13.	Intenção	Saber qual o interesse dos alunos pelos temas abordados na biologia de 10º ano, com vista a seleccionar os menos apelativos e desenvolver estratégias que os tornem mais apelativos	
14.	14.1.	Facto	Diagnosticar competências conceptuais
	14.2.	Facto	Diagnosticar competências conceptuais
	14.3.	Facto	Diagnosticar competências conceptuais
	14.4.	Facto	Diagnosticar competências conceptuais
	14.5.	Facto	Diagnosticar competências conceptuais
	14.6.	Facto	Diagnosticar competências conceptuais
	14.7.	Facto	Diagnosticar competências conceptuais
	14.8.	Facto	Diagnosticar competências conceptuais
	14.9.	Facto	Diagnosticar competências conceptuais
15.	Intenção	Saber qual a estratégia mais motivadora para a adoptar na abordagem das temáticas menos apelativas para os alunos	

### **3.5.1.2. Segundo questionário**

O segundo questionário é constituído por 7 questões. O primeiro conjunto de perguntas destina-se à caracterização dos alunos inquiridos, enquanto a segunda parte se debruça sobre a avaliação das actividades laboratoriais em termos de interesse, dificuldade e desenvolvimento de competências conceptuais, procedimentais e atitudinais e a terceira parte auto-avalia os conhecimentos conceptuais construídos nos temas Fotossíntese e Transpiração. As questões relativas à auto-avaliação correspondem ao grupo 7 e são a repetição do grupo 14 do primeiro questionário. Na tabela seguinte são apresentados o tipo de perguntas colocadas e os objectivos pretendidos em cada uma delas.



Tabela III -2. Tipo de perguntas do segundo questionário e os objectivos inerentes a cada pergunta.

Pergunta	Tipo de pergunta	Objectivos	
1.	Facto	Conhecer a idade dos inquiridos	
2.	Facto	Conhecer o sexo dos inquiridos	
3.	Opinião	Avaliar o interesse dos alunos pelos percursos investigativos desenvolvidos	
4.	Opinião	Avaliar a dificuldade de execução dos percursos investigativos pelos alunos	
5.	1.1.C.c.	Acção	Auto-avaliar competências conceptuais
	1.2.C.p.	Acção	Auto-avaliar competências procedimentais
	1.3.C.a.	Acção	Auto-avaliar competências atitudinais
	2.1.C.c.	Acção	Auto-avaliar competências conceptuais
	2.2.C.p.	Acção	Auto-avaliar competências procedimentais
	2.3.C.a.	Acção	Auto-avaliar competências atitudinais
	3.1.C.c.	Acção	Auto-avaliar competências conceptuais
	3.2.C.p.	Acção	Auto-avaliar competências procedimentais
	3.3.C.a.	Acção	Auto-avaliar competências atitudinais
	4.1.C.c.	Acção	Auto-avaliar competências conceptuais
	4.2.C.p.	Acção	Auto-avaliar competências procedimentais
	4.3.C.a.	Acção	Auto-avaliar competências atitudinais
	5.1.C.c.	Acção	Auto-avaliar competências conceptuais
	5.2.C.p.	Acção	Auto-avaliar competências procedimentais
	5.3.C.a.	Acção	Auto-avaliar competências atitudinais
	5.4.C.c.	Acção	Auto-avaliar competências conceptuais
5.5.C.p.	Acção	Auto-avaliar competências procedimentais	
5.6.C.a.	Acção	Auto-avaliar competências atitudinais	
6.	Intenção	Saber quais os assuntos biológicos de preferência para os alunos de modo a inferir se os percursos investigativos contribuíram para alteração da tendência inicial	
7.	1.	Acção	Avaliar competências conceptuais
	2.	Acção	Avaliar competências conceptuais
	3.	Acção	Avaliar competências conceptuais
	4.	Acção	Avaliar competências conceptuais
	5.	Acção	Avaliar competências conceptuais
	6.	Acção	Avaliar competências conceptuais
	7.	Acção	Avaliar competências conceptuais

### **3.5.2. Validação dos questionários**

As primeiras versões dos questionários foram submetidas a um processo de validação pelos orientadores da tese. Foi pedido o seu parecer sobre a adequação das questões, clareza de texto, correcção de forma e extensão dos questionários. Foram dadas algumas sugestões a partir das quais foram efectuadas as devidas modificações, sendo concebidas as versões finais dos questionários (Anexos I e II).

### **3.6. Procedimentos seguidos para a recolha de dados**

Os questionários só foram administrados aos alunos após a autorização dada pela Presidente do Conselho Executivo da Escola Secundária de Henriques Nogueira. Para tal, foi realizada uma reunião com a Presidente, onde foi esclarecida acerca do trabalho em curso e à qual se entregou um pedido de autorização (Anexo III). Também a acção de formativa realizada na mesma Escola para os professores foi aprovada em Conselho Pedagógico e constou do Plano Anual de Actividades da Escola.

O primeiro questionário foi aplicado a 30 minutos do término de uma aula de Biologia/Geologia nas 4 turmas e na presença dos respectivos professores. O investigador foi substituído pelo professor da turma no caso da aplicação do 1º questionário em duas turmas não leccionadas pela autora. Os alunos foram informados de que os questionários eram anónimos, que deveriam responder individualmente com a maior correcção (honestidade/imparcialidade), e que após a sua conclusão os deveriam colocar sobre a mesa do professor empilhados uns sobre os outros.

No 2º e 3º período foi proporcionado aos alunos a realização dos percursos investigativos validados em acção de formativa para os professores de Biologia e Geologia da Escola Secundária de Henriques Nogueira.

O 2º questionário foi administrado apenas às turmas leccionadas pela autora do estudo, no final do ano lectivo, após a implementação das actividades laboratoriais e leccionação de todos os conteúdos programáticos emanados pelo Ministério de Educação para a disciplina do 10º ano de escolaridade. Os alunos responderam de forma completa ao protocolo dos questionários, tendo sido previamente esclarecidos acerca dos objectivos gerais da investigação e das instruções de resposta e preenchimento dos questionários, dispondo de 45 minutos para o realizar. Por último, foram tidos em consideração os cuidados metodológicos usuais neste tipo de estudos, designadamente a referência ao anonimato e à confidencialidade das respostas.

### **3.7. Métodos utilizados na análise de dados**

Os questionários foram sujeitos a um procedimento de estatística descritiva usado para analisar os vários tipos de dados recolhidos pela investigação quantitativa. A apresentação dos dados consistiu na construção de tabelas e gráficos (capítulo VI, anexos VI, VII e VIII). No final, efectuou-se uma análise global dos resultados obtidos, tendo sido feita uma análise comparativa entre interesses e concepções demonstrados no início e final do ano lectivo.

O tratamento e análise das respostas foram realizados de acordo com a especificidade de cada questão. Em algumas questões, os dados recolhidos foram analisados do ponto de vista quantitativo pelo cálculo da percentagem das respostas dadas a cada questão; noutras a análise foi fundamentalmente qualitativa, consistindo principalmente na identificação das respostas dadas pelos inquiridos. Relativamente à apresentação dos dados obtidos nas questões de leque fechado, foi privilegiado a utilização de gráficos circulares com a apresentação de percentagens. Quanto às questões de leque aberto os resultados foram apresentados na forma de gráficos de barras. Os resultados das questões repetidas nos dois questionários 13/6 e 14/7 são apresentados em tabelas. A opção por esta forma de apresentação, apesar da sua contribuição, quer para a grande dimensão do capítulo VI, quer para o elevado número de gráficos existente no trabalho, teve como finalidade facilitar a leitura integral dos resultados.



*CAPÍTULO IV - VALIDAÇÃO DOS  
GUIÕES LABORATORIAIS*

#### 4.1. Introdução

Neste capítulo é feita uma apresentação e análise da acção formativa realizada para professores do sub-departamento de Biologia e Geologia da Escola Secundária de Henriques Nogueira, escola onde lecciona a investigadora do presente estudo.

Estiveram presentes na acção, sete professores (todos a leccionar na mesma escola) tendo faltado apenas uma professora por motivo de doença. A acção foi coordenada pela investigadora e pelos coorientadores da Universidade de Aveiro.

O objectivo principal da acção era avaliar a pertinência/enquadramento/exequibilidade de seis guiões laboratoriais. Estes foram desenvolvidos com diferentes abordagens na vertente investigativa, baseados no programa de 10º ano de Biologia e com apoio de manuais escolares. No âmbito desta avaliação, os professores sugeriram adaptações/correcções aos guiões no sentido de melhorar a aplicação destes (nas respectivas temáticas) junto do público-alvo final, os alunos, nas aulas de Biologia. Desta avaliação (e correcções) resultou a validação dos guiões.

Nesta acção desenvolveram-se/implementaram-se percursos investigativos simples e eficazes, com vista a tornar mais acessível e apelativa uma área importante do ensino da biologia nas escolas: a Fotossíntese e Transpiração, áreas temáticas em estudo no mestrado da investigadora.

Para o sucesso deste objectivo, torna-se imperativo implementar e validar os guiões desenvolvidos com outros docentes, que possam também, e não só, ser cativados para estas estratégias, como possam sugerir adaptações e assim melhorar e flexibilizar estes percursos, alargando o seu espectro de aplicação.

Salienta-se ainda, que, intencionalmente, se utilizaram várias estratégias/ferramentas pedagógicas, mas foi reforçado o uso do “V” de Gowin. Esta opção teve como objectivo evitar a rotina e aplicar as ferramentas que, potencialmente, mais se enquadram no objectivo pretendido em cada actividade. Também, como podem existir obstáculos na compreensão de alguns conteúdos científicos (nomeadamente em biologia) por parte dos alunos, há a necessidade de diversificar as estratégias de ensino/aprendizagem, nomeadamente os tipos de trabalho laboratorial (actividades) a implementar nas aulas de biologia.

Dada a importância do trabalho colaborativo/cooperativo na construção de materiais, esta temática será desenvolvida neste capítulo (secção 4.2) seguindo-se uma pesquisa da necessidade da formação contínua de professores (secção 4.3), vias que promovem o sucesso dos alunos.

Para a validação dos guiões apresentados (desenvolvida na secção 4.4.), os professores organizaram-se em dois grupos de trabalho e executaram as actividades laboratoriais usando materiais, equipamento e instalações da Escola Secundária, como é apresentado nas fotografias da figura IV - 1. Posteriormente foram feitos alguns ajustamentos nos percursos administrados aos alunos. Os professores também responderam a um questionário (anexo IX) com intuito de

avaliar a natureza do trabalho prático correntemente realizado pelos docentes do grupo de Biologia e Geologia participantes na sessão de trabalho e otimizar procedimentos laboratoriais nas temáticas Fotossíntese e Transpiração.

Os trabalhos laboratoriais propostos, relacionados com o programa do 10º ano em vigor para a disciplina de Biologia e Geologia são os seguintes:

**1ª Actividade**

- A) Qual o aspecto dos cloroplastos ao Microscópio Óptico (M.O.)?
- B) Como podem ser afectados os movimentos de ciclose?

**2ª Actividade**

Quais são os pigmentos que existem nos cloroplastos?

**3ª Actividade**

Qual a importância dos pigmentos e da luz na produção de compostos orgânicos?

**4ª Actividade**

Qual o aspecto dos vasos da planta responsáveis pela reposição da água perdida por transpiração no mesófilo?

**5ª Actividade**

Como se determina a densidade estomática da superfície foliar de algumas plantas existentes no jardim da Escola?

**6ª Actividade**

Qual o efeito da variação da pressão osmótica nos estomas?

São também apresentadas as sugestões/reflexões dos professores participantes, no sentido da implementação dos guiões laboratoriais e os resultados e análise das suas respostas ao questionário. (secção 4.4.)

## 4.2. A importância do trabalho colaborativo/cooperativo

*Qual o papel do professor no âmbito do desenvolvimento de dispositivos pedagógicos... onde os alunos sejam considerados os seus protagonistas e a sua aprendizagem a finalidade primeira?*  
(Trindade 2002)

É uma questão fundamental em educação. A construção de dispositivos pedagógicos através de trabalho colaborativo/cooperativo entre os docentes é importante, com vista, à melhoria da qualidade de ensino e por conseguinte do sucesso escolar. Como referem Galvão et al. (2006), *“em colaboração, os professores estarão em melhores condições de confrontarem as suas ideias, de aprenderem com quem já experimentou, de questionarem novas estratégias e até terem a coragem de pôrem em causa aquilo que sempre se fez, apenas porque é mais cómodo ou porque isso nos dispensa do esforço de aprender coisas novas.”* (Galvão et al., 2006, p.66). Assim, a dinamização de acções formativas em estratégias de ensino poderão de alguma forma contribuir para a implementação de novos dispositivos pedagógicos. A formação deve incidir em contínuas dinâmicas de desenvolvimento de práticas, sua observação e de reflexão sobre estas.

A reorganização curricular aponta para um ensino das Ciências mais centrado nos alunos, o que implica um empenhamento dos professores na adopção de estratégias variadas de ensino, de modo a desenvolverem-se as competências essenciais. Então, os professores necessitam de uma constante actualização de conhecimentos, competências e disposição e de se sentirem confortáveis ao concretizar o currículo. O currículo é assumido neste trabalho como um conjunto de aprendizagens pretendidas orientado para competências como é definido por Roldão (2005). Para isso, é importante criar situações promotoras de aprendizagens nos professores e que contribuam para o seu desenvolvimento profissional. É preciso transformar as Escolas em comunidades profissionais de aprendizagem. Mas é necessário que os professores se sintam empenhados e dispostos a mudar as suas práticas e que possam discutir os problemas que se colocam, quando se implementam estratégias diferentes das habituais, ora, isto é possível em trabalho colaborativo/cooperativo. Como afirmam Leite e Terrasêca (2001), *“os professores são os elementos centrais e cruciais no desenvolvimento do currículo, nomeadamente quando se trata de implementar e alargar inovações”*. (Leite e Terrasêca, 2001, p. 56)

Segundo Roldão (2007), *“a valorização do trabalho colaborativo no discurso pedagógico em geral associa-se muitas vezes à sua valia relacional e ética. Lê-se frequentemente o valor do trabalho colaborativo de forma idealizada, considerando-o sobretudo como uma” melhor “forma no plano moral, mais solidária e menos competitiva de trabalhar, julgada como positiva no plano do bom relacionamento e da disponibilidade para o outro, independentemente da sua real valia para a resposta à necessidade de ensinar melhor...”* Afirma ainda que *“a prática de ensinar, entendido como fazer aprender, assenta na organização de estratégias que possam responder à complexidade do processo que se quer activar no aluno, multiplicado pelos inúmeros alunos e suas diferenças. Tal complexidade, cada dia mais evidente à medida que a escolarização se amplia e se generaliza, não pode ser trabalhada sem uma colaboração colegial real, entre docentes da mesma*

*área que partilham as dificuldades e especificidades de fazer apropriar aquele conhecimento particular, entre docentes da mesma equipa que partilham o trabalho com os mesmos grupos de alunos, entre elementos de uma escola que partilham um mesmo enquadramento organizacional, ético, e sócio-institucional da actividade de ensinar e de aprender.” (Roldão, 2007, p.24,29)*

Assim, o trabalho colaborativo/cooperativo deve implicar todos os elementos da comunidade educativa com vista ao sucesso dos aprendentes.

Para Perrenoud (2004) a cooperação entre professores é:

- *“Uma fonte de coerência e de continuidade do atendimento aos alunos;*
- *A condição de uma divisão do trabalho mais leve e mais móvel, permitindo construir e fazer evoluir dispositivos de pedagogia diferenciada;*
- *Uma garantia do pluralismo no modo de ver as crianças e suas famílias;*
- *Uma fonte de imaginação didáctica em favor dos alunos em dificuldades ou marginalizados;*
- *Uma condição para manter um ponto de orientação pedagógico, em uma escola, para além dos movimentos das pessoas e dos altos e baixos da moral de cada um;*
- *Um motor de formação contínua comum e de “profissionalização interactiva;*
- *Um “lugar onde renascer” ou, ao menos, uma pequena comunidade na qual se busca a coragem de analisar a sua prática e de inovar;*
- *Uma base de construção de um estabelecimento como “federação de equipas”, o que importa quando se sabe a dificuldade de constituir um corpo docente numeroso como actor colectivo.” (Perrenoud, 2004, p.73)*

Finalizando, Trindade (2002) considera que a promoção da discussão sobre conciliação de interesses, necessidades e saberes dos alunos são uma prioridade em função do novo papel/estatuto que o professor tem nos dias de hoje. Ora, essa discussão/reflexão só é possível se realizada dinamicamente em grupo de trabalho de professores.

### **4.3. Formação contínua de professores**

A importância do trabalho de laboratório no ensino das Ciências tem vindo a ser reforçada, com a implementação das diferentes reformas educativas. A sua promoção requer a utilização de novas técnicas e o desenvolvimento de novas competências nos docentes. Uma formação centrada neste tipo de processo de ensino/aprendizagem permitirá transformar a consciência dos professores e por conseguinte, as suas acções, levando-os a questionar/avaliar a sua prática lectiva, a adquirir alternativas mais autênticas e a serem capazes de avaliar as acções vigentes nos currículos das Ciências dos Ensinos Básico e Secundário. Esta atitude implica, uma formação profissional dos professores baseada na realidade das suas práticas.

Segundo Canário (1995), o ponto de partida mais pertinente do processo formativo é a experiência dos professores. É a reflexão conduzida de modo sistemático e finalizada, que



permite transformar a experiência num saber utilizável. A formação contínua dos professores institui-se, nesta perspectiva, como um processo de formalização da experiência. Afirma ainda que se a formação das pessoas corresponde, em grande medida a um trabalho realizado sobre si próprias. Na formação o professor questiona as suas rotinas procurando meios de adquirir e de mobilizar saberes e competências renovados e actualizados.

Como afirmam Freitas e Freitas (2002), uma formação de professores ao longo da vida, permite-lhes adquirir novos conhecimentos e treinar novas metodologias. Ao apostar-se na formação contínua dos professores disponibilizando tempo para isso e encorajando-os a assumirem, com orgulho profissional, uma autonomia responsável, eles decidirão qual a melhor estratégia a usar, com vista ao sucesso dos seus alunos. No mesmo sentido, Dourado e Freitas (2000) defendem *“que qualquer que seja a modalidade formativa a implementar em conjunção com os currículos escolares, ela deverá ser previamente trabalhada em acções de formação/reflexão que funcionando simultaneamente como projectos de investigação em ensino/aprendizagem das Ciências, concorram para a aquisição de competências imprescindíveis à construção de percursos verdadeiramente alternativos na educação/ ensino das Ciências.”* (Dourado e Freitas, 2000, p.13)

O “Regime Jurídico da Formação Contínua de Professores” contempla as considerações expostas quando define os objectivos fundamentais da formação contínua, no seu artigo 3º, a saber:

- “a) A melhoria da qualidade do ensino e das aprendizagens, através da permanente actualização e aprofundamento de conhecimentos, nas vertentes teórica e prática;*
- b) O aperfeiçoamento das competências profissionais dos docentes nos vários domínios da actividade educativa, quer a nível do estabelecimento de educação ou de ensino, quer a nível da sala de aula;*
- c) O incentivo à autoformação, à prática da investigação e à inovação educacional;*
- d) A aquisição de capacidades, competências e saberes que favoreçam a construção da autonomia das escolas e dos respectivos projectos educativos;*
- e) O estímulo aos processos de mudança ao nível das escolas e dos territórios educativos em que estas se integrem susceptíveis de gerar dinâmicas formativas;*
- f) O apoio a programas de reconversão profissional, de mobilidade profissional e de complemento de habilitações.”* (Decreto-lei nº249/92 de 9 de Novembro).

Os National Science Education Standards emanados pela UE citado em Marques (2004) propõem que *“a formação contínua dos docentes de ciências promova a aprendizagem de uma dada teoria de ensino através da realização de actividades que incentivem os professores a tomar decisões...”* (Marques, 2004, p.31) defendem ainda que as actividades laboratoriais na formação dos professores de ciências são *“momentos privilegiados para a compreensão dos conteúdos científicos desde que, para além da realização de um dado trabalho manipulativo, seja fomentada uma reflexão conjunta sobre as vertentes científica e pedagógica dos temas abordados”* (Marques, 2004, p.31).

Pelo que foi referido torna-se evidente que é cada vez mais necessário, numa sociedade em constante mudança, e, com a massificação do ensino, que o professor recorra a uma formação contínua, mais transdisciplinar, diversificada e reflexiva com vista a desenvolver: uma postura de investigação que fomenta uma preocupação com a selecção de metodologias de rigor; uma atitude de aceitação de ideias sustentadas reconhecendo os erros; uma visão mais sustentada e abrangente do processo educativo social e culturalmente enquadrado. Por outro lado, como é defendido por Venâncio e Otero (2002), torna-se necessário que a escola implemente estratégias de reforço e de revalorização do significado de uma nova cultura básica, no sentido de que esta seja mais polivalente do que especializada, de forma a capacitar o indivíduo para a aquisição de conhecimentos e competências ao longo de toda a vida.

#### **4.4. Acção formativa**

##### **4.4.1. Objectivos**

Os objectivos da acção formativa visaram:

- a) Apresentar o objecto de estudo;
- b) Promover o diálogo e a cooperação entre os professores, contribuindo para o tratamento de determinadas áreas temáticas de uma forma integrada e participada;
- c) Questionar, reflectir e discutir práticas dos professores acerca do trabalho laboratorial;
- d) Recolher e analisar as descrições dos professores relativo à implementação dos percursos investigativos;
- e) Analisar os percursos investigativos desenvolvidos com identificação de problemas passíveis de resolução, reapreciação e redefinição dos problemas detectados;
- f) Reflectir sobre os percursos investigativos com vista à sua pertinência face ao objecto de estudo – Fotossíntese e Transpiração - sua relevância curricular e as suas potencialidades para o desenvolvimento de percursos laboratoriais exequíveis no decurso da acção e transponíveis para cenários reais de Escolas Secundárias.

Após uma introdução teórica sobre as temáticas abordadas e de terem sido esclarecidos os objectivos pretendidos, os trabalhos prosseguiram com a análise e execução parcial dos guiões laboratoriais pelos professores.

#### 4.4.2. Metodologia

Na sessão de trabalho os professores, organizados em dois grupos foram convidados a reflectir e a debaterem situações e problemas no desenvolvimento de seis percursos investigativos que lhes foram fornecidos (Anexo IV). Definiu-se que o eixo de reflexão incidiria sobre se as actividades apresentadas seriam formas de gerir o currículo centrando-o nas aprendizagens dos alunos, ou seja, se o enquadramento/exequibilidade/pertinência dos percursos investigativos se coadunavam com o currículo. Prevaleceu a preocupação de que o objecto de estudo e todos os percursos investigativos estivessem integrados nos conteúdos programáticos e fossem desenvolvidos durante os tempos lectivos das aulas.

Desde o inicio se percebeu o entusiasmo e profissionalismo com que os professores se empenharam em todas as actividades. A riqueza das experiências e vivências dos intervenientes foram importantes na realização das actividades e na interacção que se estabeleceu, provavelmente, por todos os professores apresentarem uma prática de ensino superior a dez anos. Uma investigação efectuada por Marques (2004) revela que *“a assunção da formação contínua como meio de avaliação e progressão profissional dos docentes foi desvalorizada pelos professores com dez ou mais anos de serviço, pois já terá ocorrido nestes docentes a transição para uma concepção mais pessoal do ensino devido a uma mudança de percepção e de expectativas quanto à qualidade e aos resultados do ensino praticado.”* O mesmo autor também constatou que, *“a vontade de participar ou intervir na vida escolar de uma forma mais dinâmica tenderá acentuar-se com a experiência acumulada num campo social – o ensino – cuja complexidade, uma vez reconhecida, suscitará nos professores uma reflexão mais intensa sobre a prática lectiva e o desenvolvimento de uma visão abrangente e integrada dos diferentes componentes e factores da educação escola”* (Marques, 2004, p.84).

#### 4.4.3. Resultados e discussão de resultados

À medida que os professores percorriam os percursos investigativos era sempre solicitado que analisassem e que indicassem ajustamentos a introduzir. Importa destacar que a metodologia seguida nesta sessão permitiu também a clarificação de alguns conceitos biológicos. A execução das actividades (Figura IV -1) permitiu detectar fragilidades no guião (Anexo IV) e fazer reajustamentos.



Figura IV-1. Professores participantes na sessão de trabalho validando os guiões laboratoriais.

Os professores apontaram para aspectos importantes a serem corrigidos e melhorados que levaram a pequenas reformulações nos guiões laboratoriais. Das análises e reflexões realizadas formou-se um conjunto de registos. Descrever-se-ão de seguida resumidamente as especificidades inerentes às várias fases e o modo como foram vivenciadas pelos professores nos grupos de trabalho.

### 1ª Actividade

- A) Qual o aspecto dos cloroplastos ao M.O.?
- B) Como podem ser afectados os movimentos de ciclose?

Aquando da execução da actividade por parte dos docentes, alguns dos professores levantaram o problema de nem sempre ser possível a observação de movimentos de ciclose e que quando ocorre esta situação os alunos ficam um pouco perdidos e desmotivados pelo que a autora alertou para duas situações que poderão de alguma forma influenciar os resultados: as condições fisiológicas da *Elodea* e os factores ambientais (como a luz e a temperatura). Se as condições não forem óptimas, o movimento de ciclose provavelmente não é visível na observação microscópica. Para evitar esta possibilidade foi aconselhado que antes de se iniciar a actividade deve colocar-se a *Elodea* seleccionada (mais verde) a luz directa. Também, foi sugerido por alguns docentes a pertinência do uso de algas para observação de cloroplastos com aspecto diferentes (e.g. espirogira). Levantaram-se dúvidas quanto à contextualização da segunda parte da actividade (Como podem ser afectados os movimentos de ciclose?). Após alguma reflexão e diálogo entre os docentes considerou-se que uma vez que a execução da actividade pelos alunos, ocorre após a leccionação da temática: “Constituintes básicos da célula” faz sentido a sua implementação, permitindo aos alunos relacionarem/articularem assuntos. Assim, os alunos tem oportunidade de observar organelos celulares e visualizar um fenómeno relacionado com a função proteica, reconhecendo que a unidade biológica não se limita às características estruturais e funcionais mas que também se revela a nível molecular.

### 2ª Actividade

Quais são os pigmentos que existem nos cloroplastos?

Foi considerada uma actividade “tradicional”, que se realiza há alguns anos no ensino e até é uma actividade sugerida no programa de Biologia de 10º ano. Para introduzir inovação e vertente investigativa foi usado o “V” epistemológico de Gowin. Segundo Cachapuz et al (2002), este ajuda à delimitação do problema a investigar, bem como a uma maior clareza dos objectivos a perseguir e à definição das hipóteses de trabalho, potencializa a realização, com eficiência, de um diálogo necessário entre a parte esquerda do V – parte teórica, dos princípios e das teorias de base, epistemologicamente relevante – e a parte direita do V – de índole metodológica, do fazer, mais de manipulação de variáveis, de análise e interpretação de dados. Alguns professores limitam-se a seguir o protocolo tradicional, ou seja, executam uma actividade ilustrativa, segundo Leite (2001).

Inicialmente pensou usar-se como material biológico o agrião, por consenso grupal, optou-se por permitir que os alunos usassem uma planta à sua escolha, trazida por eles de sua casa.

### **3ª Actividade**

Qual a importância dos pigmentos e da luz na produção de compostos orgânicos?

A vivência de algumas dificuldades na realização desta actividade por alguns professores com menos experiência no desenvolvimento de trabalho laboratorial, muito semelhante às sentidas pelos alunos quando confrontados com situação similar, levou os professores a sugerir que neste percurso investigativo fosse introduzido uma orientação de procedimento, substituindo o tipo de actividade, P.O.E.R, sem orientação de procedimento, segundo Leite (2001), proposta inicialmente pela autora. Inicialmente o procedimento apresentado, a efectuar pelos alunos, seria menos dirigido apelando a uma maior autonomia dos alunos, de modo a que através de pesquisa seleccionassem a metodologia mais correcta para a determinação do amido nas folhas das plantas. Não era uma actividade com elevado grau de estruturação, ou seja, não informava os alunos sobre o procedimento a seguir, remetendo-os para um papel cognitivamente activo. Os docentes consideraram ser mais eficaz orientar os alunos no procedimento laboratorial, para possibilitar um maior desenvolvimento de competências conceptuais e procedimentais. Consideraram ainda, que os alunos no 10º ano apresentam algumas dificuldades em fazer investigação, apresentando pouca autonomia e que portanto, necessitam em primeiro lugar de adquirir técnicas laboratoriais para depois começarem a fazer investigação. Segundo um professor, “nem a Escola é um instituto de investigação, nem o aluno é um investigador”, pelo que deverão ser feitas as devidas transposições didácticas. Assim, embora devam apresentar um grau de abertura considerável, será fundamental a inclusão de directrizes que permitam definir claramente o objectivo da tarefa, pois os alunos dificilmente conseguem levar a cabo uma investigação mais exigente se não lhes forem facultadas orientações, como, por exemplo, sugestões sobre variáveis a considerar, sugestões para a planificação da actividade e indicação do material disponível.

No guião final para os alunos, contemplou-se a sugestão dos participantes na acção, pelo que esta actividade revela uma maior orientação procedimental (Anexo V).

### **4ª Actividade**

Como se determina a densidade estomática da superfície foliar de algumas plantas existentes no jardim da Escola?

Para os participantes da sessão foi considerada uma actividade interessante pois segundo os professores logo à partida permite aos alunos desenvolver as seguintes competências:

- Envolve os alunos com o seu meio envolvente alertando-os para problemáticas ambientais;
- Permite que adquiram técnicas de construção de cópias de material biológico;
- Estimula a divulgação de resultados à comunidade escolar através da elaboração de painéis/cartazes científicos.

Após a análise dos guiões laboratoriais e execução destes, considerou-se que o conhecimento sobre o transporte de água nas plantas é fundamental para uma maior compreensão das trocas gasosas e sua relação. A reflexão promovida com vista à ampliação do sucesso dos alunos sustentou que esta actividade passasse a ser administrada depois da 6ª actividade implementada nesta acção formativa, pelo que a sequência em que vai ser administrada aos alunos foi alterada, seguindo também a sequência proposta no programa de 10º ano relativamente à Biologia. Será a actividade número cinco em vez de quatro. Também foi considerado que a implementação desta actividade envolve um número significativo de aulas (pelo menos 3 aulas: a primeira aula para análise e execução do procedimento, a segunda aula para pesquisa bibliográfica e selecção de materiais para construção do poster e a terceira aula para a construção do painel) o que implica uma planificação cuidada dos conteúdos programáticos a leccionar de forma a poder concluir-se o programa. Na implementação do percurso aos alunos a sugestão de calendarização/distribuição da actividade por 3 aulas foi contemplada.

### **5ª Actividade**

Qual o efeito da variação da pressão osmótica nos estomas?

Na generalidade os professores acharam que era uma actividade que apresentava conceitos difíceis para os alunos. Mas apesar disso, foi considerada muito pertinente, pois dando tempo aos alunos para reverem os assuntos e a relação entre eles, a actividade permite uma interligação/articulação dos conteúdos transporte membranas/fotossíntese/transpiração, por outro lado é uma actividade sugerida no programa de Biologia do 10º ano. O apelo ao raciocínio permite o desenvolvimento de competências conceptuais e procedimentais que serão alvo de avaliação em exame nacional de final de ciclo.

A sequência a aplicar aos alunos foi alterada, passando a ser a última actividade a implementar, das seis actividades propostas.

### **6ª Actividade**

Qual o aspecto dos vasos da planta responsáveis pela reposição da água perdida por transpiração no mesófilo?

Foi considerada uma actividade pertinente para evidenciar a importância das normas/regras de segurança no manuseamento do material de laboratório, bem como para permitir a aquisição e aperfeiçoamento da técnica de cortes finos, técnica que os alunos do 10º ano de escolaridade têm de mobilizar. Também se reforçou que a utilização das lâminas de barbear para a obtenção de cortes finos permite desenvolver a competência de perseverança, pois provavelmente, os alunos terão de realizar várias preparações de material biológico até optimizarem os resultados. Foi alterada a sequência de aplicação da actividade aos alunos, passou a ser a quarta, pelas razões já referidas anteriormente.

Um aspecto a realçar, diz respeito à comprovação de que estas actividades podem ser aplicáveis em contexto real nas Escolas promovendo o ensino das ciências.

O clima de informalidade que se incutiu a esta acção formativa permitiu numa fase final fazer uma avaliação das actividades desenvolvidas e a recolha das concepções e perspectivas acerca do trabalho laboratorial desenvolvido por cada docente nas suas práticas lectivas e da sua implementação, através da administração de um questionário (Anexo IX).

#### **4.4.4. Apresentação e análise de resultados do questionário administrado aos professores**

O questionário (Anexo IX) validado pelos orientadores do mestrado foi dirigido aos sete professores participantes na acção formativa.

Os resultados das análises apresentam-se, após transcrição da pergunta a que se referem.

- **De acordo com a sua experiência, qual a preferência dos alunos em relação aos temas abordados na Biologia do 10º ano?**

Os professores participantes na acção, todos com uma experiência de leccionação superior a dez anos foram de opinião que os assuntos que menos agradam aos alunos estão relacionados com a Biologia das Plantas, nomeadamente, Transporte nas Plantas e Transpiração e que os conteúdos que lhes interessam mais são a Célula e o Transporte nos Animais. Um professor nunca leccionou as temáticas Regulação Nervosa e Hormonal em Animais e Hormonas Vegetais pelo que não opinou em relação às preferências dos alunos nesses temas. Estes dados são uma achega à percepção da autora deste estudo sobre as preferências dos alunos (Tabela IV-1).



Tabela IV-1. Preferências dos alunos segundo as percepções dos professores participantes na acção formativa.

TEMAS	N=7 PREFERÊNCIAS DOS ALUNOS			
	Interessa-lhes muito	Interessa-lhes um pouco	Não lhes interessa	Não sabe
Biosfera	3	4	-	-
Célula	5	2	-	-
Obtenção de materiais pelos animais	4	3	-	-
Fotossíntese	2	5	-	-
Transpiração	-	5	2	
Transporte nas Plantas	-	4	3	
Transporte nos Animais	5	2	-	-
Transformação e Respiração	2	5	-	-
Trocas gasosas em seres multicelulares	4	2	1	-
Regulação nervosa e hormonal em animais	4	2	-	1
Hormonas vegetais	2	4	-	1

- **Das actividades laboratoriais desenvolvidas, quais as que considera mais apelativas para os alunos?**

Questionados acerca das actividades que constavam do guião que eram mais apelativas para os alunos, as opiniões divergiram, mas foi consensual que as actividades (1,2) do guião laboratorial eram muito apelativas para os alunos enquanto as (5,6) eram pouco apelativas (Tabela IV-2). Justificaram que estas últimas actividades tratavam temáticas pouco atraentes para os alunos e pouco relacionadas com o quotidiano dos mesmos. Todavia, considerou-se importante a implementação das actividades (5,6), com vista, a verificar o seu grau de aceitação pelos alunos e porque seguiam os conteúdos programáticos.

Consideram que o desenvolvimento de actividades laboratoriais poderá ser um meio de promover o interesse e o sucesso nas temáticas menos interessantes para os alunos.

As duas professoras que também leccionavam o 10º ano, mostraram-se interessadas em implementar os percursos laboratoriais com as respectivas alterações e na sequência definida, aos seus alunos, pois conseguiram obter um grau de conforto que lhes permite utilizá-los na sua prática lectiva, o que mostrou um bom “feedback” da acção.

Tabela IV-2. Preferências dos alunos pelas actividades desenvolvidas segundo a percepção dos professores participantes na acção formativa.

ACTIVIDADES	PREFERÊNCIAS DOS ALUNOS N=7		
	Muito apelativa	Pouco apelativas	Nada apelativas
1ª Actividade	6	1	-
2ª Actividade	7	-	-
3ª Actividade	4	3	-
4ª Actividade	3	4	-
5ª Actividade	2	5	-
6ª Actividade	3	4	-

- **Qual a frequência dos diferentes tipos de actividades laboratoriais que decorrem nas suas aulas?**

Um professor não respondeu a esta questão. Os restantes professores responderam que bastantes vezes aplicam actividades laboratoriais em que os alunos em grupo fazem verificações e algumas vezes desenvolvem actividades em que os alunos fazem pesquisas supervisionadas pelo professor alegando que as últimas envolvem muito tempo, pois reconhecem que os alunos necessitam de ferramentas conceptuais e procedimentais que os habilitem a conceberem e executarem com significado e sentido um plano laboratorial (Tabela IV-3).

Em contrapartida, os professores mostraram preocupação no cumprimento do programa salientando que até é um aspecto a ter em consideração no novo estatuto de avaliação dos professores.

Tabela IV-3. Frequência de diferentes tipos de actividades laboratoriais usados pelos professores participantes na acção formativa.

Tipos de actividades laboratoriais	Frequência N=7			
	Nunca	Algumas vezes	Bastantes vezes	Sempre
Demonstrações feitas por si	3	3	-	-
Verificações feitas pelos alunos de forma individual	4	1	1	-
Verificações feitas pelos alunos em grupo	-	1	4	1
Pesquisas feitas pelos alunos, supervisionadas pelo professor	-	5	1	-

- **Qual a frequência com que utiliza os diferentes tipos de guiões laboratoriais aquando da realização de actividades laboratoriais nas suas aulas?**

Relativamente à frequência da utilização dos diferentes tipos de guiões laboratoriais, a maioria dos professores algumas vezes usavam (Tabela IV-4):

- Os guiões do manual escolar ou de outros;
- Adaptados por si ou por outros professores a partir de documentos científicos/didáticos e a partir de manuais escolares;
- Elaborados por si;
- Elaborados por si e outros professores;
- Elaborados por outros professores.

Pelos dados obtidos pode inferir-se que existe alguma prática no trabalho cooperativo/colaborativo entre os professores participantes na sessão de trabalho, pois cinco professores participantes na acção formativa algumas vezes usavam guiões laboratoriais, adaptados por si e por outros professores a partir de documentos científicos/didáticos e a partir de manuais escolares e elaborados por si e outros professores. Esta prática poderá tornar-se mais frequente à medida que se vão desenvolvendo acções formativas deste tipo.

Poucos são os professores que algumas vezes usaram guiões adaptados pelos alunos, com base em manuais e com supervisão do professor, uma das justificações é que a estratégia envolve algum tempo com já foi referido anteriormente.


Tabela IV-4. Frequência de utilização de diferentes tipos de guiões pelos professores participantes na acção formativa.

TIPOS DE GUIÕES LABORATORIAIS	FREQUÊNCIA DE UTILIZAÇÃO N=7			
	Nunca	Algumas vezes	Bastantes vezes	Sempre
Os do manual ou de outros	-	5	2	-
Adaptados por si, a partir de manuais escolares	1	2	4	-
Adaptados por si, a partir de documentos científicos/didáticos	1	5	1	-
Adaptados por si e outros professores, a partir de manuais escolares	1	5	1	-
Adaptados por si e outros professores, a partir de documentos científicos/didáticos	2	5	-	-
Elaborados por si	3	3	1	-
Elaborados por si e outros professores	1	5	1	-
Elaborados por outros professores	1	6	-	-
Adaptados pelos alunos, a partir de manuais, com a supervisão do professor	4	3	-	-

Os professores mostraram ainda, preocupação na escassez de tempo para planificarem actividades diferentes que possam ser favorecedoras de um ensino com melhores perspectivas de aprendizagem, pois as solicitações da escola para outras tarefas que não sejam a leccionação e preparação de aulas são cada vez maiores. Como dizem Leite e Terrasêca (2001) e Malik (2003) há falta de tempo para o desenvolvimento dos professores como actores do ensino pois estes estão sobrecarregados com as pressões ministeriais.

A acção formativa contribuiu para os professores falarem dos problemas mais frequentes nas suas aulas e reflectirem sobre a importância das aulas práticas que envolvem o laboratório no processo de ensino/aprendizagem das Ciências e tiveram a oportunidade de desenvolver uma prática laboratorial diversificada.

A qualidade do trabalho laboratorial como salienta Leite (2004) passa não só pela utilização de actividades de tipos diversificados, adequadamente seleccionadas e executadas com vista aos objectivos a atingir, mas também pela avaliação da consecução destes objectivos com recurso a técnicas de avaliação devidamente seleccionadas, estas técnicas poderão com pertinência ser seleccionadas e melhoradas em sessões de trabalho supervisionadas de professores nas próprias Escolas onde leccionam ou nas Instituições de Ensino Superior.



*CAPÍTULO V - PERCURSOS  
INVESTIGATIVOS*

### **5.1. Introdução**

Neste capítulo é feita uma descrição da implementação dos percursos investigativos, reajustados, (na acção formativa com os professores do grupo de Biologia/Geologia, da Escola Secundária de Henriques Nogueira) aos alunos de 10º ano, na disciplina de Biologia/Geologia, durante o presente estudo.

As actividades laboratoriais realizadas foram as seguintes:

#### **1ª Actividade**

C) Qual o aspecto dos cloroplastos ao M.O.?

D) Como podem ser afectados os movimentos de ciclose?

#### **2ª Actividade**

Quais são os pigmentos que existem nos cloroplastos?

#### **3ª Actividade**

Qual a importância dos pigmentos e da luz na produção de compostos orgânicos?

#### **4ª Actividade**

Qual o aspecto dos vasos da planta responsáveis pela reposição da água perdida por transpiração no mesófilo?

#### **5ª Actividade**

Como se determina a densidade estomática da superfície foliar de algumas plantas existentes no jardim da Escola?

#### **6ª Actividade**

Qual o efeito da variação da pressão osmótica nos estomas?

Todas as actividades implementadas apresentam uma proposta/sugestão de resolução em anexo (Anexo 5).

Numa primeira parte deste capítulo é feito o enquadramento programático de cada actividade abordando as competências conceptuais, procedimentais e atitudinais desenvolvidas na globalidade (secção 5.2), ao qual se segue uma pesquisa sobre, o “V” de Gowin na construção do conhecimento científico (secção 5.3.) e a divulgação de trabalhos científicos por poster (secção 5.4.). Por fim, descreve-se a implementação dos percursos investigativos e os aspectos considerados importantes para a optimização dos mesmos (secção 5.5.).

### **5.2. Enquadramento das actividades no programa da disciplina de Biologia/Geologia de 10º ano**

O programa da componente de Biologia da disciplina de Biologia/Geologia do 10º e 11º ano forma um todo coerente com fim à construção de uma sólida literacia em biologia. Define três objectivos gerais a saber:

*“1º – A construção de um sólido conjunto de conhecimentos, quer explícitos nas unidades didácticas quer nos implícitos e decorrentes da implementação do programa.*

*2º – O reforço das capacidades de abstracção, experimentação, trabalho em equipa, ponderação e sentido de responsabilidade que se consideram alicerces relevantes na Educação para a Cidadania.*

*3º – A interiorização de um sistema de valores e assunção de atitudes que valorizem os princípios de reciprocidade e responsabilidade do ser humano perante todos os seres vivos, em oposição a princípios de objectividade e instrumentalização característicos de um relacionamento antropocêntrico.” (DES -Programa de Biologia – Geologia, p.66-67).*

Considera ainda que *“os conteúdos conceptuais dizem respeito ao conhecimento, compreensão e aplicação de conceitos, factos, princípios e teorias. Os conteúdos procedimentais descrevem os passos a seguir, ou procedimentos, adequados para a compreensão de processos, leis ou fenómenos, bem como os aspectos que geram no aluno habilidades e destrezas. Os conteúdos atitudinais referem-se às atitudes que se pretende que os alunos desenvolvam face aos conhecimentos e aos trabalhos científicos (rigor, curiosidade, objectividade, perseverança...) e às implicações que daí decorrem para a forma como os alunos passam a perspectivar a sua própria vida, a dos outros e a da biosfera em geral.” (DES – Programa de Biologia – Geologia, p.70).*

Sugere que a abordagem metodológica deverá ponderar o desafio, entre outros, de valorizar o trabalho prático como parte integrante e fundamental dos processos de ensino e aprendizagem dos conteúdos. A implementação do trabalho prático deverá perspectivar a necessidade de encontrar respostas para questões definidas.

O nível de abordagem sugerido pelo programa para as temáticas desenvolvidas nos guiões laboratoriais apresentados neste estudo é o seguinte:

- *“Nas plantas, a fotossíntese deve ser abordada inicialmente, como um processo de produção de compostos orgânicos a partir de nutrientes inorgânicos que ocorre, essencialmente, nos cloroplastos. O nível de aprofundamento deve ser o indispensável para ser compreendida como um processo de transferência de energia luminosa em energia química armazenada sob a forma de moléculas de glicose.*
- *O planeamento e execução de procedimentos laboratoriais, de cariz experimental, que permitam recolher evidências sobre a síntese de matéria orgânica. Por seres autotróficos em presença de luz e detectar (extrair e separar) a presença de pigmentos fotossintéticos. Com material simples poder-se-ão realizar as seguintes actividades: identificação do amido com soluto de Lugol, maceração de estruturas fotossintéticas, solubilização de pigmentos em álcool e cromatografia em papel.*
- *Interpretação de dados experimentais relativos às trocas gasosas dependentes dos mecanismos de abertura e fecho dos estomas e montagem extemporânea de folhas para observar os estomas aproveitando a oportunidade para observar os cloroplastos.*
- *A distribuição de matéria permite perspectivar o estudo dos sistemas vasculares como adaptações evolutivas ao meio terrestre. A ênfase é colocada na função, sendo o aspecto*

*estrutural referido a título exemplificativo das soluções funcionais.” (DES - Programa de Biologia – Geologia, P.83-85).*

As actividades desenvolvidas no âmbito deste estudo são de natureza laboratorial, na versão de Marques, et al. (2001) o trabalho laboratorial desenvolve estratégias de índole investigativa, promove o diálogo teoria – prática, valoriza perspectivas de refutação e permite o debate de opiniões. Em todas as actividades laboratoriais desenvolvidas houve o cuidado de partir de questões problemáticas e percorrem-se caminhos de reflexão.

As actividades desenvolvidas pelos alunos estão enquadradas nos conteúdos conceptuais do programa de Biologia da disciplina de Biologia - Geologia 10º ano (tabela V-1).

Tabela V-1. Enquadramento das actividades laboratoriais no programa de Biologia de 10ºano.

Actividades	Conteúdos conceptuais
<p style="text-align: center;"><b>1ª Actividade</b></p> <p>A)Qual o aspecto dos cloroplastos ao M.O.? B)Como podem ser afectados os movimentos de ciclose?</p>	<p>Estrutura básica das células vegetais</p>
<p style="text-align: center;"><b>2ª Actividade</b></p> <p>Quais são os pigmentos que existem nos cloroplastos?</p> <p style="text-align: center;"><b>3ª Actividade</b></p> <p>Qual a importância dos pigmentos e da luz na produção de compostos orgânicos?</p>	<p>Obtenção de matéria pelos seres autotróficos - Fotossíntese</p>
<p style="text-align: center;"><b>4ª Actividade</b></p> <p>Qual o aspecto dos vasos da planta responsáveis pela reposição da água perdida por transpiração no mesófilo?</p>	<p>Transporte nas Plantas - Xilema</p>
<p style="text-align: center;"><b>5ª Actividade</b></p> <p>Como se determina a densidade estomática da superfície foliar de algumas plantas existentes no jardim da Escola?</p> <p style="text-align: center;"><b>6ª Actividade</b></p> <p>Qual o efeito da variação da pressão osmótica nos estomas?</p>	<p>Trocas gasosas em seres multicelulares - Plantas</p>



Os conteúdos conceptuais referidos na tabela foram leccionados seguindo o modelo de ensino construtivista, recorrendo à implementação de actividades laboratoriais elaboradas segundo a perspectiva, “Prevê-Observa-Explica-Reflecte”, com orientação de procedimento de acordo com Leite (2001), das quais se apresentam os respectivos guiões com proposta/sugestão de desenvolvimento em anexo (Anexo V).

Ao construírem-se os guiões laboratoriais adaptados de manuais escolares e, tendo em conta o currículo, ambicionou-se que as actividades constituíssem oportunidades para que os alunos desenvolvessem competências conceptuais, procedimentais e atitudinais que serão especificadas na secção (5.5.) deste capítulo. As competências gerais desenvolvidas na globalidade das actividades são as seguintes:

**Competências Conceptuais:**

Aplicar conceitos já aprendidos noutros contextos.

**Competências Procedimentais:**

Desenvolver técnicas de manuseamento de material de laboratório.

Planificar e realizar actividades laboratoriais.

Recolher, organizar e interpretar dados de natureza diversa.

Identificar problemas biológicos e construir hipóteses científicas.

**Competências Atitudinais:**

Motivar para o estudo dos conteúdos dos programas disciplinares.

Questionar/analisar a informação fornecida e/ou obtida no laboratório.

Desenvolver o gosto pelas práticas laboratoriais.

Realizar com empenho, confiança, autonomia e responsabilização actividades laboratoriais e trabalhos de grupo.

Desenvolver atitudes inerentes ao trabalho individual e cooperativo.

Reconhecer a importância do contexto social, económico e tecnológico na evolução da Ciência.

Vale a pena descobrir as competências dos alunos, não impondo percursos investigativos fechados, mas com directrizes delineadas onde se vai construindo conhecimento em cada etapa, procurando motivar-se os alunos para aprender, para avançar, para a importância da sua participação, para o processo de aula /pesquisa e para as tecnologias a usar.

Concorda-se com Leite (2001) quando diz que o trabalho laboratorial deve usar-se, se este servir para melhorar a qualidade da aprendizagem dos alunos.

### 5.3. O “V” de Gowin na construção do conhecimento científico

O “V” de Gowin foi criado por Gowin em 1977, a pensar na aprendizagem significativa do aluno como processo pessoal de produção de conhecimento. Segundo Novak e Gowin (1984) *“Os estudantes têm de ser ajudados a reconhecer quais os acontecimentos ou objectos que eles estão a observar, quais os conceitos que eles já conhecem que se relacionam com estes acontecimentos ou objectos, e quais os registos que vale a pena fazer.”* (Novak e Gowin, 1984, p.22).

Optou-se pela utilização do “V” heurístico adaptado de Novak et al. (2000), como mostra a figura V-1, no desenvolvimento das 2ª, 3ª, 4ª e 6ª actividades, uma vez que este permite segundo o mesmo autor ajudar os alunos, a organizarem o seu pensamento, a agirem de um modo mais eficaz, produtivo e responsável.

O facto de os alunos terem tido pouco ou nenhum contacto com esta metodologia, justificou a necessidade da sua utilização em quatro percursos investigativos e de também terem sido administrados parcialmente construídos, orientando os alunos no seu preenchimento à medida que iam desenvolvendo os percursos investigativos. Segundo Leite (2001) o “V” de Gowin, obriga os alunos a sintetizar e a reorganizar as informações fornecidas pelo diagrama contribuindo para o desenvolvimento de capacidades de síntese, permitindo também, ajudar os alunos a delimitar o problema a investigar, a reconhecer a relação existente entre o que já conhecem e os novos conhecimentos que estão a construir.

Segundo Novak (2000), *“O V de Gowin mostra elementos epistemológicos chave que estão envolvidos na construção ou descrição do conhecimento novo. Todos os elementos interagem uns com os outros no processo da construção do novo conhecimento, ou na produção de juízos, ou na procura da compreensão destes para qualquer conjunto de factos ou questões”* (Mintzes et al., 2000, p. 35).

Na parte esquerda do “V” estão a teoria, princípios e conceitos. As teorias organizam os conceitos e os princípios de modo a descreverem acontecimentos e afirmações acerca de acontecimentos, são mais amplas e inclusivas que os princípios e podem abranger várias dezenas de princípios e de conceitos. Os princípios dizem-nos como se apresentam ou se comportam os acontecimentos e os objectos, enquanto as teorias nos dizem porque é que se apresentam ou se comportam assim. Os acontecimentos e objectos segundo Novak (2000) estão na base da construção do conhecimento e é necessário que os alunos estejam conscientes dos acontecimentos e objectos que estão a investigar de modo a construírem o seu conhecimento. Na parte direita do “V” estão os juízos, transformações e registos, (Figura V-1.). O objectivo da transformação dos registos é a organização das observações de forma a responder à questão central e a partir dos dados transformados construir juízos cognitivos resultantes da investigação.

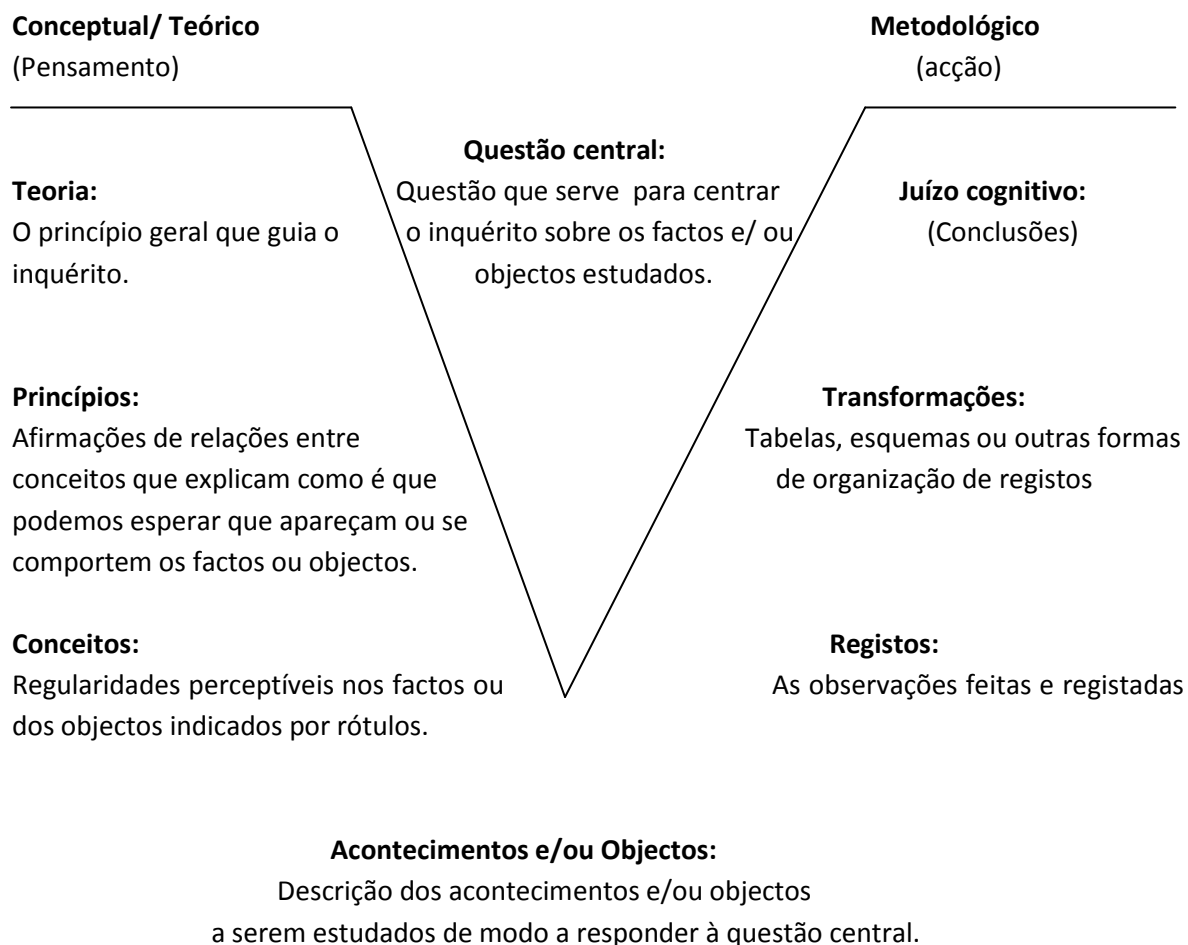


Figura V-1. O Esquema de "V" de Gowin usado.

Os dois lados do "V" são interdependentes. Tanto as actividades de pensamento como as de acção são importantes como actos criadores e são influenciadas pelos acontecimentos experimentados. É, portanto necessário primeiro pensar sobre o trabalho laboratorial e só depois realizá-lo.

Pelo que foi dito, uma estratégia preparada com base no "V" de Gowin é uma estratégia investigativa em que o aluno, em trabalho de grupo, vai à procura de respostas para problemas científicos traduzidos por questões centrais (no âmbito deste estudo de investigação). Ao longo da estratégia, a estrutura cognitiva do aluno constituída por ideias prévias, pressupostos acerca do conhecimento, vai interactivar através da observação e/ou actividade laboratorial com os acontecimentos/objectos acerca dos quais a questão central foi formulada. Desta interacção com os acontecimentos resultarão registos, transformações de registos e juízos de conhecimento e valor. A estruturação do conhecimento do aluno resulta desta interacção entre as ideias prévias do aluno e os acontecimentos envolvendo as componentes conceptual ou reflexiva por um lado e metodológica ou activa por outro.

#### 5.4. Divulgação de trabalhos científicos por painel

Na 5ª actividade foi solicitada a apresentação em cartaz das etapas do percurso investigativo desenvolvido por cada grupo, como forma de divulgação do trabalho efectuado à comunidade escolar.

A comunicação é segundo Vieira e Vieira (2005) um processo de inter-relação humana que usa signos formando mensagens. Ora, o painel constitui uma forma de divulgação de resultados científicos e consiste na estruturação de informação em material variado, normalmente papel ou cartolina, de tamanho variável. O produto final é afixado. Os autores, durante um determinado tempo, permanecem junto ao seu trabalho para troca de ideias com quem o desejar sobre aspectos aí relatados. Na sala de aula, o painel dá a oportunidade a cada aluno de conhecer a globalidade dos trabalhos realizados, pode servir para partilha de ideias entre os alunos e entre estes e os professores ou pode servir para, fora da sala de aula, conduzir ao estabelecimento de inter-relações com os restantes membros da comunidade escolar. Assim, a construção de um painel pode ser adoptada como método de trabalho no âmbito da Biologia, em alternativa à escrita de relatórios, permitindo aos alunos divulgarem os seus primeiros trabalhos científicos.

A construção de painéis obedece a critérios, por exemplo, o seu carácter esquemático exige uma síntese da informação em períodos curtos, objectivos e pertinentes, de forma científica e graficamente coerentes. Segundo Lorenzoni et al. (2007), o poster/painel contém um cabeçalho e o texto, este inclui: resumo, introdução, material e métodos, discussão, conclusões e referências. O cabeçalho apresenta o título, o autor, a instituição do trabalho e o endereço, dispostos tipicamente na parte superior. Ao incluir o logótipo da instituição este deve estar à esquerda do cabeçalho. O resumo do trabalho segue abaixo e à esquerda. De seguida, a introdução, os métodos, os resultados, a discussão, a conclusão e as referências são dispostos numa sequência lógica, de modo a ser compreendida pelo observador. As figuras, os gráficos e as tabelas geralmente aparecem na secção de resultados, mas podem ser usados noutros locais.

Segundo Costa (2001) as regras para o sucesso dum poster/painel são as seguintes:

- Os pontos-chave devem ser evidentes a 2 m de distância;
- Deve ser visualmente apelativo, com uma concepção agradável e/ou inovadora;
- Deve ser sintético;
- Leitura fácil e intuitiva;
- A informação apresentada deverá ser retida facilmente.

Procurou-se que os alunos tivessem em consideração estas regras aquando da construção do painel/poster/cartaz.

### 5.5. A Implementação dos Percursos Investigativos

Em traços gerais, os percursos investigativos desenvolvidos assumiram características de uma actividade de resolução de problemas, formulados sobre um objecto em estudo. Todas as actividades começavam por uma questão problemática que eram um ponto de partida para a construção do conhecimento. Formavam um conjunto de interrogações articuladas que permitiam estabelecer um fio condutor ao longo do desenvolvimento do programa como é sugerido no currículo. A resolução de problemas envolveu etapas fundamentais em interacção, como, a compreensão e transformação dos problemas e a avaliação dos resultados e processos desenvolvidos. O trabalho laboratorial consistiu na globalidade, na realização das actividades previamente definidas, na execução de procedimentos laboratoriais para os vários problemas em estudo, seguidas do registo, tratamento dos resultados e formulação de conclusões. O presente trabalho procurou romper com uma visão compartimentada dos saberes e privilegiar uma perspectiva mais englobante e unificadora. Assim, pretendeu-se que a construção dos saberes dos alunos ocorresse de modo contextualizado e tanto quanto possível, relacionado com o seu quotidiano, valorizando-se interacções (reflexão - discussão - trabalho em colaboração) entre os alunos. Assim, conceberam-se estratégias que proporcionaram ou facilitaram, a aproximação de experiências e vivências e, que lhes estimularam curiosidade, interesse e reconhecimento da importância de aprender, tentando sempre que possível integrar as tecnologias de informação e de comunicação no processo de ensino/aprendizagem. Foram usados materiais e equipamentos disponíveis da Escola onde foi feito o estudo.

A concretização do currículo foi essencial para o desenvolvimento dos percursos investigativos.

Os mecanismos da fotossíntese, transpiração sempre foram problemáticos para os alunos que os consideram pouco atraentes e de difícil compreensão (como se constatou através da análise dos questionários dirigidos aos alunos – capítulo VI). As actividades laboratoriais sempre foram do interesse dos alunos, mas actividades do tipo investigativo, tornam-se difíceis para alunos do 10º ano, pois estes, ainda não dominam técnicas, como por exemplo: utilização do microscópio, montagem de preparações, realização de cortes finos em material biológico. Neste sentido, considerou-se necessário o desenho de seis actividades laboratoriais orientadas por princípios construtivistas, organizadas segundo a perspectiva “Prevê-Observa-Explica-Reflete” com orientação de procedimento, de modo a facilitar as aprendizagens e que permitissem aos alunos expor e discutir, em grupos pequenos heterogéneos, as suas ideias, tomando consciência das mesmas, pela comparação e crítica dos diferentes pontos de vista apresentados. Dentre as diversas funções que podem desempenhar os elementos do grupo destaca -se, a negociação sobre o que fazer, desde a selecção dos materiais à planificação das estratégias laboratoriais; a negociação sobre os conhecimentos, ou seja, a definição pelo grupo de quais são os resultados laboratoriais a obter e os registos a fazer; e, ainda, o estímulo mútuo para a prossecução da actividade.

Os guiões laboratoriais estavam divididos em duas partes. Na primeira parte, foi apresentado o problema, da qual fazia parte um pequeno texto contextualizador (Teoria, Princípios, Conceitos). Na segunda parte foi apresentada uma orientação de procedimento que

permitia aos alunos testar as suas previsões. Após a realização do procedimento laboratorial, os alunos registaram os resultados para serem discutidos em contexto de grupo-turma, proporcionando o confronto dos resultados obtidos e das interpretações que os alunos fizeram levando-os a conclusões finais. Por último, foram colocadas questões de reflexão, com finalidade do aluno aplicar o conhecimento construído a novas situações.

As avaliações destas actividades foram realizadas através da observação do aluno em tarefa e correcção do relatório/ “V” de Gowin/ painel, onde os alunos sistematizaram a informação que foram obtendo.

O balanço das actividades de aprendizagem implementadas nas duas turmas leccionadas pela autora e sujeitas ao estudo está apresentado do seguinte modo:

- a) Contextualização;
- b) Competências dos diferentes domínios;
- c) Situação de aprendizagem.

#### **5.5.1. 1ª Actividade**

a)

Através desta actividade os alunos tiveram a oportunidade de manusear materiais e equipamento laboratorial. Foi desenvolvida através de trabalho de pequeno grupo heterogéneo (2 a 3 elementos), de discussão académica e resolução de relatório, durante dois blocos lectivos de 135 minutos. Os alunos observaram ao microscópio óptico (M.O.), cloroplastos em *Elodea sp.* e movimentos de ciclose promovidos pelo hialoplasma. Planificaram ainda, uma actividade laboratorial, com orientação de variável e de material a usar (a influência do pH nos movimentos de ciclose). Os alunos tiveram oportunidade de observar cloroplastos e visualizar os movimentos de ciclose numa mesma actividade o que de alguma forma impede a compartimentação dos conteúdos.

b)

As competências envolvidas nesta actividade para além das referidas na secção 5.2. são as seguintes:

#### **Competências Conceptuais:**

Identificar o movimento de ciclose e local onde ocorre.

Conhecer factores físicos e químicos que influenciam os movimentos de ciclose.

Conhecer constituintes celulares.

Constatar que o cloroplasto é um organelo facilmente visível na *Elodea sp.*

Identificar o cloroplasto como organelo onde se realiza a fotossíntese.

Identificar o cloroplasto como organelo onde se localizam pigmentos.

**Competências Procedimentais:**

Utilizar técnicas de preparação de material biológico para observação ao Microscópio óptico (M.O.).

Observar células ao M.O.

Interpretar imagens de células e estruturas subcelulares ao M.O.

c)

Foi uma actividade orientada e simples para os alunos do ensino secundário. Foi proposto a observação de células de *Elodea sp.* e os movimentos de ciclose. Pretendeu-se que os alunos reconhecessem que a *Elodea sp.* é constituída por células que possuem cloroplastos e que os movimentos de ciclose são promovidos pelo hialoplasma. Partiu-se do pressuposto que os alunos tinham pouco treino no manuseamento do M.O. e na esquematização, pelo que a actividade contemplou estes aspectos. Os alunos esquematizaram as observações, legendaram-nos e indicaram a ampliação utilizada constatando que os cloroplastos são de pequena dimensão.

Alguns alunos questionaram a natureza dos movimentos de ciclose. Eis algumas das perguntas que foram colocadas.

**“Qual a origem dos movimentos de ciclose?”**

**“Quais os factores que influenciam estes movimentos?”**

Foi sugerido pelo professor que recorrem-se a diversas fontes bibliográficas, nomeadamente a Internet, no sentido de encontrarem uma forma de estudar o problema. A 2ª parte da actividade teve um cariz investigativo com orientação da variável e de material a usar. Os alunos analisaram o problema, planificaram uma actividade, e discutiram em grupo as propostas que surgiram e conjuntamente com o professor, analisaram a viabilidade de execução das actividades planeadas. Após a reformulação final da actividade pelos diferentes grupos, estes executaram-na, registaram resultados, retiraram conclusões e elaboraram um relatório.

De seguida, são apresentados os registos fotográficos de alguns procedimentos dos alunos (Figura V-2).



Figura V-2. Alunos executando a actividade.



Figura V-3. Os alunos executam a experiência planificada no ponto B do guião.



### 5.5.2. 2ª Actividade

a)

Actividade desenvolvida através de trabalho em pequeno grupo heterogéneo (2 a 3 elementos), com finalidade de preencherem o "V" de Gowin, ao longo de um bloco lectivo de 135 minutos. Identificaram-se os pigmentos fotossintéticos de uma planta à escolha dos elementos do grupo utilizando uma técnica cromatográfica. Actividade muito simples que envolve competências transversais. A obtenção de cromatogramas e fenómenos inerentes já foram abordados nas ciências físico-químicas.

b)

As competências envolvidas nesta actividade para além das referidas na secção 5.2. são as seguintes:

#### **Competências Conceptuais:**

Identificar os principais pigmentos que existem nas plantas.

Compreender o comportamento (afinidade) dos pigmentos na presença de diferentes solventes.

#### **Competências Procedimentais:**

Trabalhar com base na estratégia de "V" Gowin.

Realizar e interpretar cromatogramas.

c)

Pela 1ª vez os alunos utilizaram o diagrama em "V" de Gowin, pelo que tiveram alguma dificuldade no seu preenchimento. Depois de terem sido abordados os conteúdos, fotossíntese e pigmentos fotossintéticos, numa perspectiva construtivista foi solicitado aos alunos a identificação dos pigmentos existentes numa planta à sua escolha. A escolha da planta funcionou como forma de motivar/aumentar o grau de envolvimento dos alunos. Os alunos analisaram o "V" de Gowin fornecido pelo professor no início da aula e completaram-no após a execução da actividade. No final os alunos compararam os cromatogramas obtidos, reflectiram sobre os fenómenos envolvidos na técnica de cromatografia em papel usada e tiraram conclusões.

De seguida apresentam-se alguns registos fotográficos de procedimentos dos alunos (Figura V-4.).



Figura V-4. Etapas do procedimento efectuado pelos alunos e respectivo cromatograma.

### 5.5.3. 3ª Actividade

a)

Actividade desenvolvida através de trabalho em pequeno grupo heterogéneo (2 a 3 elementos), ao longo de um bloco lectivo de 135 minutos. Verificou-se a importância dos pigmentos e da luz na produção de compostos orgânicos, nomeadamente, amido. Os alunos aplicaram uma técnica já anteriormente executada aquando da pesquisa do amido na constituição química dos seres vivos. Actividade mais complexa que a anterior (2ª actividade) que requereu o cumprimento de regras de segurança e manuseamento de material em laboratório.

b)

As competências envolvidas nesta actividade para além das referidas na secção 5.2. são as seguintes:

#### **Competências Conceptuais:**

Conhecer a anatomia da folha.

Conhecer processos de autotrofia vs heterotrofia.

Relacionar a fotossíntese com a produção de compostos orgânicos.

Conhecer alguns compostos orgânicos mais importantes produzidos na fotossíntese.

Compreender a fotossíntese como um processo de transformação de energia luminosa em energia química, que necessita da presença de pigmentos para a captação de luz.

Compreender os mecanismos inerentes aos processos de fotossíntese.

#### **Competências Procedimentais:**

Interpretar resultados sobre plantas expostas ou não à luz.

Interpretar dados laboratoriais de modo a compreender que os seres autotróficos sintetizam matéria orgânica na presença de luz.

c)

Os alunos analisaram o “V” de Gowin fornecido no início da aula pelo professor. Procurou-se fazer entender aos alunos que alguns problemas na investigação do problema proposto inicialmente se resolveriam por pesquisa, chamando a atenção para que um problema deve ser entendido como uma tarefa que não tendo solução evidente exige investigação. Recolheram informação consultando fontes de informação variadas no centro de recursos da Escola (livros e internet), organizaram e analisaram resultados seguindo algumas pistas fornecidas pelo professor. Discutiram os resultados em grupo, chegando a conclusões e finalizaram preenchendo o “V” de Gowin.

Apresentam-se a seguir os registos fotográficos de alguns procedimentos laboratoriais realizados pelos alunos (Figuras V- 5., 6., 7.).



Figura V-5. Material usado na 3ª actividade.

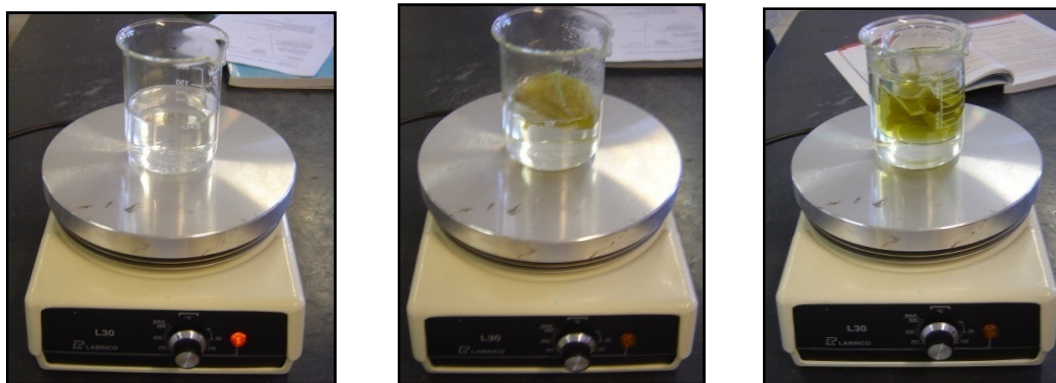


Figura V-6. As várias etapas do procedimento que envolveram aquecimento.

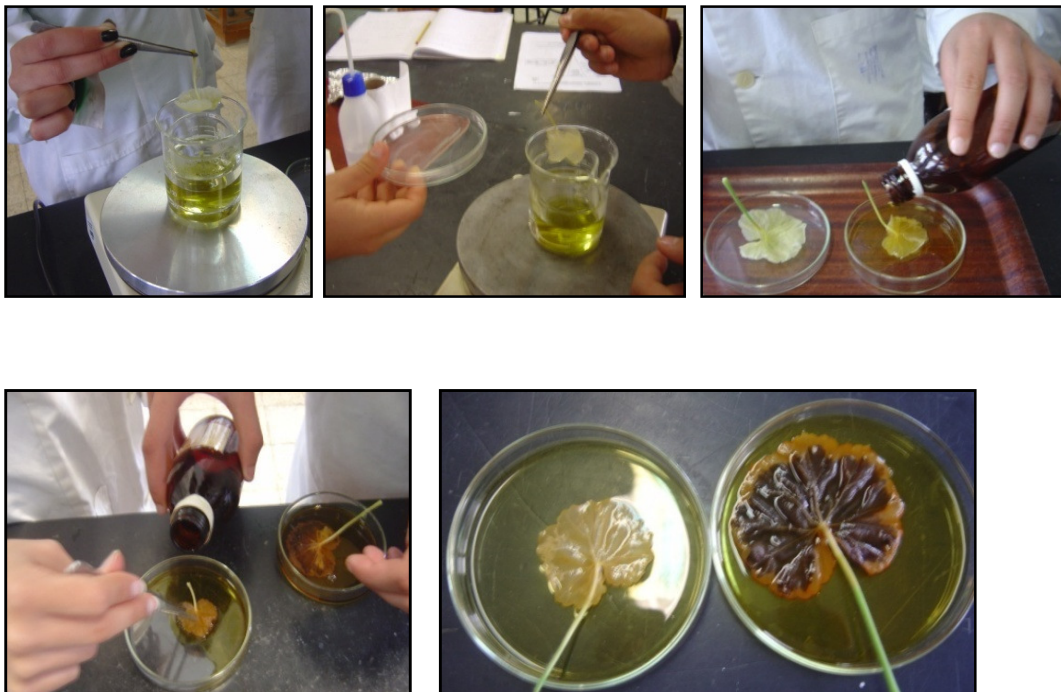


Figura V-7. A realização do teste do Lugol.

#### 5.5.4. 4ª Actividade

a)

A actividade teve a finalidade de através de trabalho laboratorial de pequeno grupo heterogéneo (2 a 3 elementos) observar vasos xilémicos ao M.O., (os vasos da planta responsáveis pela reposição da água perdida por transpiração no mesófilo), a partir de cortes finos de pecíolo de begónia e preencher o “V” de Gowin fornecido pela professora, durante um bloco lectivo de 135 minutos.

b)

As competências envolvidas nesta actividade para além das referidas na secção 5.2. são as seguintes:

##### **Competências Conceptuais:**

Conhecer o tecido que, nas plantas transportam água e sais minerais.

Reconhecer a interdependência dos sistemas de transporte / transpiração / fotossíntese.

Conhecer princípios físicos associados ao transporte.

##### **Competências Procedimentais:**

Utilizar técnicas de preparação de material biológico para observação ao M.O.

Observar células ao M.O.

Interpretar imagens de células e estruturas subcelulares ao M.O.

c)

Os alunos analisaram o “V” de Gowin fornecido no início da aula. Usaram regras de segurança no manuseamento da lâmina de barbear na realização de cortes finos em pecíolos de Begónia. Os cortes permitiram desenvolver a competência de perseverança, uma vez que alguns alunos tiveram que fazer diversos cortes para obter um que lhes permitisse observar com nitidez o xilema. Os alunos fizeram o esquema de uma observação, legendaram-na e indicaram a ampliação utilizada. Mostraram algumas dificuldades no reconhecimento da interdependência dos sistemas de transporte/transpiração/fotossíntese.

De seguida, apresentam-se registos fotográficos dos alunos esquematizando as observações (Figura V – 8.).



Figura V-8. Alunos esquematizando as observações.

#### 5.5.5. 5ª Actividade

a)

Desenvolvida através de leitura individual, trabalho laboratorial de pequeno grupo heterogéneo de (3 a 5 elementos), construção de cartaz/painel como forma de divulgação do trabalho realizado em grupo e exposição do painel para a comunidade escolar. Foi uma actividade que decorreu ao longo de três blocos lectivos de 135 minutos. Determinou-se a densidade estomática da superfície foliar de algumas plantas, existentes no Jardim da Escola, usando a técnica de construção de cópias negativas da epiderme foliar.

b)

As competências envolvidas nesta actividade para além das referidas na secção 5.2. são as seguintes:

#### **Competências Conceptuais:**

Conhecer as estruturas que, nas plantas facilitam e regulam as trocas gasosas com o meio externo.

Reconhecer a interdependência de fenómenos (fotossíntese/respiração/ transpiração) associados às trocas gasosas.

Relacionar a densidade dos estomas com a diversidade vegetal.

Relacionar a densidade dos estomas com a página da folha.

#### **Competências Procedimentais:**

Utilizar técnicas de construção de moldes para observação de material biológico ao M.O.

Comparar densidades de estomas em M.O.

Construir cartazes como ferramenta de divulgação científica.



c)

Após a leitura das actividades propostas, os alunos no jardim da Escola recolheram algumas folhas de plantas de porte (herbáceo, arbustivo, arbóreo) à sua escolha. Fizeram cópias negativas de epiderme foliar seguindo o procedimento fornecido. Recolheram informações acerca da classificação das plantas e da construção do cartaz/painel, no centro de recursos da escola. A pesquisa grupal na Internet começou de forma aberta, sem referências a sites específicos, para que os alunos procurassem de acordo com a sua experiência e conhecimento prévio, o que permitiu ampliar o leque de opções de busca, a variedade de resultados e a descoberta de sítios desconhecidos pelo professor, mas terminou com a orientação do professor na selecção do material pesquisado. Os elementos dos grupos organizaram e analisaram os resultados e construíram o cartaz/painel que expuseram à comunidade escolar. O cartaz incluiu referência a todos os passos executados, como mostram as fotografias da figura V- 16. Os registos fotográficos representam diferentes etapas do procedimento (Figuras V – 9., 10., 11., 12., 13., 14., 15.).



Figura V-9. Recolha de folhas de plantas no Jardim da Escola.



Figura V-10. Revestimento da página inferior com verniz de plantas seleccionadas.

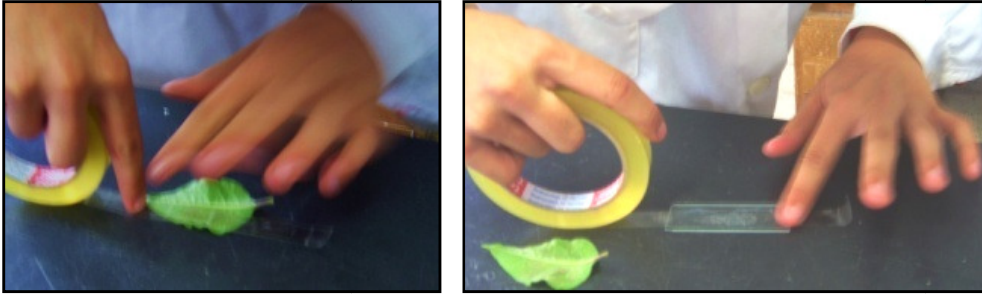


Figura V-11. Etapas de colagem na realização de moldes.

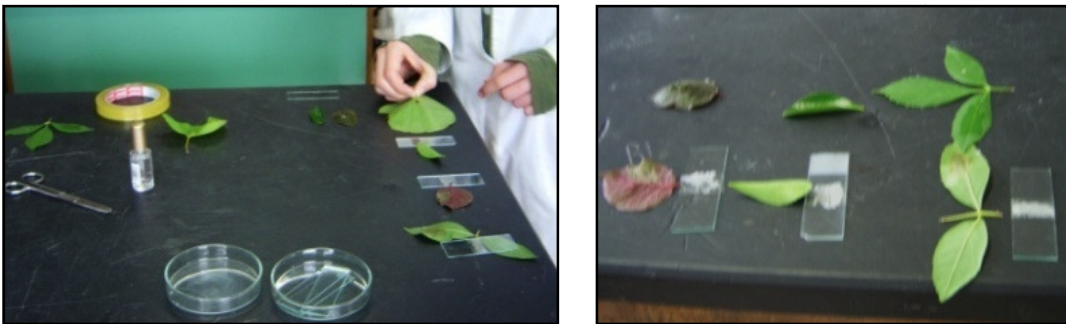


Figura V-12. Moldes obtidos, usando várias espécies vegetais.



Figura V-13. Esquematizando e legendando observações.





### 5.5.6. 6ª Actividade

a)

Actividade desenvolvida através de leitura individual, trabalho laboratorial de pequeno grupo heterogéneo (2 a 3 elementos), discussão académica e preenchimento individual de “V” de Gowin. A actividade decorreu durante um bloco de 135 minutos. Os alunos inferiram acerca do efeito da pressão osmótica nos estomas. Foi uma actividade complementar da 5ª actividade e aplicou conceitos construídos em temáticas abordadas no início do 2º período lectivo.

b)

As competências envolvidas nesta actividade para além das referidas na secção 5.2. são as seguintes:

#### **Competências Conceptuais:**

Conhecer as estruturas que, nas plantas facilitam e regulam as trocas gasosas com o meio externo.

Reconhecer a interdependência de fenómenos (fotossíntese/respiração/ transpiração) associados às trocas gasosas.

Compreender os processos de abertura dos estomas.

Reconhecer a interdependência das características dos sistemas que asseguram e regulam as trocas.

#### **Competências Procedimentais:**

Utilizar técnicas de preparação de material biológico para observação ao M.O.

Observar células ao M.O.

Interpretar imagens de células e estruturas subcelulares ao M.O.

Interpretar dados de modo a compreender os processos de abertura dos estomas.

c)

Os alunos analisaram o “V” de Gowin fornecido pelo professor no início da aula. Retiraram epiderme de caule de tradescância e executaram preparações temporárias com o material recolhido. Alguns alunos revelaram algumas dificuldades na obtenção de epidermes, pelo que só após várias tentativas o conseguiram fazer. Os alunos recolheram informação, organizaram e analisaram resultados e formularam conclusões. E embora tenha havido interacção entre os elementos do grupo no que diz respeito ao procedimento e à discussão de resultados, os alunos preencheram individualmente o “V” de Gowin, com vista a aplicarem o que aprenderam em novas situações e a avaliarem o seu progresso. Nas figuras V – 17. e 18., apresentam-se fotografias de algumas etapas do procedimento executado pelos alunos.

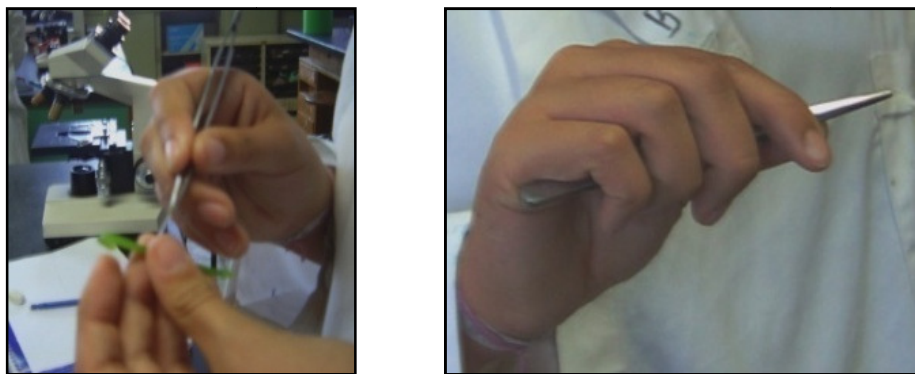
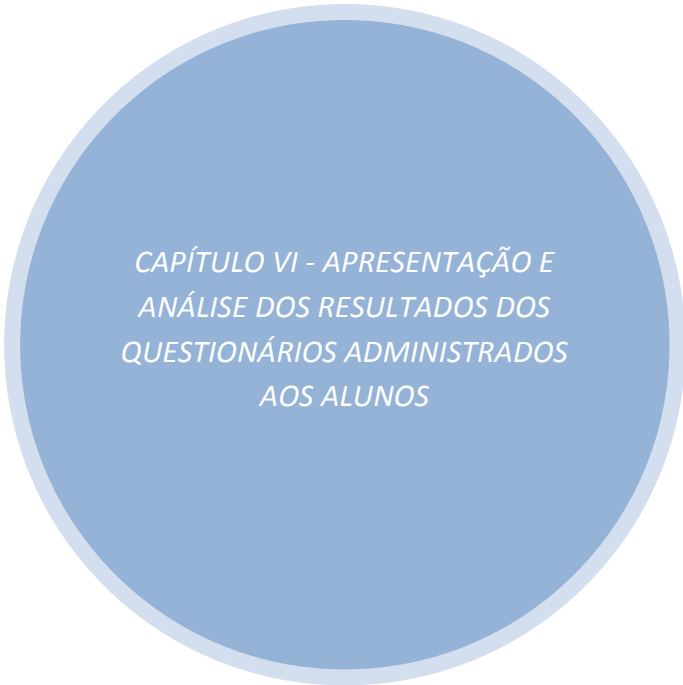


Figura V-17. Obtendo epiderme de caule de tradescância.



Figura V-18. Montagem e observação de preparações ao M.O.

Finalizada a apresentação dos percursos investigativos desenvolvidos pelos alunos é convicção apoiada pela observação das aulas de que o ensino laboratorial investigativo e a relação que proporciona com os saberes e com o conhecimento científico, em particular, permite motivar e estimular os alunos para o estudo da Biologia. Os alunos não podem desenvolver uma aprendizagem com base em actividades sobre as quais nada sabem à partida e, sem compreenderem as questões que vão tentar resolver bem como sem terem os conhecimentos minimamente necessários para desencadear metodologias adequadas para recolher dados, ajuizar do seu valor, transformá-los de modo a formularem conclusões, responderem e criticarem as respostas às questões e reflectirem sobre a própria aprendizagem. E é nesses sentimentos que se poderá apostar para atrair os alunos às áreas das Ciências, com vista a formarem-se cidadãos com uma maior literacia científica contribuindo desta forma para a construção de uma sociedade mais desenvolvida, moderna e dinâmica.



*CAPÍTULO VI - APRESENTAÇÃO E  
ANÁLISE DOS RESULTADOS DOS  
QUESTIONÁRIOS ADMINISTRADOS  
AOS ALUNOS*

### **6.1. Introdução**

Neste capítulo, apresentam-se os dados obtidos nos questionários elaborados e respectiva análise, com vista a dar cumprimento aos objectivos referidos no capítulo I propostos para este estudo. O primeiro questionário visou recolher informações acerca dos interesses, expectativas e o diagnóstico sobre as temáticas de Fotossíntese e Transpiração, dos alunos que frequentavam o 10º ano de escolaridade do curso de Ciências e Tecnologias da Escola Secundária de Henriques Nogueira. O segundo questionário visou avaliar as actividades laboratoriais executadas, as competências desenvolvidas e alguns conhecimentos construídos pelos alunos sobre os temas acima referidos, nas duas turmas leccionadas pela autora. Estes dois instrumentos foram validados pelos dois orientadores do mestrado.

### **6.2. Descrição e análise de resultados**

Nesta secção são apresentados os resultados obtidos no questionário de interesse e diagnóstico (1º questionário) e no questionário de avaliação das actividades laboratoriais, de competências desenvolvidas e de conhecimentos construídos pelos alunos (2º questionário), bem como a análise comparativa das respostas comuns aos dois questionários.

#### **6.2.1. 1º Questionário**

Este questionário foi aplicado a 84 alunos, 41 raparigas e 43 rapazes do 10º ano que frequentavam a disciplina de Biologia/Geologia do Curso Científico - Humanístico de Ciências e Tecnologias, da Escola Secundária de Henriques Nogueira, no ano lectivo de 2007/2008. Só 2 alunos estavam a repetir a frequência na disciplina de Biologia/Geologia o que é um indicador do sucesso académico dos alunos até ao momento em que foi feito este estudo.

### 6.2.1.1. Idade

A maioria dos alunos encontrava-se na faixa etária dos 15 anos (Figura VI – 1.).

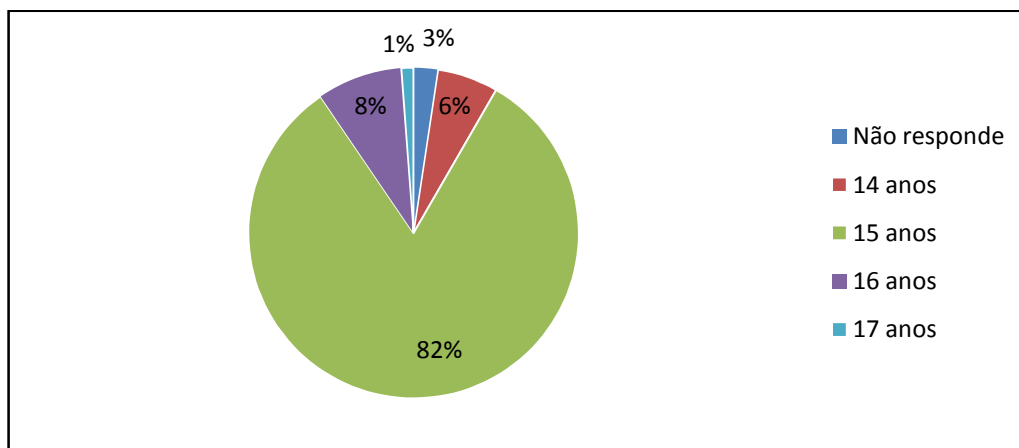


Figura VI - 1. Idade dos inquiridos.

Nota: Idade em 15/12/2007 data em que foi aplicado este primeiro questionário.

### 6.2.1.2. Modo preferido de trabalhar

A maioria dos alunos tinha preferência por trabalhar em grupo com pequeno número de elementos ou com outra pessoa -85%, (Figura VI – 2). Este é um dado útil para o desenvolvimento de percursos investigativos ou outras estratégias em grupo pequeno.

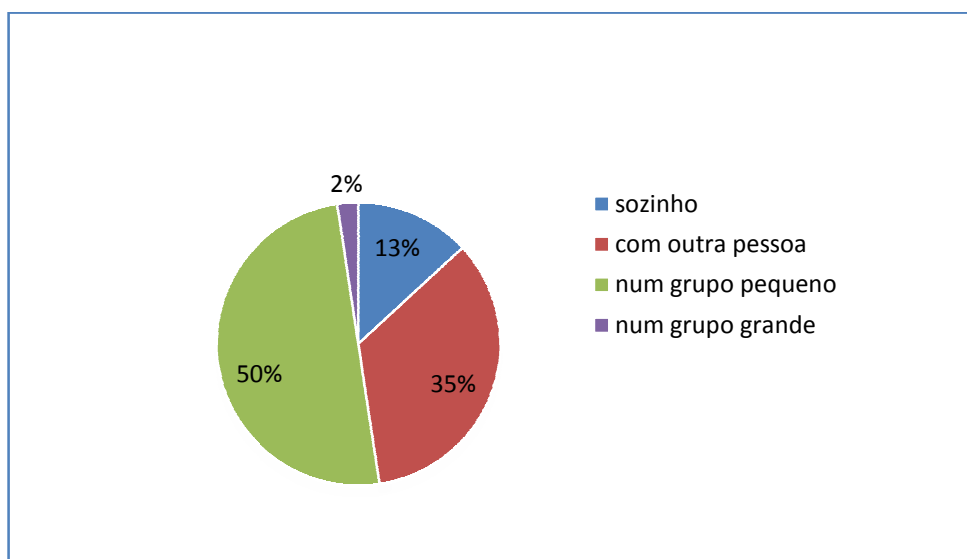


Figura VI – 2. Modo preferido de trabalhar.

### 6.2.1.3. Como aprende melhor

A maioria dos alunos considerou que aprende melhor com outra pessoa, 51%, (Figura VI – 3).

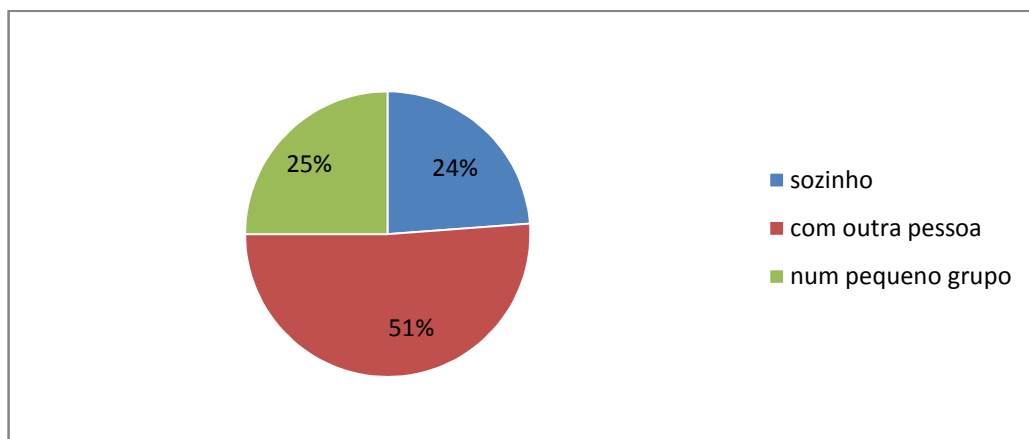


Figura VI – 3. Como aprende melhor.

O que se pode inferir deste resultado é que os alunos sentem que não aprendem quando assistem a aulas dadas pelo professor no grande grupo turma, possivelmente, revelam algumas dificuldades de concentração. Ao realizarem actividades com outra pessoa conseguem compreender melhor e talvez colmatar algumas dúvidas que possam ter. Por outro lado partilham saberes e vivências, bem como repartem tarefas. Vygotsky (1978) citado em Mintzes et al. (2000) afirma que os colegas são por vezes mais eficazes do que os professores a ajudarem um aluno a construir conhecimento uma vez que estão em níveis idênticos de desenvolvimento. O trabalho em grupo pode também contribuir para a autonomia e para a socialização dos alunos. Estes aprendem a respeitar a opinião dos colegas, a negociar e renunciar às próprias ideias.

### 6.2.1.4. Utilização do computador

O computador é utilizado essencialmente de uma forma lúdica, para trocar correspondência (60 alunos) e jogar (55 alunos), a utilização é idêntica quer para os alunos quer para as alunas, embora sejam os alunos que o usam mais, para jogar, (Figura VI – 4). Contudo, é usado na pesquisa de alguns temas o que pode ser uma mais-valia para a sua utilização no processo aprender Ciências e divulgar Ciências no âmbito do desenvolvimento dos percursos investigativos. Esta ferramenta permite a pesquisa de forma autónoma e interdisciplinar e poderá ser motivadora para a procura de mais informações pelos alunos.

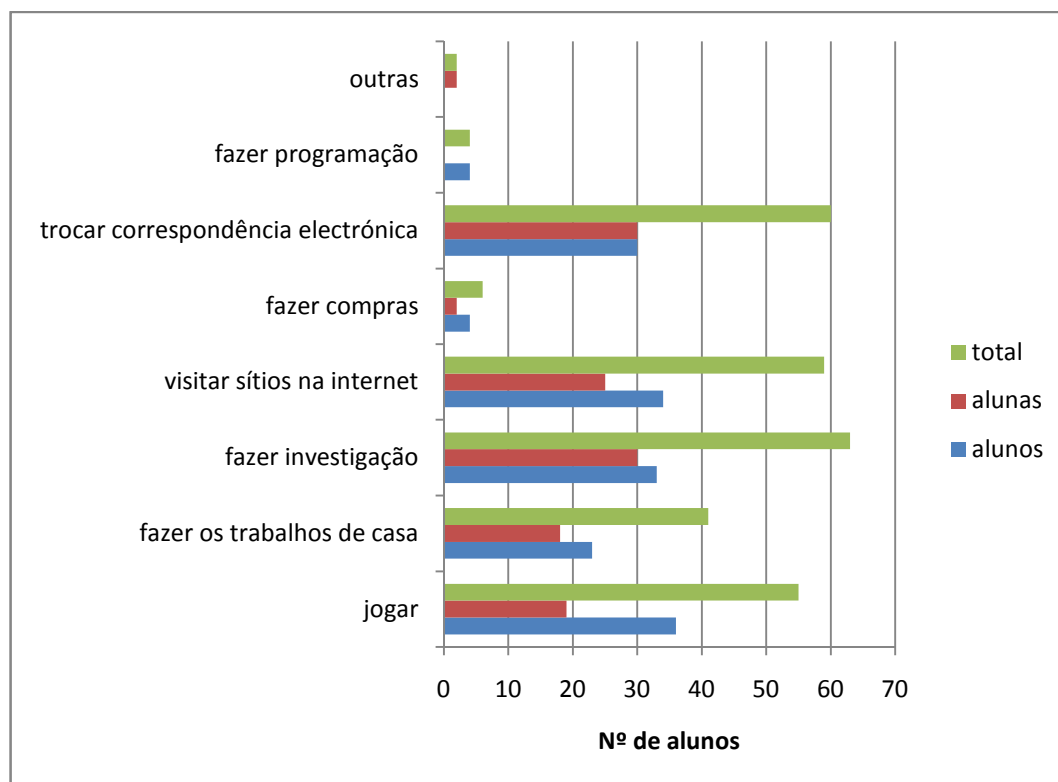


Figura VI – 4. Modo de utilizar o computador.

Segundo Cachapuz et al. (2002) a utilização da Internet pode contribuir no processo ensino/aprendizagem nos aspectos seguintes: *“facilita o confronto cognitivo e suscita dúvidas, possibilitando o levantamento de questões problema...; contribui para o desenvolvimento do espírito crítico, através da selecção criteriosa dos registos da informação com vista à resolução de problemas já colocados; ajuda à construção de conceitos, através da modelização e ensaio de processos de visualização; desenvolve o espírito de grupo e o sentido de cooperação, bem como a autonomia e tolerância dos alunos....”* (Cachapuz et al., 2002, p.328).

#### 6.2.1.5. Importância do trabalho laboratorial para a profissão/ curso que pretende seguir

A maioria dos alunos (74%) considerou importante o trabalho laboratorial para a sua futura vida profissional em concordância com as suas expectativas relativas à profissão, (Figura VI – 5). Tendo em conta este facto, poderá ser então uma estratégia a usar nas aulas de Biologia/Geologia dado o seu carácter útil.



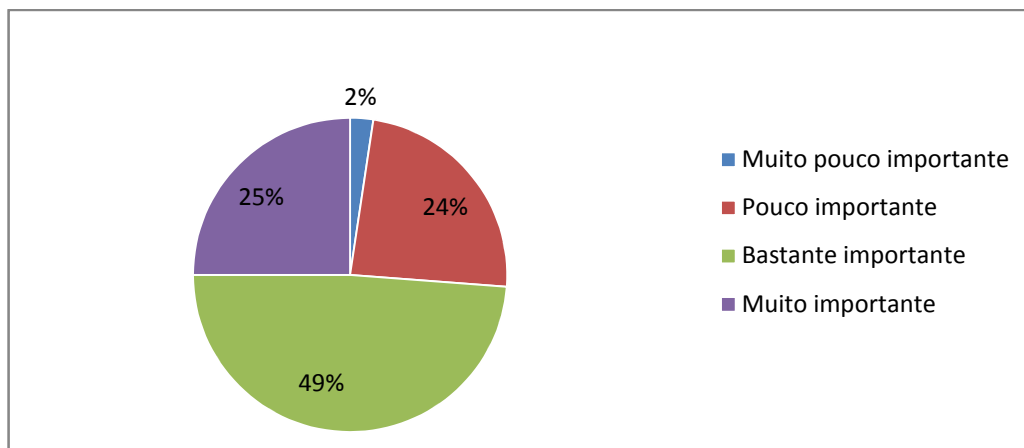


Figura VI - 5. A importância do trabalho laboratorial.

### 6.2.1.6. Interesses dos alunos

Um grande número de alunos do Curso Científico – Humanístico de Ciências e Tecnologias estavam interessados pelas Ciências (58 alunos) e pelo Ambiente (41 alunos), (Figura VI -6).

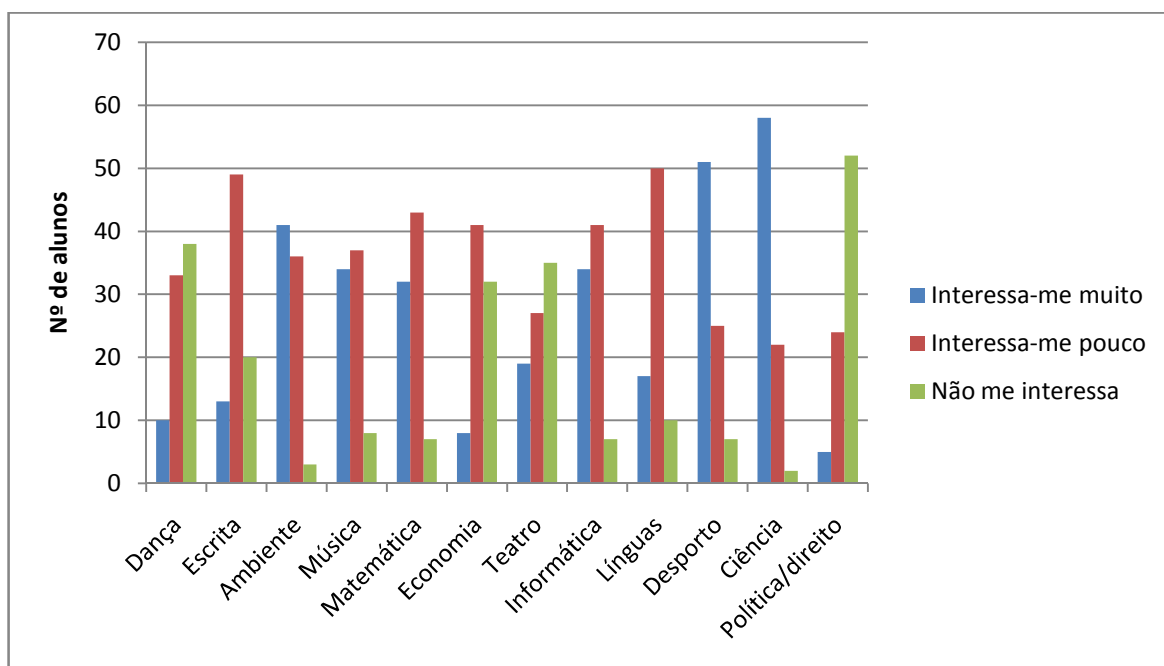


Figura VI – 6. Interesses dos inquiridos.

Estes dados podem ter relação com as suas preferências nas escolhas profissionais. O pouco interesse pela escrita provavelmente está relacionado com a dificuldade na expressão

escrita. Ora, a mobilização desta competência é fundamental para a construção do conhecimento científico e no desenvolvimento de competências que são avaliadas a nível dos exames nacionais de Biologia e Geologia. São competências que terão, de algum modo, de ser desenvolvidas para promover o sucesso dos alunos, preparando-os para a vida, de forma a agirem como cidadãos intervenientes e responsáveis na sociedade.

#### 6.2.1.7. Projecto ou trabalho científico desenvolvido

Apesar de os alunos terem tido a disciplina de área de projecto no 3º ciclo do ensino básico, 54% não desenvolveram projectos ou trabalhos científicos (Figura VI -7).

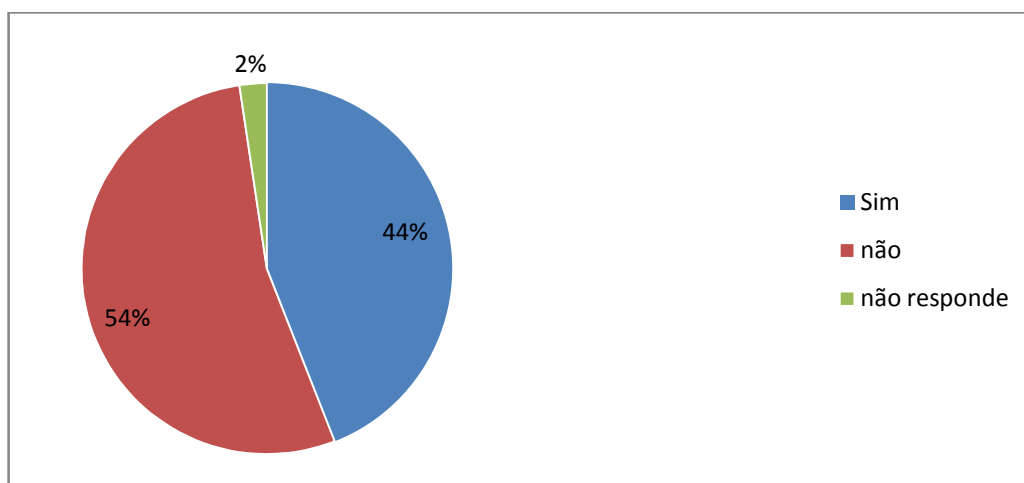


Figura VI - 7. O diagnóstico da realização de projectos.

Deste resultado emergiram algumas questões reflexivas que vão para além do âmbito deste trabalho, referindo-se três:

- Quais as razões de 54% dos alunos não terem desenvolvido até ao momento em que foi feito o estudo qualquer projecto ou trabalho científico?
- Será que a disciplina de Área de Projecto não consegue dar cumprimento aos objectivos para a qual foi criada?
- Não será razoável que antes da implementação de uma nova disciplina no currículo, os professores recebam formação?

É necessário renovar a formação contínua de modo a que esta possa constituir para os professores, através de processos estimulantes e dinamizadores, uma fonte de informação relevante e aplicável na construção de novos conhecimentos profissionais, a par da auto-formação do docente para a mudança e inovação.

Na tabela seguinte são apresentados os tipos de trabalho desenvolvidos pelos alunos (44%) e a frequência com que foram mencionados:

Tabela VI- 1. Projecto ou Trabalho Científico desenvolvido pelos alunos

<b>Trabalhos</b>	<b>Frequência (Nº de alunos)</b>
<b>Simulação de erupção vulcânica</b>	<b>5</b>
<b>Recolha e separação de lixo</b>	<b>1</b>
<b>Simulação de queda de meteoritos</b>	<b>5</b>
<b>Extinções em massa</b>	<b>2</b>
<b>Ambiente e poluição</b>	<b>2</b>
<b>Eco-Escolas</b>	<b>6</b>
<b>Reciclagem</b>	<b>4</b>
<b>Observação de órgãos de animais</b>	<b>1</b>
<b>Reacções químicas</b>	<b>3</b>
<b>Simulação de satélites</b>	<b>2</b>
<b>Não responde/não sabe</b>	<b>6</b>

Evidenciou-se alguma confusão nos alunos entre trabalho laboratorial e trabalho/projecto desenvolvido, pois alguns mencionaram as reacções químicas, simulações e observações de órgãos de animais como trabalho científico desenvolvido por eles, no entanto, estas estratégias são geralmente usadas nas aulas de Ciências pelos professores.

Os trabalhos com vertente biológica que foram desenvolvidos pelos alunos poderão de alguma forma contribuir para um maior sucesso nas abordagens dos conteúdos biológicos.

#### **6.2.1.8. Área profissional que gostaria de seguir**

As respostas incidiram essencialmente nas áreas da engenharia (25 alunos) e saúde (21), justificando a inserção destes alunos no Curso de Ciências e Tecnologias. Porém, houve um número considerável de alunos (16 alunos), que ainda não sabe/não responde/indeciso qual a profissão a seguir mas que acabou por ingressar neste curso de Ciências e Tecnologias porque o leque de possibilidades de escolhas nos cursos superiores é grande (Figura VI – 8).

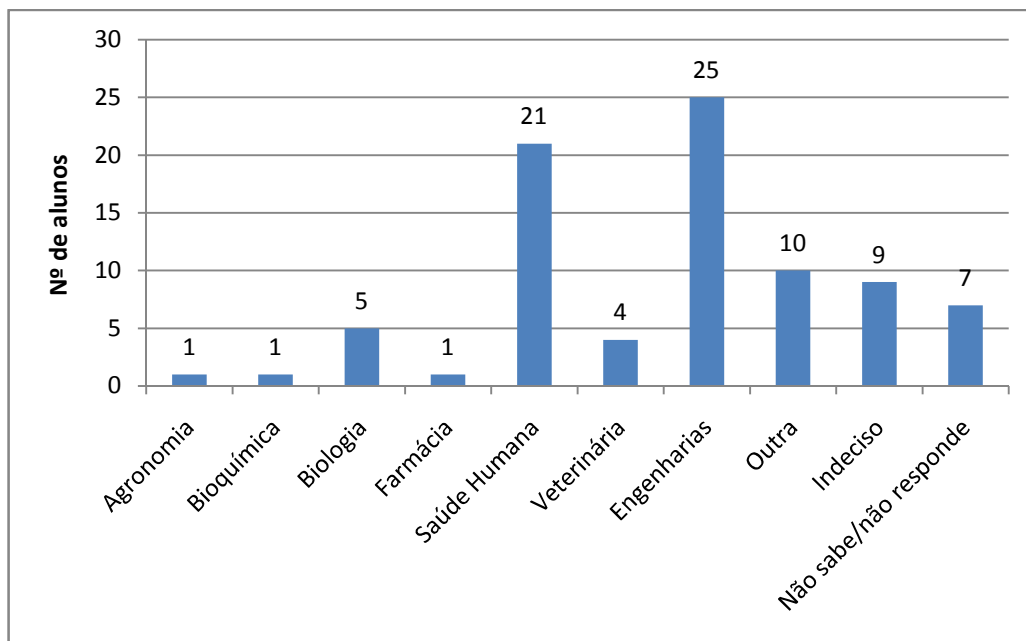


Figura VI – 8. Preferências nas escolhas profissionais.

As áreas seleccionadas mobilizam conhecimentos com uma grande vertente laboratorial, por conseguinte, os alunos vêem no trabalho laboratorial uma utilidade, uma vez que as profissões que pretendem exercer no futuro estão alicerçadas em conhecimentos que foram construídos em laboratório. Isto pode ser uma mais-valia para o uso de trabalho laboratorial no ensino de Biologia.

#### 6.2.1.9. Fontes de informação científica usadas

Os alunos usavam como fonte de informação científica frequentemente, a internet (62 alunos) e algumas vezes, telejornais (43 alunos), revistas sobre Ciência (38 alunos), artigos de revistas (38 alunos) e filmes/documentários (38 alunos), (Figura VI – 9).

Os alunos usavam um número de fontes de informação científica pouco diversificadas o que pode ter implicações na construção do seu próprio conhecimento. O professor terá um papel importante na diversificação de estratégias nas suas práticas lectivas de modo a facilitar a construção do conhecimento dos alunos. Importa que o professor incentive a criatividade e o empenho dos alunos nas tarefas que englobam a procura, a discussão e partilha de saberes.

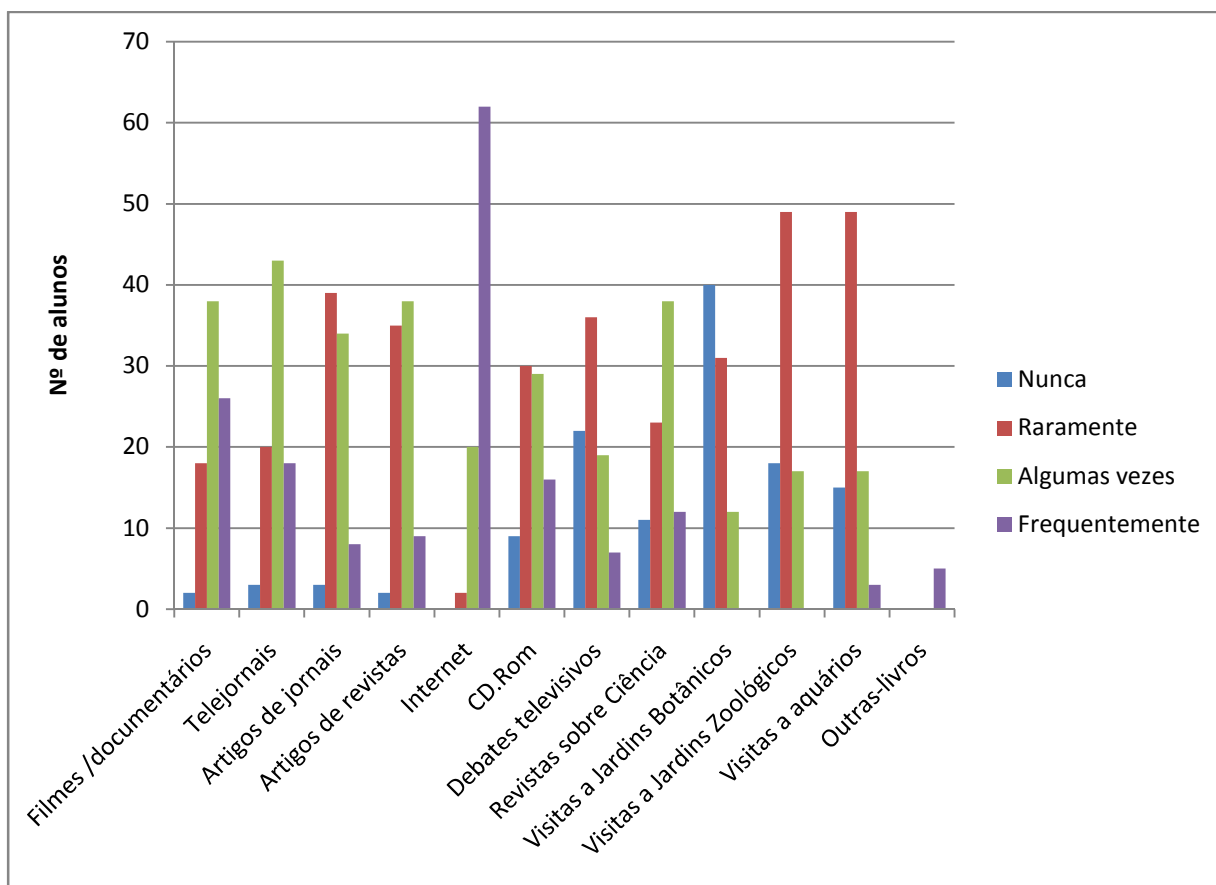


Figura VI – 9. Fontes de informação científica usadas pelos inquiridos.

Com vista à utilização de recursos diversificados nas aulas, no programa de Biologia é sugerido o seguinte:

*“Para a consecução das actividades práticas que são parte integrante deste programa, a Escola deverá dispor de recursos adequados. Esses recursos incluem tanto materiais destinados aos trabalhos de laboratório como aqueles que permitem a realização de actividades de papel e lápis, pesquisas e debates. Os laboratórios de Biologia deverão dispor de meios de obtenção de imagem adequados para a recolha de informação durante a realização das actividades. Assim, o mais adequado será o recurso a câmaras de vídeo e câmaras fotográficas SLR digitais dispondo de capacidade de teleobjectiva (mínimo 6X) e de macrofotografia. A internet possibilita o acesso, em tempo real, a conteúdos interactivos ricos e relevantes pelo que nos laboratórios de Biologia deverão existir computadores, ligados em rede e à internet, em número suficiente para garantir uma distribuição desejável de dois alunos por posto de trabalho. Nos laboratórios devem existir sistemas de projecção capazes de funcionar com luz ambiente, nomeadamente os que permitem partilha com gravador vídeo ou leitor/gravador DVD.”* (DES- Programa de Biologia e Geologia p.72-73).

Na Escola onde foi realizado o presente estudo os laboratórios estavam em fase de planificação de remodelações e vistoria para contemplarem estes aspectos, provavelmente o mesmo se passa noutras escolas. São processos lentos que trazem alguns prejuízos no normal funcionamento das aulas.

### 6.2.1.10. Papel da Ciência e Tecnologia na resolução de problemas

Não foi consensual a opinião acerca do papel da Ciência e a Tecnologia no contributo da resolução de problemas como os da pobreza, crime, desemprego, doença, ameaça de guerra nuclear e excessos de população mas a maior incidência de respostas recaiu nos pontos seguintes (Figura VI – 10):

- Resolver graves problemas, através de ideias provenientes das Ciências e de novas soluções tecnológicas -32% dos alunos.
- A resolução de certo tipo de problemas prende-se com a utilização correcta das Ciências e Tecnologia por parte das pessoas -29% dos alunos.
- A resolução de certos problemas sociais, mas podem estar na origem social de outros - 23% dos alunos.
- Nenhuma das afirmações anteriores coincide com o meu ponto de vista. Outra? - 0% dos alunos.

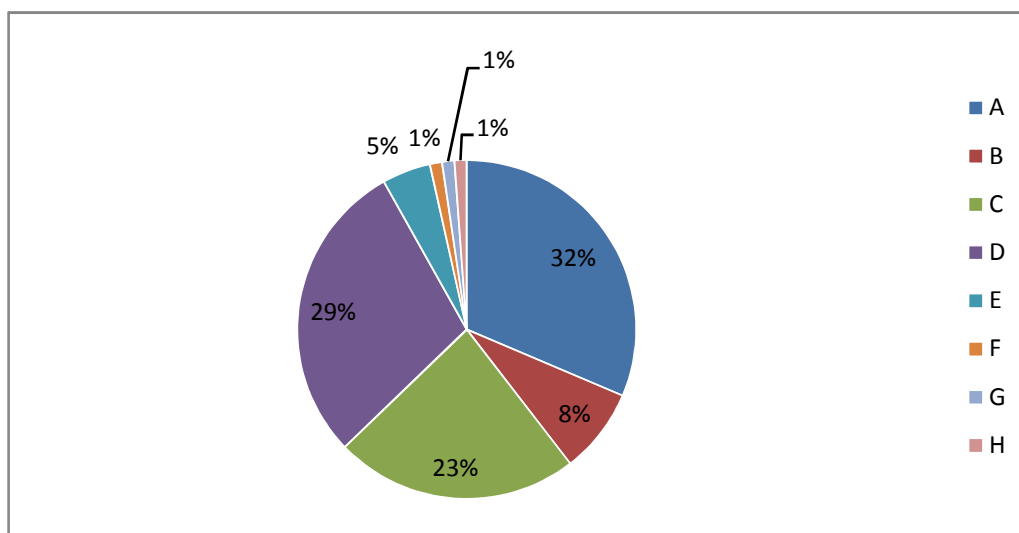


Figura VI – 10. Importância da Ciência e da Tecnologia na resolução de problemas.

- A- A Ciência e a Tecnologia podem, certamente, contribuir para resolver graves problemas, através de ideias provenientes da Ciência e de novas soluções tecnológicas.
- B- A Ciência e a Tecnologia podem contribuir para resolver certos problemas sociais, mas não outros.
- C- A Ciência e a Tecnologia podem contribuir para a resolução de certos problemas sociais, mas podem estar na **origem** de muitos outros.
- D- A contribuição da Ciência e da Tecnologia para a resolução de certo tipo de problemas, prende-se com a **utilização correcta** da Ciência e da Tecnologia por parte das pessoas.
- E- É difícil imaginar em que medida a Ciência e a Tecnologia podem contribuir para a solução de problemas sociais. Estes dizem respeito à natureza humana e têm pouco a ver com Ciência e Tecnologia.
- F- A Ciência e a Tecnologia tendem a tornar os problemas sociais ainda mais complicados. É esse o preço a pagar pelos avanços científicos e tecnológicos.
- G- Não compreendo a questão.
- H- Não tenho conhecimentos para fazer uma escolha.
- I- Nenhuma das afirmações anteriores coincide com o meu ponto de vista. Outra?

A Ciência/Tecnologia são aspectos centrais da nossa cultura que não podem ser pensados fora da sociedade. Estes aspectos não podem ser descurados no processo de ensino/aprendizagem.

Nesta linha de pensamento Pedrosa e Mateus (2001) afirmam que as *“abordagens de ensino das ciências que privilegiem a integração de inter-relações C/T/S, concorrendo para aprendizagens significativas, veiculam a ideia de uma escola rejuvenescida, aberta ao Mundo, harmoniosamente integrada e inter-actuante com a comunidade a que pertence, onde dá “gozo” aprender. As diversas dimensões de literacia científica assim contempladas valorizam e alargam o conceito que vulgarmente se tem de Cultura, enriquecendo também de forma ímpar as práticas de Cidadania. Deste contexto emerge ainda com naturalidade o quadro complexo em que se inscreve a acção dos professores em geral e a dos de ciências, em particular.”* (Pedrosa e Mateus, 2001, p.150).

Cachapuz et al. (2002) defendem que é relevante a abordagem de situações – problema do quotidiano dos alunos pois permitirão *“reflectir sobre os processos da ciência e da tecnologia bem como as suas inter-relações com a sociedade e ambiente, facultando aos alunos uma aprendizagem científica e tecnológica, uma maior possibilidade de tomar decisões informadas, de agir responsabilmente, bem como de permitir o desenvolvimento de atitudes e valores.”* (Cachapuz et al., 2002, p.174).

Assim, é pertinente solicitar aos alunos a recolha de notícias científicas de jornais e revistas para posterior debate em aulas, no desenvolvimento destas problemáticas.

#### **6.2.1.11. Aprendizagem da Ciência mais motivadora e eficiente para a integração dos jovens no Mundo actual**

Realização de mais trabalho laboratorial (77 alunos), mostrar o carácter útil e/ ou prático da aplicação dos conceitos científicos (73 alunos), ver filmes e documentários (73 alunos) são as estratégias que os alunos mais gostavam. Pelo contrário, aulas em que os alunos apresentam oralmente os trabalhos realizados são as menos preferidas (64 alunos discordam/ sem opinião). Ora, isto implica um maior esforço por parte dos professores de modo a que os alunos mobilizem a competência de apresentar oralmente os trabalhos realizados, processo fundamental na construção e divulgação da ciência. Os alunos de um modo geral gostavam de estratégias diversificadas, como se constatou pelos resultados obtidos (Figura VI – 11).

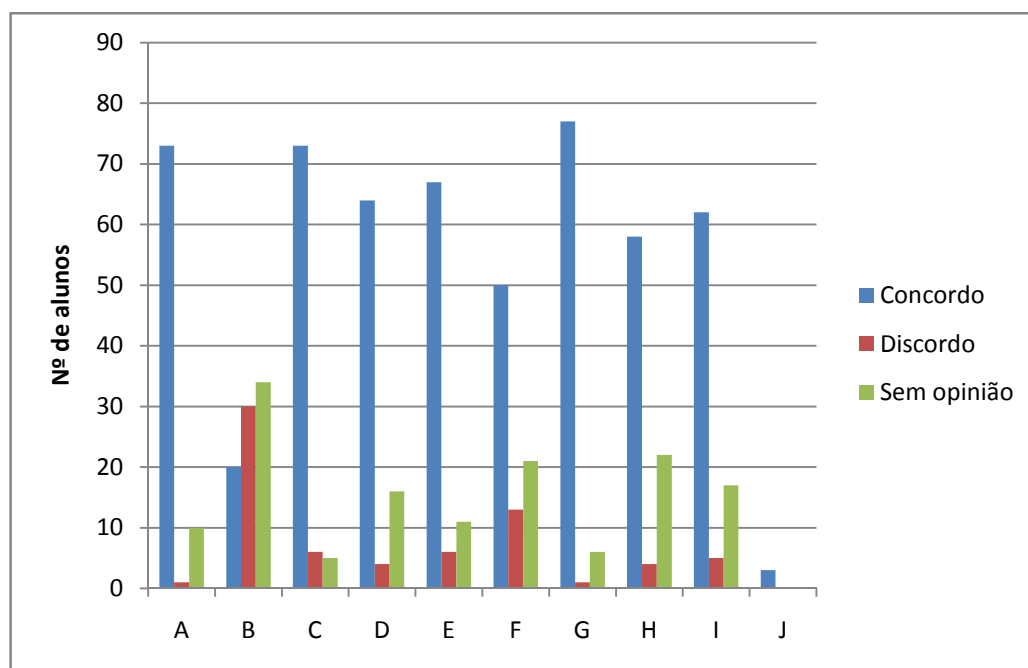


Figura VI – 11. Preferências metodológicas dos inquiridos.

- A- Mostrar o carácter útil e/ ou prático da aplicação dos conceitos científicos.
- B- Aulas em que os alunos apresentam oralmente os trabalhos realizados.
- C- Ver filmes e documentários.
- D- Aulas com utilização de recursos informáticos.
- E- Realização de trabalho de grupo pelos alunos.
- F- Aulas de debate.
- G- Realização de mais trabalho laboratorial.
- H- Abordar temas de ciências relacionados com o quotidiano.
- I- Aulas em que os alunos, em grupo, planeiam e realizam experiências para dar resposta a problemas previamente formulados.
- J- Outra (Visitas de estudo, pesquisa em livros e TPC).

Ao fazer o balanço da discussão relativa a esta parte do 1º questionário uma ideia tomou forma: os alunos gostam de trabalho laboratorial e de trabalhar em pequeno grupo. Por conseguinte, em temas menos apelativos para os alunos, esta é uma estratégia vantajosa a que se poderá recorrer, sustentando a pertinência de implementação de percursos investigativos, nas aulas. Ao admitir-se como fundamental esta componente, destaca-se a pertinência de o trabalho laboratorial ser concebido como uma actividade cooperativa de aprendizagem centrada no trabalho de grupo, em pequenos grupos e no grupo-turma. Nesta actividade cooperativa destaca-se entre outros aspectos, a relevância que pode assumir a discussão no seio de cada grupo e/ou do grupo-turma ao nível da realização do trabalho.



### 6.2.2. 2º Questionário

Embora tenham sido administrados os guiões laboratoriais a 4 turmas do 10º ano do Curso de Ciências e Tecnologias da Escola Secundária de Henriques Nogueira, a autora considerou mais fidedigno aplicar o questionário apenas aos seus alunos, uma vez que os observou/acompanhou durante a realização dos percursos investigativos. Tal não foi possível nas outras duas turmas por incompatibilidades de horário. Assim, os questionários foram aplicados a 39 alunos, 19 raparigas e 20 rapazes com 15 anos (22 alunos) e 16 anos (17 alunos), no final do ano lectivo. Estes executaram todas as actividades laboratoriais apresentadas no presente trabalho (capítulo V) durante o 2º período e 3º período escolar.

#### 6.2.2.1. As actividades laboratoriais consideradas mais interessantes

De uma maneira geral os alunos consideram as actividades laboratoriais executadas interessantes, das quais a 1ª e 5ª actividade foram referidas como as mais interessantes, 33 e 31 alunos respectivamente, (Figura VI -12).

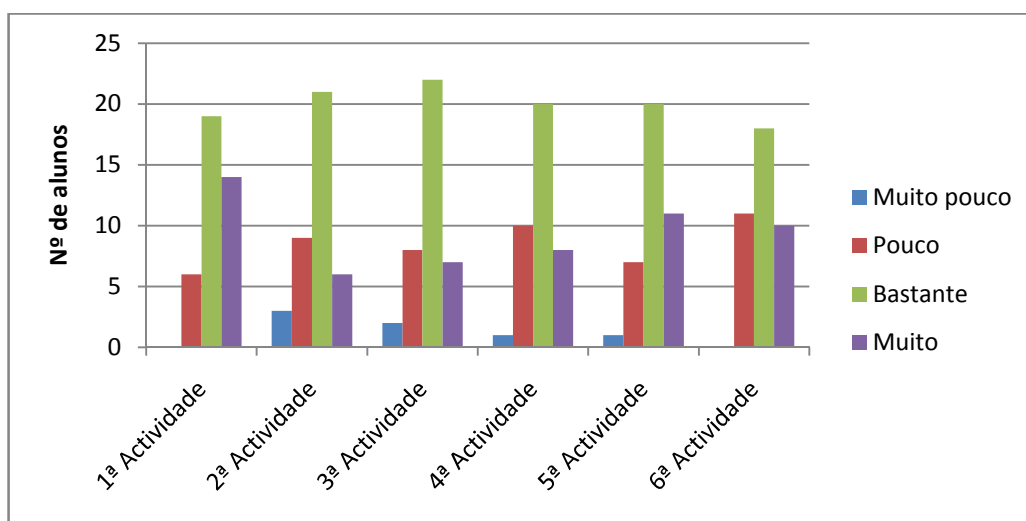


Figura VI – 12. Avaliação do interesse das actividades laboratoriais pelos alunos.

Os alunos gostaram de planificar uma actividade laboratorial e construir um cartaz/ painel, talvez por nunca o terem feito, as actividades revelaram um cariz mais inovador. A actividade considerada menos interessante pelos alunos foi a 2ª actividade. Os alunos gostaram ainda do aspecto visual do cromatograma obtido, no entanto como já tinham realizado a técnica de cromatografia noutra disciplina, foi uma repetição de algo que já tinham feito o que poderá de alguma forma ter contribuído para que 12 alunos não tenham considerado esta actividade interessante.

### 6.2.2.2. As actividades laboratoriais consideradas de mais difícil execução

Os alunos consideraram na generalidade que todas as actividades realizadas foram de fácil execução. A 3ª actividade foi considerada a mais difícil (16 alunos), provavelmente porque esta envolveu um procedimento mais rigoroso e cuidadoso devido às técnicas e regras de segurança no laboratório usadas, obedeceu à estratégia “V” de Gowin e envolveu a mobilização de competências conceptuais mais abstractas, nomeadamente, a compreensão da fotossíntese como um processo de transformação de energia luminosa em energia química, que necessita da presença de pigmentos para a captação de luz. É de referir que a 1ª actividade foi considerada a mais fácil (33 alunos) e também a mais interessante, levando a questionar a possível existência entre estes dois aspectos (Figura VI – 13).

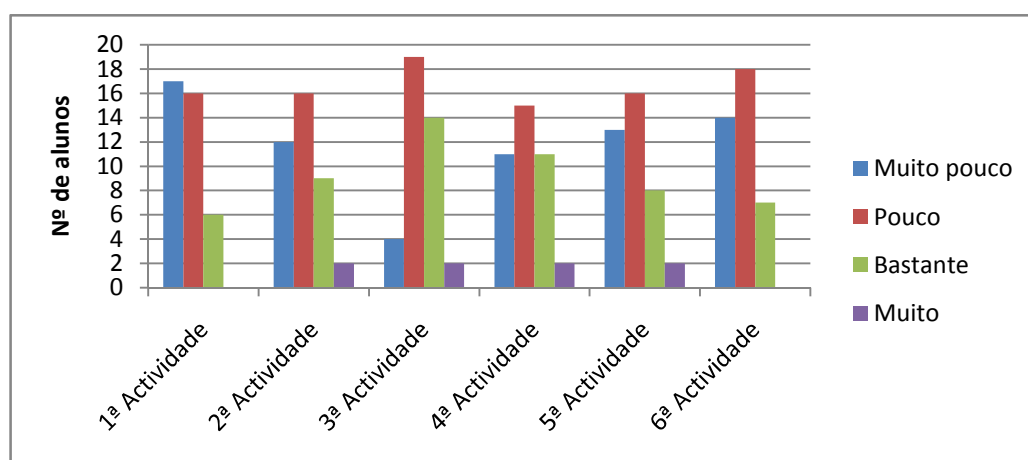


Figura VI – 13. Avaliação da dificuldade das actividades laboratoriais pelos alunos.

Apesar de os alunos terem tido algumas dificuldades, como foi referido no capítulo V, provavelmente porque ainda não mobilizavam competências transversais, como trabalharem autonomamente e em grupo, a organização e controlo do tempo e a tomada de responsabilidade pela condução de todo o processo investigativo que foi mais evidente principalmente na 1ª actividade, ao longo do percurso efectuado pelos alunos estas competências foram-se desenvolvendo gradualmente, esta evolução não foi igual para todos os alunos. Construir conhecimentos leva tempo, obriga a uma confrontação consigo mesmo e exige perseverança e disciplina e nem sempre se é capaz.

### 6.2.2.3. Competências desenvolvidas na 1ª Actividade

- A) Qual o aspecto dos cloroplastos ao M.O.?  
 B) Como podem ser afectados os movimentos de ciclose?

#### Competências Conceptuais

A maioria dos inquiridos considerou que a realização da 1ª actividade permitiu o desenvolvimento de todas as competências conceptuais apresentadas. Grande parte dos alunos consideraram que a actividade permitiu conhecer constituintes celulares (34 alunos) embora alguns alunos não tenham conseguido visualizar com nitidez movimentos de ciclose nem conhecer factores físicos e químicos que influenciam esses movimentos, 9 alunos, (Figura VI -14).

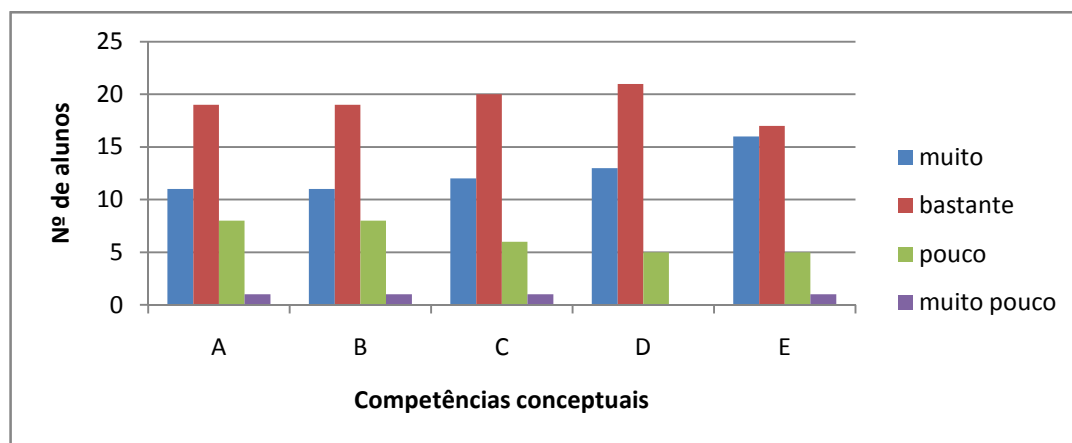


Figura VI – 14. Avaliação das competências conceptuais da 1ª actividade pelos alunos.

- A- Identificar o movimento de ciclose e local onde ocorre.  
 B- Conhecer factores físicos e químicos que influenciam os movimentos de ciclose.  
 C- Aplicar conceitos já aprendidos noutros contextos (e.g. microscopia).  
 D- Conhecer constituintes celulares.  
 E- Constatar que o cloroplasto é um organelo facilmente visível na *Elodea*.

#### Competências Procedimentais

Segundo a maioria dos alunos inquiridos foram desenvolvidas todas as competências procedimentais. Uma minoria considerou que as competências planificar e realizar actividades laboratoriais e recolher, organizar e interpretar dados de natureza diversa, foram pouco desenvolvidas. Na execução do percurso investigativo revelaram algumas dificuldades na planificação de uma actividade laboratorial, uma vez que nunca o tinham feito e dificuldade em recolher, organizar e interpretar dados de uma forma autónoma. Os alunos ao longo do seu

percurso escolar efectuaram poucas actividades laboratoriais daí as dificuldades apresentadas (Figura VI – 15).

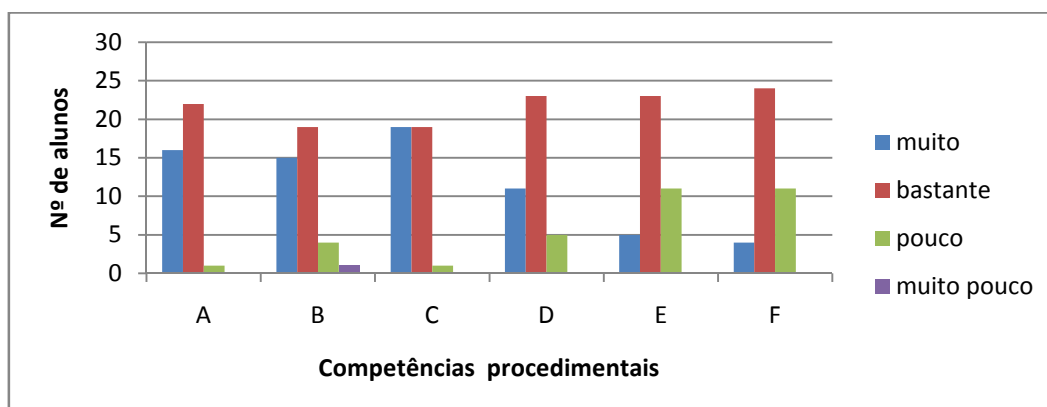


Figura VI – 15. Avaliação das competências procedimentais da 1ª actividade pelos alunos.

- A- Desenvolver técnicas de manuseamento de material de laboratório.
- B- Utilizar técnicas de preparação de material biológico para observação ao M.O.
- C- Observar células ao M.O.
- D- Interpretar imagens de células ao M.O.
- E- Planificar e realizar actividades laboratoriais.
- F- Recolher, organizar e interpretar dados de natureza diversa.

### Competências Atitudinais

A maioria dos alunos gostou de realizar esta actividade embora tenha sido considerável o número de alunos que achou a actividade pouco motivadora (10 alunos) e que contribuiu pouco para reconhecer a importância do contexto social, económico e tecnológico na evolução das Ciências (11 alunos). Esta última competência permite estabelecer uma relação C/T/S que não é muito evidente neste percurso, uma vez que se observam células ao M. O. e se visualizam movimentos de ciclose. Pode questionar-se como é que os dois aspectos referidos poderão contribuir para reconhecer a importância do contexto social, económico e tecnológico e na evolução da Ciência, parecem não terem importância nos tempos actuais com a actual tecnologia digital (Figura VI – 16).

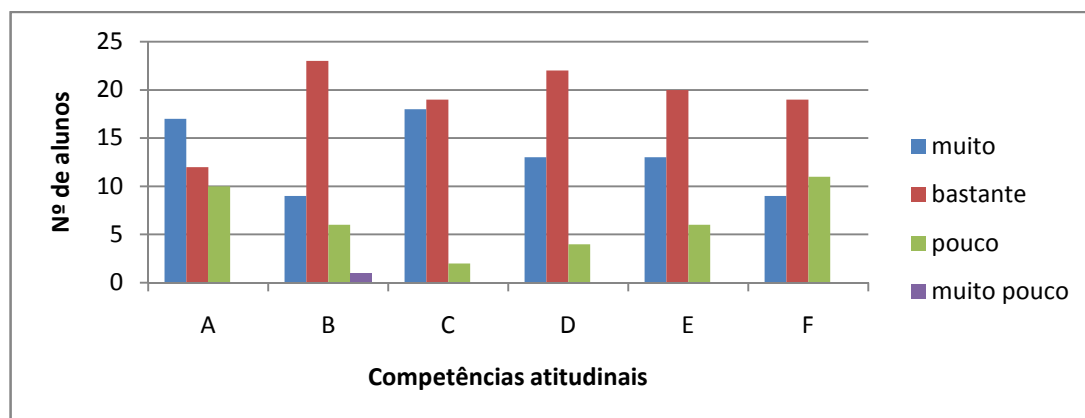


Figura VI – 16. Avaliação das competências atitudinais da 1ª actividade pelos alunos.

- A- Motivar para o estudo dos conteúdos dos programas disciplinares.
- B- Questionar/analizar a informação fornecida e/ou obtida no laboratório.
- C- Desenvolver o gosto pelas práticas laboratoriais.
- D- Realizar com empenho, confiança, autonomia e responsabilização actividades laboratoriais e trabalhos de grupo.
- E- Desenvolver atitudes inerentes ao trabalho individual e cooperativo.
- F- Reconhecer a importância do contexto social, económico e tecnológico na evolução das Ciências.

Após a apresentação dos resultados da avaliação feita pelos alunos de competências desenvolvidas no desenrolar da 1ª actividade, a conclusão que se pode retirar é que a maioria dos alunos considera que as competências listadas são desenvolvidas com maior ou menor desenvolvimento.

#### 6.2.2.4. Competências desenvolvidas na 2ª Actividade

**Quais são os pigmentos que existem nos cloroplastos?**

##### **Competências Conceptuais**

Um grande número de alunos considerou que as competências acima apresentadas foram desenvolvidas ao realizar a 2ª actividade. Mas 12 alunos tiveram dificuldade em aplicar conceitos noutros contextos e/ou relacionar assuntos (Figura VI -17).

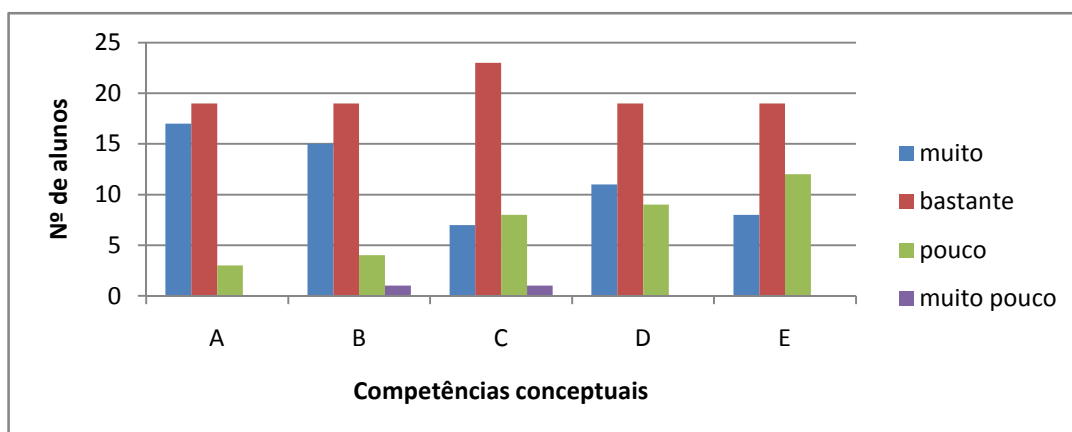


Figura VI – 17. Avaliação das competências conceptuais da 2ª actividade pelos alunos.

- A- Identificar o cloroplasto como organelo onde se realiza a fotossíntese.
- B- Identificar o cloroplasto como organelo onde se localizam pigmentos.
- C- Identificar os principais pigmentos que existem nas plantas.
- D- Compreender o comportamento (afinidade) dos pigmentos na presença de diferentes solventes.
- E- Aplicar conceitos já aprendidos noutros contextos (e.g. fotossíntese, célula, cromatografia).

### Competências Procedimentais

Manipular correctamente material de laboratório (24/12 alunos) e recolher, organizar e interpretar dados de natureza diversa (25/8 alunos) foram apontadas como as competências mais desenvolvidas pelos alunos. A primeira deve-se provavelmente ao facto de a técnica usada ser muito simples tendo já sido executada num nível de ensino básico e a segunda porque os alunos já mobilizaram esta competência na 1ª actividade o que facilitou o desempenho.

Identificar problemas biológicos e construir hipóteses científicas (19 alunos) e trabalhar com base na estratégia de “V” de Gowin (17/3 alunos) foram consideradas competências pouco desenvolvidas pelos alunos (Figura VI -18).

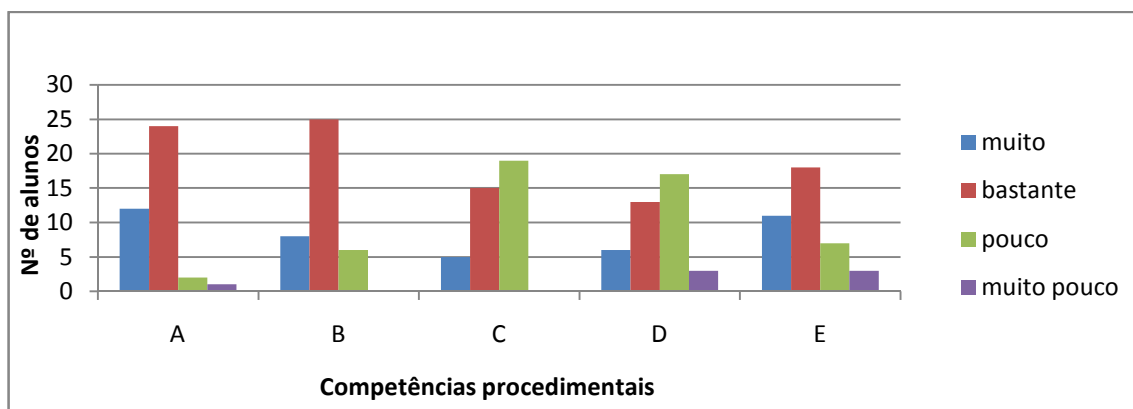


Figura VI – 18. Avaliação das competências procedimentais da 2ª actividade pelos alunos.

- A- Manipular correctamente material de laboratório.
- B- Recolher, organizar e interpretar dados de natureza diversa.
- C- Identificar problemas biológicos e construir hipóteses científicas.
- D- Trabalhar com base na estratégia de “V” de Gowin.
- E- Realizar e interpretar cromatogramas.

Sendo a estratégia de “V” de Gowin inovadora para os alunos, estes como não estavam muito familiarizados com ela, apresentaram algumas dificuldades em perceber o que se pretendia. No desenvolvimento da estratégia “V” de Gowin é necessário identificar problemas biológicos e construir hipóteses científicas, como os alunos revelaram algumas dificuldades na mobilização destas competências, isto provavelmente, contribuiu para os resultados obtidos.

O “V” pode ser difícil de perceber num primeiro contacto como foi o caso destes alunos. Uma das razões pode estar relacionada com a maioria dos alunos ter sido educado segundo Novak et al. (2000) em padrões de conhecimento e descoberta do conhecimento que têm principalmente um carácter positivista.

### Competências Atitudinais

A maioria dos alunos considerou que todas as competências foram desenvolvidas ao executarem esta actividade. Questionar/analisar a informação fornecida e/ou obtida no laboratório (12 alunos) e reconhecer a importância do contexto social, económico e tecnológico na evolução de Ciências (12 alunos) foram as competências que apresentaram menor desenvolvimento. Nesta actividade os alunos continuam a ter dificuldades no questionamento com base nas evidências laboratoriais e relativamente à última competência questionam: como é que a actividade pode permitir o reconhecimento da importância do contexto social, económico e tecnológico na evolução de Ciências (Figura VI – 19).

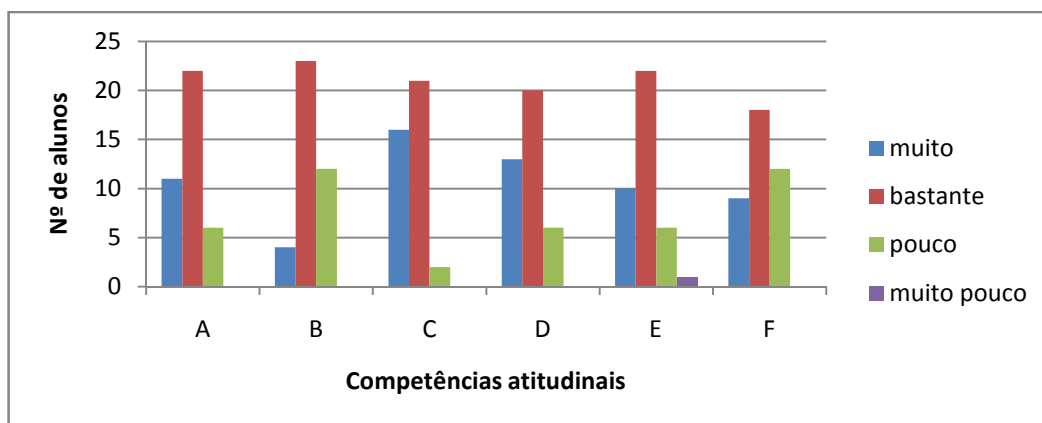


Figura VI – 19. Avaliação das competências atitudinais da 2ª actividade pelos alunos.

- A- Motivar para o estudo dos conteúdos dos programas disciplinares.
- B- Questionar/analisar a informação fornecida e/ou obtida no laboratório.
- C- Desenvolver o gosto pelas práticas laboratoriais.

- D- Realizar com empenho, confiança, autonomia e responsabilização actividades laboratoriais e trabalhos de grupo.
- E- Desenvolver atitudes inerentes ao trabalho individual e cooperativo.
- F- Reconhecer a importância do contexto social, económico e tecnológico na evolução das Ciências.

Como balanço da análise da avaliação de competências desenvolvidas nesta 2ª actividade é de salientar o facto de um grande número de alunos considerar que as competências listadas são desenvolvidas e de algumas competências que já foram mobilizadas anteriormente apresentarem um maior grau de desenvolvimento.

### 6.2.2.5. Competências desenvolvidas na 3ª Actividade

#### Qual a importância dos pigmentos e da luz na produção de compostos orgânicos?

##### Competências Conceptuais

A maioria dos alunos considerou terem desenvolvido muito ou bastante todas as competências. Houve um pequeno número de alunos que considerou que as competências foram pouco desenvolvidas. Apesar dos resultados positivos esta pode ser uma das actividades em que os alunos revelaram mais dificuldades, pois o nível de abstracção dos fenómenos era maior e implicava um maior relacionamento de assuntos, algo que os alunos não faziam frequentemente, uma vez que a tendência geral era compartimentar os saberes (Figura VI – 20).

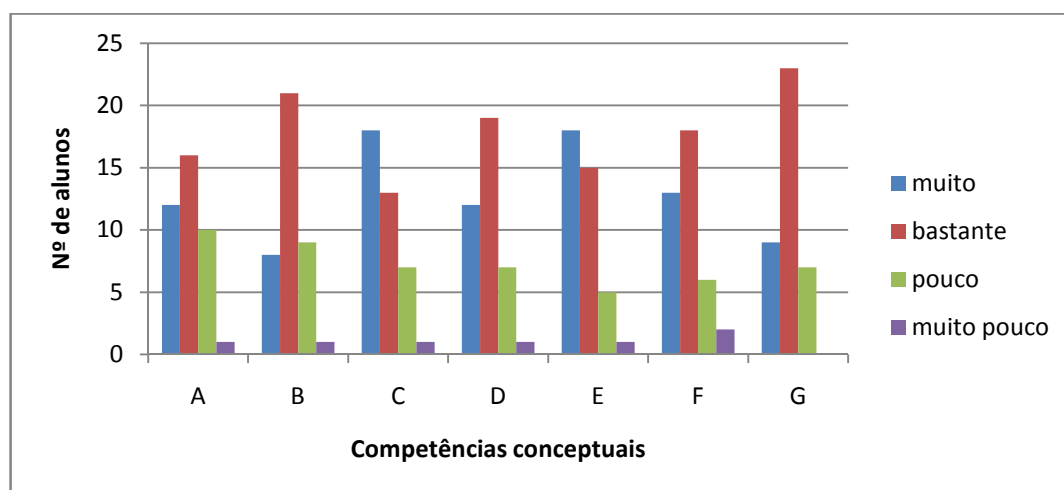


Figura VI – 20. Avaliação das competências conceptuais da 3ª actividade pelos alunos.

- A- Conhecer a anatomia da folha.
- B- Conhecer processos de autotrofia vs heterotrofia.
- C- Relacionar a fotossíntese com a produção de compostos orgânicos.
- D- Conhecer alguns compostos orgânicos mais importantes produzidos na fotossíntese.



- E- Compreender a fotossíntese como um processo de transformação de energia luminosa em energia química, que necessita da presença de pigmentos para a captação de luz.
- F- Compreender os mecanismos inerentes aos processos de fotossíntese.
- G- Aplicar conceitos já aprendidos noutros contextos (e.g. célula, fotossíntese, pigmentos).

### Competências Procedimentais

Relativamente às competências procedimentais, mais uma vez a maioria dos alunos considerou ter desenvolvido as competências procedimentais A-F. Contudo, no que diz respeito às competências trabalhar na estratégia de “V” de Gowin (19 alunos) e Identificar problemas e construir hipóteses (13 alunos) os alunos continuaram a revelar algumas dificuldades. Não se trabalha correctamente o “V” de Gowin se não se identificar e construir hipóteses. Estas competências complementares necessitam de ser mobilizadas com mais frequência para que se possam desenvolver (Figura VI – 21).

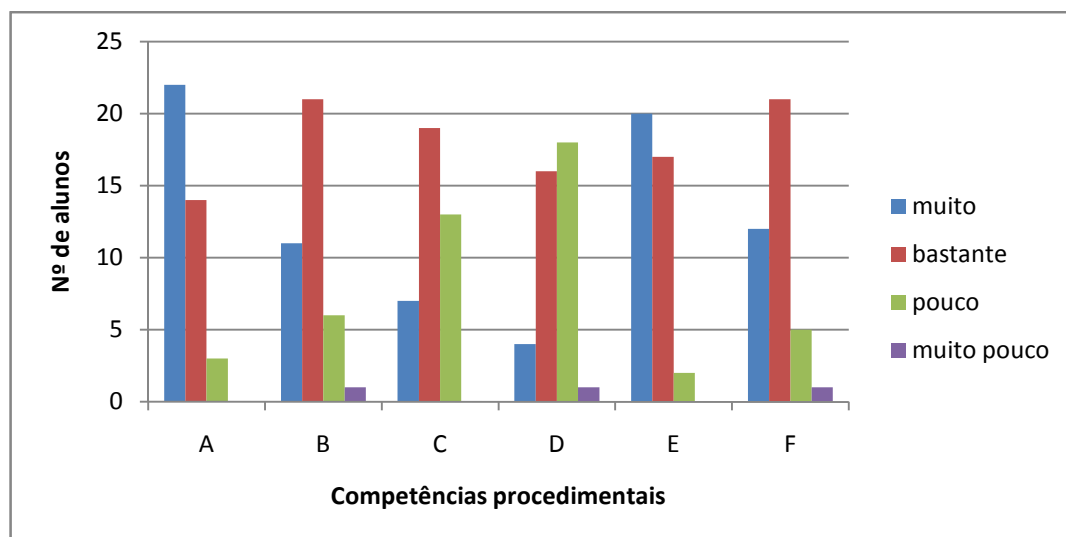


Figura VI – 21. Avaliação das competências procedimentais da 3ª actividade pelos alunos.

- A- Manipular correctamente o material de laboratório
- B- Recolher, organizar e interpretar dados de natureza diversa.
- C- Identificar problemas e construir hipóteses.
- D- Trabalhar com base na estratégia de “V” de Gowin.
- E- Interpretar resultados sobre plantas expostas ou não à luz.
- F- Interpretar dados laboratoriais de modo a compreender que os seres autotróficos sintetizam matéria orgânica na presença de luz

### Competências Atitudinais

Os alunos gostaram de executar este percurso investigativo (35 alunos), empenharam-se com confiança, autonomia e responsabilidade (33 alunos). No entanto houve um pequeno

número de alunos (9 alunos) que considerou que a actividade não permitiu desenvolver a competência – reconhecer a importância do contexto social, económico e tecnológico na evolução das Ciências (Figura VI – 22).

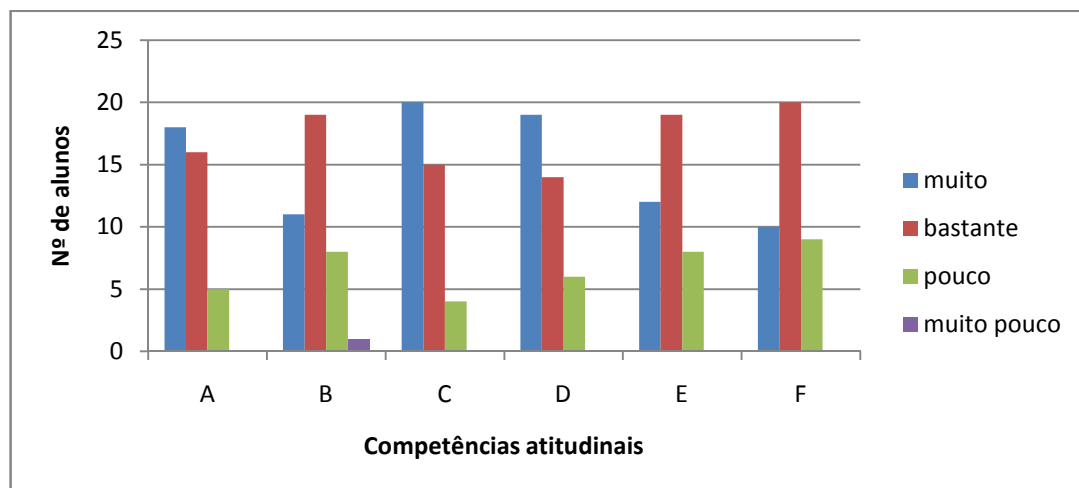


Figura VI – 22. Avaliação das competências atitudinais da 3ª actividade pelos alunos.

- A- Motivar para o estudo dos conteúdos dos programas disciplinares.
- B- Questionar/analisar a informação fornecida e/ou obtida no laboratório.
- C- Desenvolver o gosto pelas práticas laboratoriais.
- D- Realizar com empenho, confiança, autonomia e responsabilização actividades laboratoriais e trabalhos de grupo.
- E- Desenvolver atitudes inerentes ao trabalho individual e cooperativo.
- F- Reconhecer a importância do contexto social, económico e tecnológico na evolução das Ciências.

Após a análise da avaliação dos alunos das competências desenvolvidas nesta 3ª actividade é de salientar que os alunos de uma maneira geral acharam que as competências foram desenvolvidas, contudo, notou-se que as competências de cariz investigativo, competências em que os alunos não estavam tão familiarizados, são as competências que foram consideradas de menor desenvolvimento.

### 6.2.2.6. Competências desenvolvidas na 4ª Actividade

**Qual o aspecto dos vasos da planta responsáveis pela reposição da água perdida por transpiração no mesófilo?**

#### Competências Conceptuais

Um grande número de alunos ficou a conhecer o tecido que nas plantas transporta água e sais minerais (35 alunos). Mas um número considerável de alunos (13 alunos) considerou que esta actividade desenvolveu pouco as competências: reconhecer a interdependência dos sistemas de transporte/transpiração/fotossíntese e conhecer princípios associados ao transporte. Provavelmente por ser uma actividade em que se estuda essencialmente a estrutura vegetal não reconheceram a importância de relacionar a estrutura com a função (Figura VI – 23).

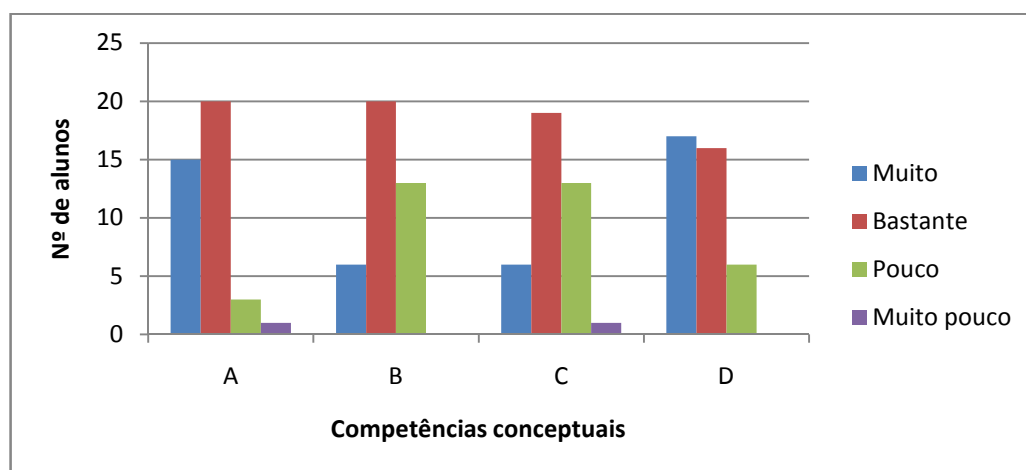


Figura VI - 23. Avaliação das competências conceptuais da 4ª actividade pelos alunos.

- A- Conhecer o tecido que, nas plantas transporta água e sais minerais
- B- Reconhecer a interdependência dos sistemas de transporte / transpiração / fotossíntese.
- C- Conhecer princípios físicos associados ao transporte.
- D- Aplicar conceitos já aprendidos noutros contextos. (eg. célula, parede celular)

#### Competências Procedimentais

A grande maioria dos alunos considerou ter desenvolvido muito ou bastante todas as competências excepto a F (23 alunos declarou terem desenvolvido pouco) e a G (13 alunos consideraram ter desenvolvido pouco). Constatou-se que à medida que os alunos vão utilizando a estratégia “V” de Gowin, vão-se familiarizando e colmatando dificuldades sendo mais fácil a sua mobilização (Figura VI – 24.).

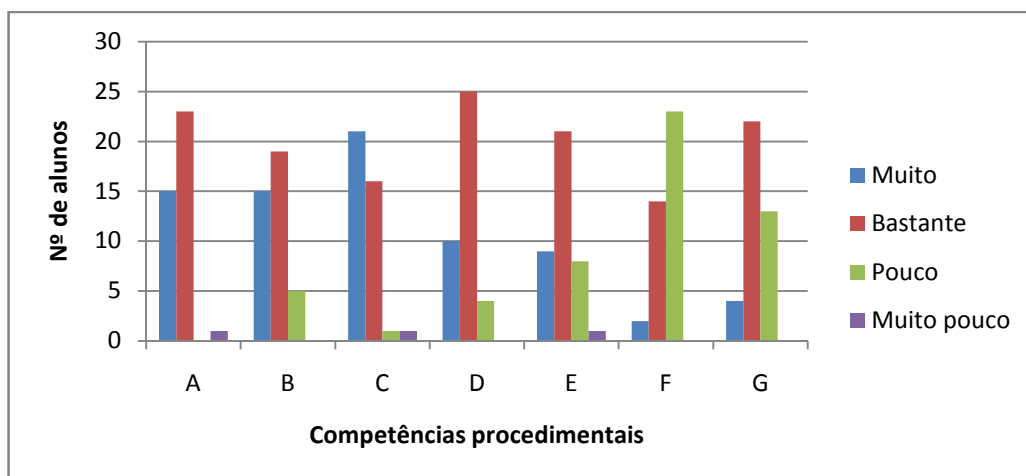


Figura VI – 24. Avaliação das competências procedimentais da 4ª actividade pelos alunos.

- A- Utilizar técnicas de preparação de material biológico para observação de material biológico ao M.O.
- B- Desenvolver técnicas de manuseamento de material de laboratório.
- C- Observar células ao M.O.
- D- Interpretar imagens de células ao M.O.
- E- Trabalhar com base na estratégia de “V” de Gowin.
- F- Identificar problemas biológicos e construir hipóteses científicas.
- G- Recolher, organizar e interpretar dados de natureza diversa.

### Competências Atitudinais

Um maior número de alunos consideraram que as competências foram desenvolvidas, mas com menor incidência as competências de questionar/ analisar a informação fornecida e/ou obtida no laboratório e reconhecer a importância do contexto social, económico e tecnológico na evolução das Ciências (Figura VI – 25).

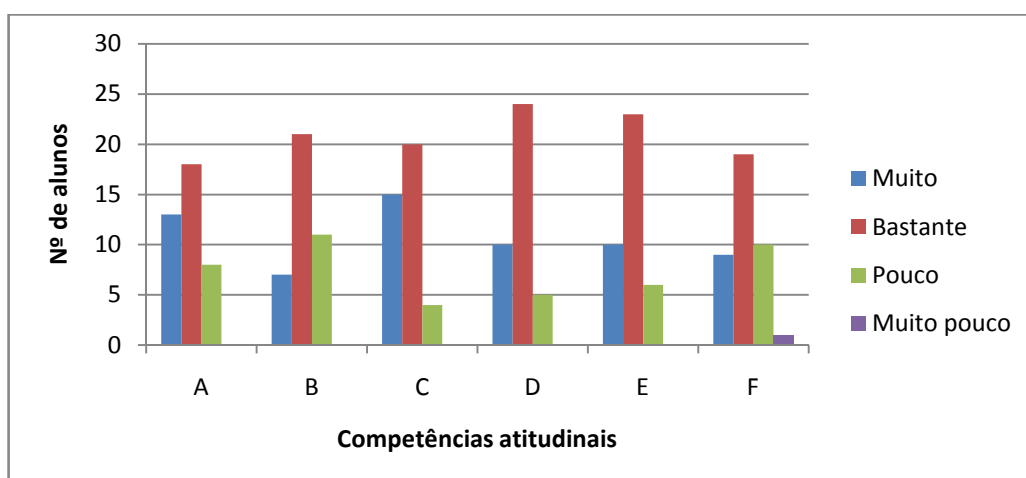


Figura VI – 25. Avaliação das competências atitudinais da 4ª actividade pelos alunos.

- A- Motivar para o estudo dos conteúdos dos programas disciplinares.
- B- Questionar/analisar a informação fornecida e/ou obtida no laboratório.
- C- Desenvolver o gosto pelas práticas laboratoriais.
- D- Realizar com empenho, confiança, autonomia e responsabilização actividades laboratoriais e trabalhos de grupo.
- E- Desenvolver atitudes inerentes ao trabalho individual e cooperativo.
- F- Reconhecer a importância do contexto social, económico e tecnológico na evolução das Ciências.

Todas as actividades tiveram muito ou bastante sucesso na mobilização de competências pelos alunos, mas salienta-se algumas excepções (alguns alunos apesar da minoria consideraram ter desenvolvido pouco). Verifica-se uma maior tendência para o desenvolvimento de competências já mobilizadas anteriormente e uma maior dificuldade no desenvolvimento de competências de cariz investigativo e C/T/S.

#### 6.2.2.7. Competências desenvolvidas na 5ª Actividade

**Como se determina a densidade estomática da superfície foliar de algumas plantas existentes no jardim da Escola?**

##### Competências Conceptuais

A maioria dos alunos considerou que as competências foram todas desenvolvidas. Segundo os alunos, relacionar a densidade dos estomas com a diversidade vegetal e relacionar a densidade dos estomas com a página da folha foram as competências que apresentaram menor desenvolvimento. Este dado poderá estar relacionado com o facto de os grupos de trabalho terem pesquisado apenas 3-5 plantas do Jardim da escola, pelo que os alunos não conseguiram estabelecer relações (Figura VI – 26).

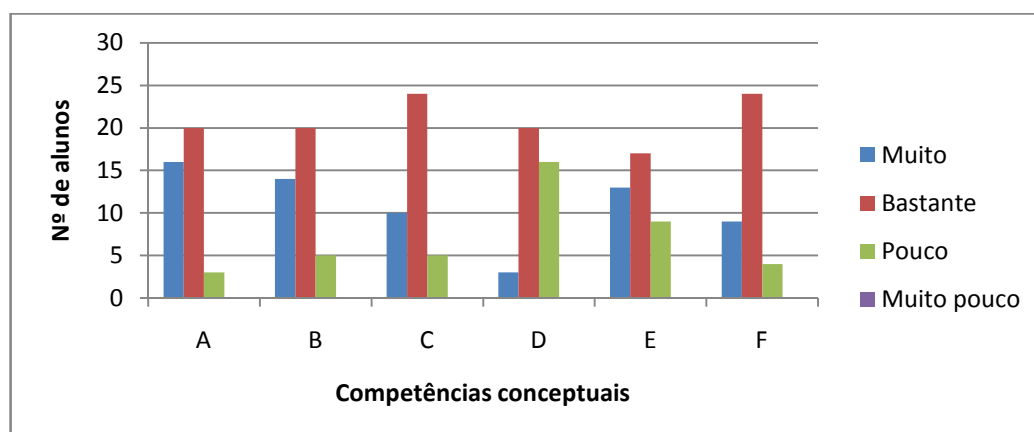


Figura VI – 26. Avaliação das competências conceptuais da 5ª actividade pelos alunos.

- A- Conhecer a estrutura da folha.
- B- Conhecer as estruturas que, nas plantas facilitam e regulam as trocas gasosas com o meio externo.
- C- Reconhecer a interdependência de fenómenos (fotossíntese/respiração/transpiração) associados às trocas gasosas.
- D- Relacionar a densidade dos estomas com a diversidade vegetal.
- E- Relacionar a densidade dos estomas com a página da folha.
- F- Aplicar conceitos já aprendidos noutros contextos (e.g. fotossíntese, microscopia, células).

### Competências Procedimentais

Um grande número de alunos considerou que todas as competências foram desenvolvidas. Revelaram algumas dificuldades na construção de cartazes, talvez por isso 10 alunos tenham considerado que foram pouco ou muito pouco desenvolvida essa competência (Figura VI -27).

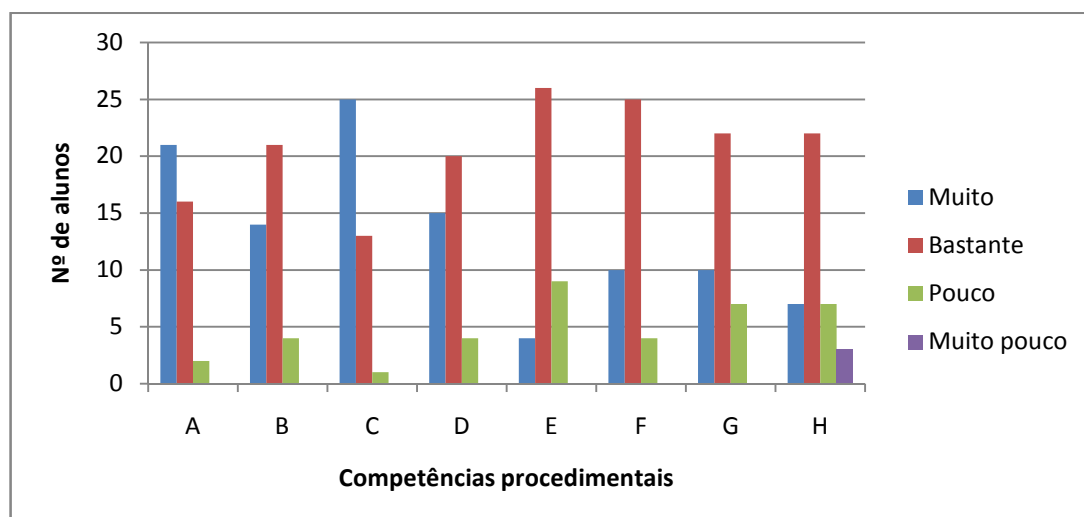


Figura VI – 27. Avaliação das competências procedimentais da 5ª actividade pelos alunos.

- A- Manipular correctamente o material de laboratório.
- B- Utilizar técnicas de construção de moldes para observação de material biológico ao M.O
- C- Observar preparações ao M.O.
- D- Interpretar imagens de células ao M.O.
- E- Recolher, organizar e interpretar dados de natureza diversa.
- F- Interpretar dados de modo a compreender os processos de abertura dos estomas.
- G- Comparar densidades de estomas em M.O.
- H- Construir cartazes como ferramenta de divulgação científica.

### Competências Atitudinais

Os alunos inquiridos na generalidade consideraram que todas as competências apresentadas foram desenvolvidas na 5ª actividade. Mas alguns continuaram a revelar dificuldades de mobilização das competências atitudinais, nomeadamente, questionar/analisar a informação fornecida e/ou obtida no laboratório, confiança e autonomia e reconhecer a importância do contexto social, económico e tecnológico na evolução das Ciências (Figura VI – 28).

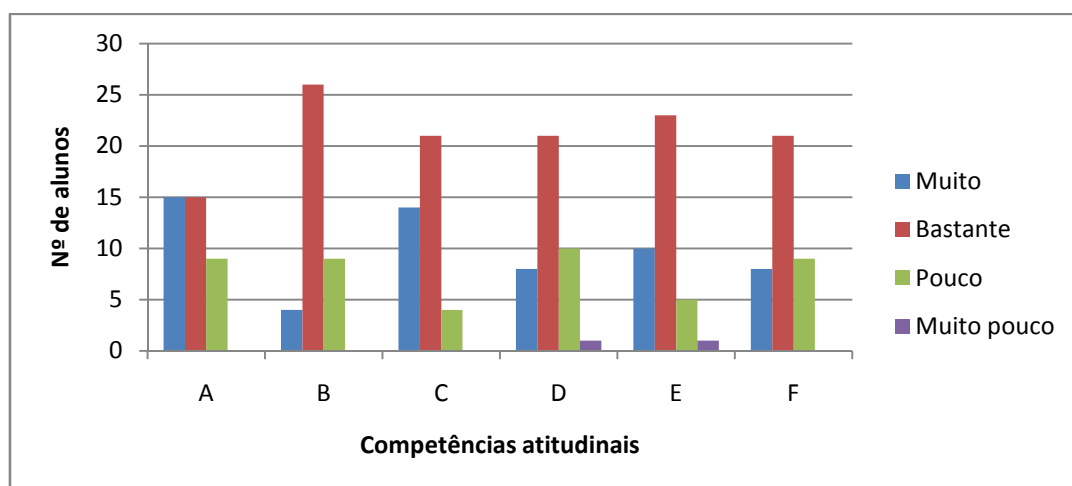


Figura VI – 28. Avaliação das competências atitudinais da 5ª actividade pelos alunos.

- A- Motivar para o estudo dos conteúdos dos programas disciplinares.
- B- Questionar/analisar a informação fornecida e/ou obtida no laboratório.
- C- Desenvolver o gosto pelas práticas laboratoriais.
- D- Realizar com empenho, confiança, autonomia e responsabilização actividades laboratoriais e trabalhos de grupo.
- E- Desenvolver atitudes inerentes ao trabalho individual e cooperativo.
- F- Reconhecer a importância do contexto social, económico e tecnológico na evolução das Ciências.

Em geral houve uma apreciação muito ou bastante positiva. Alguma avaliação ao nível de pouco ou muito pouco avaliada por uma minoria de alunos continua a confirmar que a tendência é a dos alunos mobilizarem melhor competências de conhecimento processual (executarem as técnicas, realizarem observações utilizando o M.O., elaborarem representações do que observam) e terem mais dificuldades na mobilização de competências de cariz mais investigativo e de cariz C/T/S.

### 6.2.2.8. Competências desenvolvidas na 6ª Actividade

#### Qual o efeito da variação da pressão osmótica nos estomas?

##### Competências Conceptuais

A maioria dos alunos inquiridos considerou que todas as competências conceptuais apresentadas foram desenvolvidas. Mas houve um número considerável de alunos (10 alunos) que achou que a competência “ reconhecer a interdependência das características dos sistemas que asseguram as trocas” foi pouco desenvolvida. Os alunos continuavam a mostrar dificuldades no relacionamento de assuntos (Figura VI – 29).

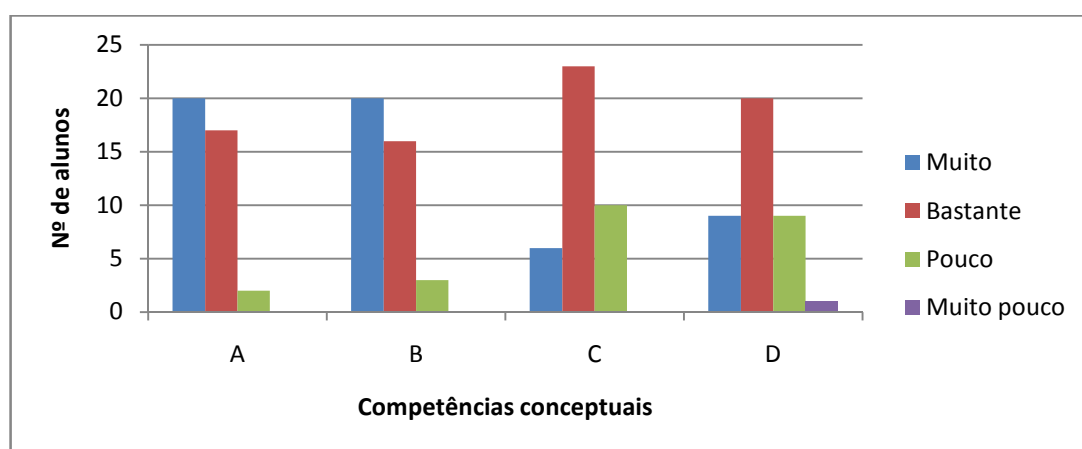


Figura VI – 29. Avaliação das competências conceptuais da 6ª actividade pelos alunos.

- A- Conhecer as estruturas que, nas plantas facilitam e regulam as trocas gasosas com o meio externo.
- B- Compreender os processos de abertura dos estomas.
- C- Reconhecer a interdependência das características dos sistemas que asseguram e regulam as trocas.
- D- Aplicar conceitos já aprendidos noutros contextos (eg. fotossíntese/translocação/absorção/transpiração).

##### Competências Procedimentais

Um grande número de alunos inquiridos considerou que as competências procedimentais apresentadas foram desenvolvidas. Mas houve alguns alunos (15 alunos) que acharam que a competência “ Interpretar dados de modo a compreender os processos de abertura dos estomas” foi pouco desenvolvida. Esta competência exige que o aluno faça uma relação de assuntos, o que nem sempre o faz (Figura VI – 30).



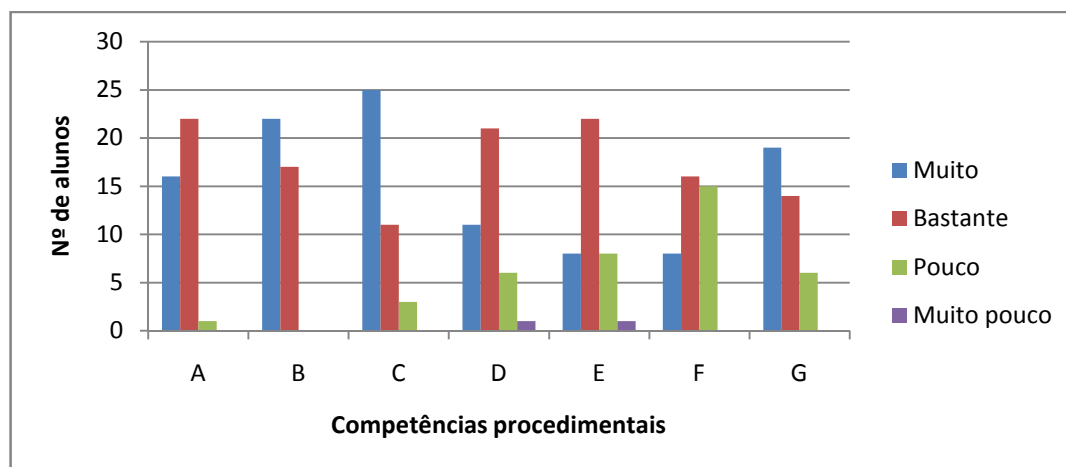


Figura VI – 30. Avaliação das competências procedimentais da 6ª actividade pelos alunos.

- A- Utilizar técnicas de preparação de material biológico para observação de material biológico ao M.O.
- B- Desenvolver técnicas de manuseamento de material de laboratório.
- C- Observar células ao M.O.
- D- Interpretar imagens de células e estruturas subcelulares (eg. cloroplasto) ao M.O.
- E- Trabalhar com base na estratégia de “V” Gowin.
- F- Identificar problemas biológicos e construir hipóteses científicas.
- G- Interpretar dados de modo a compreender os processos de abertura dos estomas.

### Competências Atitudinais

A generalidade dos alunos inquiridos considerou que as competências atitudinais apresentadas foram desenvolvidas na execução da 6ª actividade. Mas houve alguns alunos (9 alunos) que acharam que a competência, questionar/analisar a informação fornecida e/ou obtida no laboratório, foi pouco desenvolvida (Figura VI – 31).

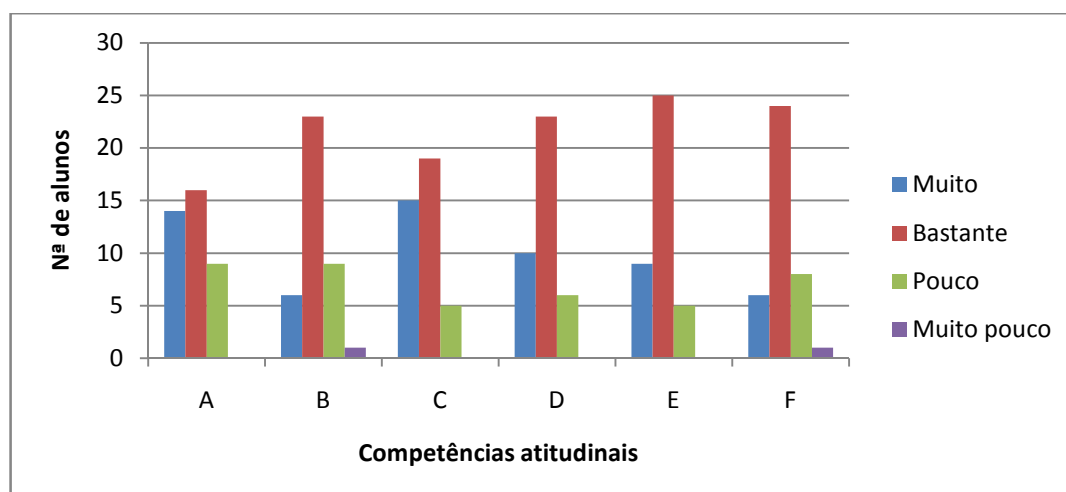


Figura VI – 31. Avaliação das competências atitudinais da 6ª actividade pelos alunos.

- A- Motivar para o estudo dos conteúdos dos programas disciplinares.
- B- Questionar/analisar a informação fornecida e/ou obtida no laboratório.
- C- Desenvolver o gosto pelas práticas laboratoriais.
- D- Realizar com empenho, confiança, autonomia e responsabilização actividades laboratoriais e trabalhos de grupo.
- E- Desenvolver atitudes inerentes ao trabalho individual e cooperativo.
- F- Reconhecer a importância do contexto social, económico e tecnológico na evolução das Ciências.

O balanço da análise da avaliação de competências nesta 6ª actividade continuou mostrar a tendência assinalada nas actividades anteriores, uma maior mobilização de competências processuais e menor mobilização de competências de cariz investigativo e de cariz C/T/S.

O balanço global em termos de mobilização de competências pelos alunos nos diversos percursos investigativos efectuados faz salientar que é maior a facilidade encontrada nas competências mobilizadas usualmente pelos alunos e uma maior dificuldade nas competências de cariz mais investigativo e de vertente C/T/S. A administração de 4 actividades com “V” de Gowin foi pertinente, pois pela análise dos resultados do 2º questionário, verificou-se que inicialmente os alunos tiveram dificuldades em perceber no que se pretendia com o “V” de Gowin, contudo à medida que foram usando esta estratégia foram superando as suas dificuldades. No que se refere às competências de cariz mais investigativo, provavelmente, para o seu maior desenvolvimento, deverá recorrer-se a algumas actividades laboratoriais, P-O-E-R, sem orientação de procedimento, num nível mais avançado de ensino como o 11º ano e o 12º ano. Assim, os alunos terão oportunidade de contactar com actividades com um maior grau de abertura que lhes permita um maior controlo na sua aprendizagem, permitindo-lhes realizar e avaliar investigações por eles sugeridas e planeadas. A disciplina de área de projecto do 12º ano pode funcionar nesses moldes, uma vez que os alunos durante um ano lectivo constroem /concretizam um projecto, numa disciplina de Biologia e Geologia é mais difícil por limitações de tempo/extensão do programa. Os resultados relativamente à vertente C/T/S foram os esperados, até porque a vertente C/T/S foi minimizada nos percursos investigativos (esta foi abordada aquando da exploração de artigos científicos recolhidos pelos alunos nas aulas).

### 6.2.3. Apresentação e análise de resultados dos dois questionários acerca dos temas preferidos pelos alunos na área da Biologia

No 1º questionário, alguns alunos não atribuíram preferências a todos os temas possivelmente por desconhecerem os conteúdos. Na generalidade os alunos mostraram-se mais interessados por temas relacionados com a Biologia dos Animais do que com a Biologia das Plantas, dados que confirmam as perspectivas iniciais da investigadora. O resultado sustenta a necessidade da investigação efectuada.

Ao representar-se graficamente o resultado relativo ao parâmetro “interessa-me muito” constata-se que houve um aumento de interesse pelas temáticas após a leccionação dos temas com excepção das “Hormonas Vegetais” (Figura VI -32).

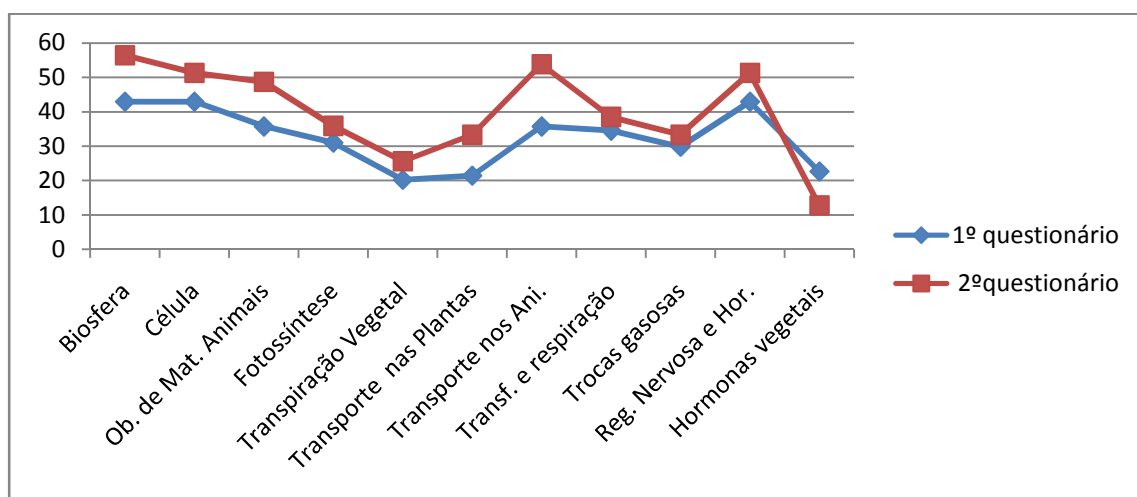


Figura VI – 32. Resultados relativos ao parâmetro “interessa-me muito”.

Os conteúdos de maior agrado para os alunos inquiridos no 1º questionário foram a Biosfera (42,9%) e Transporte nos Animais (35,7 %), valores relativamente baixos, levando a concluir que os alunos não gostam dos conteúdos programáticos do 10º ano. No que concerne aos conteúdos relacionados com a Biologia das Plantas houve uma percentagem considerável de alunos que não os consideraram interessantes. Nos temas: Fotossíntese (3,6%); Transpiração (7,1%); Transporte nas Plantas (9,5%) e Hormonas Vegetais (14,3%). Após a abordagem destas temáticas e implementação dos percursos investigativos verificou-se que houve em geral um aumento de preferência dos alunos pelos temas demonstrando o sucesso destas actividades. A percentagem de alunos interessados pelos temas como se observa na tabela é: Fotossíntese (35,9%); Transpiração (25,6%); Transporte nas Plantas (33,3%) (Tabela VI – 2).

Tabela VI-2. Percentagem de graus de interesses relativos aos temas biológicos leccionados no 10º ano

Temas	Questionários (N=84; N=39)	% de escolhas		
		Interessa-me muito	Interessa-me pouco	Não me interessa
Biosfera	1º	42,9	54,8	-
	2º	56,4	43,6	-
A célula	1º	42,9	50	3,6
	2º	51,3	43,6	5,1
Obtenção de matéria pelos animais	1º	35,7	48,8	11,9
	2º	48,7	48,7	2,6
Fotossíntese	1º	31	63	3,6
	2º	35,9	53,8	10,3
Transpiração vegetal	1º	20,2	69	7,1
	2º	25,6	48,7	25,6
Transporte nas plantas	1º	21,4	65,5	9,5
	2º	33,3	51,3	15,4
Transporte nos animais	1º	35,7	54,8	7,1
	2º	53,8	46,2	-
Transformação e respiração	1º	34,5	59,5	4,8
	2º	38,5	53,8	7,7
Trocas gasosas	1º	29,8	60,7	9,5
	2º	33,3	56,4	10,3
Regulação nervosa e hormonal	1º	42,9	45,2	10,7
	2º	51,3	12,8	10,3
Hormonas vegetais	1º	22,6	60,7	14,3
	2º	12,8	66,7	20,5

Nota: No 1º questionário alguns alunos não atribuíram preferências a todos os temas

Contudo registou-se um ou outro caso pontual de decréscimo de interesse (Tabela VI -2).

O que fazer para alterar esta situação? E como o fazer?

Postic (2007) defende que não se deve ignorar “ *que os alunos são actores no processo ensino-aprendizagem, que eles actuam através das suas atitudes e dos seus actos, que eles manifestam comportamentos operantes e até decisão, afectando a sua própria aprendizagem e a daqueles com quem estão em comunicação.*” (Postic, 2007, p.24)

Assim, talvez a construção de percursos investigativos deva favorecer mais a reflexão sobre a relevância e o possível interesse das situações propostas, que dê mais sentido ao seu estudo, considerando as possíveis implicações C/T/S, e/ou se deva apostar em implementar percursos investigativos, P-O-E-R, sem orientação de procedimento, independentemente do tempo usado para a sua concretização, gerindo o currículo para que isso seja possível. Como diz Roldão (2005) “ *a passagem para uma apropriação...pelos professores do poder de decidir o como ensinar e trabalhar para que os resultados sejam melhores - e isto é gerir o currículo....parece ser a única forma possível e actuante de produzir melhores resultados nos contextos complexos que se vivem na escola....*” (Roldão, 2005, p.7).

Afigura-se crucial questionar se os percursos investigativos implementados e alvo deste estudo terão implicações no sucesso dos alunos.

De seguida far-se-á a análise comparativa das respostas às questões relativas às temáticas de Fotossíntese e Transpiração, nos dois questionários, verificando se houve evolução dos conhecimentos e/ou construção de conhecimento, justificando de algum modo a pertinência da implementação dos percursos investigativos em estudo.

#### **6.2.4. Apresentação e análise de resultados de respostas dadas nos dois questionários relativos às questões sobre Fotossíntese e Transpiração**

##### **6.2.4.1. Os seres fotoautotróficos captam a energia luminosa porque possuem...**

Metade dos alunos no 1º questionário optou por responder que não sabia, embora o conceito já tenha sido introduzido no 3º ciclo do ensino básico. Contudo, houve uma percentagem considerável de alunos (41%) que responderam correctamente. No 2º questionário 97% dos alunos inquiridos responderam correctamente o que significa que houve evolução, os alunos construíram conhecimento (Tabela VI – 3).

Tabela VI-3. Percentagem de respostas dadas às opções da questão 6.2.4.1.

OPÇÕES DE RESPOSTAS	% DE RESPOSTAS	
	1º Questionário (N=84)	2º Questionário (N=39)
Folhas com cor verde	4	-
Mitocôndrias	2	-
Pigmentos Fotossintéticos	41	97
NADH	2	-
ATP	1	-
Não sei	50	3

**6.2.4.2. Algumas células de certos organismos possuem organelos que produzem ATP, que é utilizado na síntese de substâncias orgânicas a partir do dióxido de carbono. Esses organelos são...**

Os alunos no 1º questionário optaram por responder que não sabiam, embora, no 3º ciclo já tenham abordado o assunto, talvez a resposta se deva ao desconhecimento das outras estruturas celulares. No 2º questionário ainda que apresentem alguma confusão na função entre plastos e mitocôndrias 41% dos alunos responderam correctamente, o que revela grande evolução (Tabela VI – 4).

Tabela VI-4. Percentagem de respostas dadas às opções da questão 6.2.4.2.

OPÇÕES DE RESPOSTAS	% DE RESPOSTAS	
	1º Questionário (N=84)	2º Questionário (N=39)
Nucléolos	2	-
Lisossomas	4	8
Cloroplastos	10	41
Mitocôndrias	1	36
Ribossomas	-	-
Não sei	83	15

**6.2.4.3. Considere os seguintes factores....**

- I. Dióxido de carbono      II. Água      III. Azoto      IV. Luz**  
**São imprescindíveis para a fotossíntese....**

Verificou-se que embora no 3º ciclo do ensino básico a maioria dos alunos (69%) tenha construído uma ideia correcta sobre os factores necessários à realização do mecanismo da fotossíntese, 92% dos alunos responderam correctamente no final do ano, este valor, é indicador de construção de conhecimento (Tabela VI – 5).

Tabela VI – 5. Percentagem de respostas dadas às opções da questão 6.2.4.3.

OPÇÕES DE RESPOSTAS	% DE RESPOSTAS	
	1º Questionário (N=84)	2º Questionário (N=39)
Apenas I, II e III	2	-
Apenas I, II e IV	69	92
Apenas I, III e IV	10	2
Apenas II, III e IV	-	3
I, II, III e IV	1	-
Não sei	11	3

**6.2.4.4. Na fotossíntese, o oxigénio libertado provém ...**

No 1º questionário, 59 alunos (70%) responderam que o oxigénio libertado na fotossíntese provém do dióxido de carbono (Tabela VI – 6).

É declaradamente um exemplo de concepção alternativa. Os alunos tinham uma ideia prévia incorrecta que lhes poderá ter sido transmitida no ensino básico. A constatação desta ideia prévia só foi possível pelo diagnóstico feito aos alunos. Este diagnóstico revelou a importância de desenvolver e implementar estratégias metodológicas de mudança conceptual que levem os alunos a perder as suas certezas estruturadas.

Segundo Santos (1992) a necessidade de desenvolver e de implementar estratégias metodológicas de mudança conceptual (captura e/ou troca) determina a necessidade de diagnosticar, em profundidade, as concepções alternativas dos alunos, não só as que se formam antes do ensino formal mas também durante e depois desse ensino.

Este resultado mostrou a pertinência de, num segundo questionário se investigar, se após a abordagem deste conteúdo os alunos farão a troca conceptual. Pela análise dos resultados do 2º questionário pode inferir-se que 83% dos alunos inquiridos mudaram as suas ideias prévias e construíram outra concepção, correcta, dos conceitos, diferente da que tinham aquando da administração do 1º questionário (Tabela VI – 6).

Tabela VI – 6. Percentagem de respostas dadas às opções da questão 6.2.4.4.

OPÇÕES DE RESPOSTAS	% DE RESPOSTAS	
	1º Questionário (N=84)	2º Questionário (N=39)
CO <sub>2</sub>	70	7
Amido	3	-
Ciclo de Calvin	3	7
Fotólise da H <sub>2</sub> O	2	83
Redução do NADH	2	3
Não sei	20	-

**6.2.4.5. Além da clorofila, a maioria das plantas possui pigmentos acessórios, como, por exemplo...**

Inicialmente antes da abordagem dos temas 86% dos alunos não sabiam a resposta à questão, depois da abordagem 82% dos alunos responderam correctamente à questão (Tabela VI – 7). O que sugere que a actividade nº 2 (Quais são os pigmentos que existem nos cloroplastos?) pode ter contribuído para a construção deste conhecimento.

Tabela VI – 7. Percentagem de respostas dadas às opções da questão 6.2.4.5.

OPÇÕES DE RESPOSTAS	% DE RESPOSTAS	
	1º Questionário (N=84)	2º Questionário (N=39)
NADH	1	3
PGAL	5	-
PEP	1	-
NADH e PGAL	3	-
Carotenóides	4	82
Não sei	86	15

**6.2.4.6. A transpiração pode ser responsável por...**

Em geral estes resultados mostram uma grande evolução de conhecimentos, pois 59 % dos alunos respondeu correctamente, apesar de haver uma percentagem de alunos que errou. (Tabela VI – 8) Revelaram alguma confusão na compreensão das teorias explicativas da



translocação da água no xilema. Estes conteúdos eram muito abstractos aos alunos, necessitando de mobilização de competências transversais da área da Física/ Química/Biologia.

Tabela VI – 8. Percentagem de respostas dadas às opções da questão 6.2.4.6.

OPÇÕES DE RESPOSTAS	% DE RESPOSTAS	
	1º Questionário (N=84)	2º Questionário (N=39)
Pela existência de pressão radicular	3	23
Pela translocação da H <sub>2</sub> O através do xilema	10	59
Pela coesão das moléculas de H <sub>2</sub> O	5	-
Transporte através do floema	4	8
Pelo aumento do diâmetro do caule da planta	2	-
Não sei	76	10

#### 6.2.4.7. Classifique cada uma das afirmações como verdadeira ou falsa.

A - A fotólise da água ocorre na fase não dependente directamente da luz, da fotossíntese.

B - A fotossíntese tem como objectivo a produção de compostos ricos em energia.

C - Os seres fotossintéticos captam, preferencialmente, luz com comprimentos de onda correspondentes ao verde.

D - O dióxido de carbono libertado pelas plantas resulta do ciclo de Calvin.

E - Durante as reacções da fase fotoquímica da fotossíntese, produz-se ATP e NADPH.

F - A fase fotoquímica da fotossíntese ocorre no exterior do cloroplasto.

G - O dióxido de carbono captado pelos seres fotossintéticos é utilizado no ciclo de Calvin.

H - A luz é um factor que promove o fecho dos estomas.

I - A temperatura influencia a abertura dos estomas.

J - Plantas na obscuridade tendem a fechar os estomas.

L - A ocorrência das reacções fotoquímicas da fotossíntese nas células de guarda leva à abertura do estoma.

No preenchimento do 1º questionário houve um grande número de ausência de respostas e/ou respostas incorrectas às afirmações. É oportuno verificar a evolução muito significativa do conhecimento após a abordagem das temáticas Fotossíntese e Transpiração. Todos os alunos responderam às afirmações e a maioria respondeu correctamente. (Tabela VI – 9.) A única excepção foi em relação à afirmação C em que a maioria dos alunos (23) respondeu erradamente, mesmo assim houve evolução quando se compara com os resultados do 1º questionário (Figura VI – 33.).

Os conceitos são abstractos a interdisciplinaridade entre as disciplinas de Biologia/Geologia e Física/Química é cada vez mais necessária.

Como se constata pela análise comparativa das percentagens de respostas correctas às várias opções das questões aplicadas aos alunos no 1º e 2º questionário, de um modo geral os alunos construíram conhecimento após a abordagem dos temas Fotossíntese e Transpiração (Tabela VI – 9).

Representando graficamente a percentagem de respostas correctas nos dois questionários verifica-se uma evolução significativa nos resultados (Figura VI – 33).

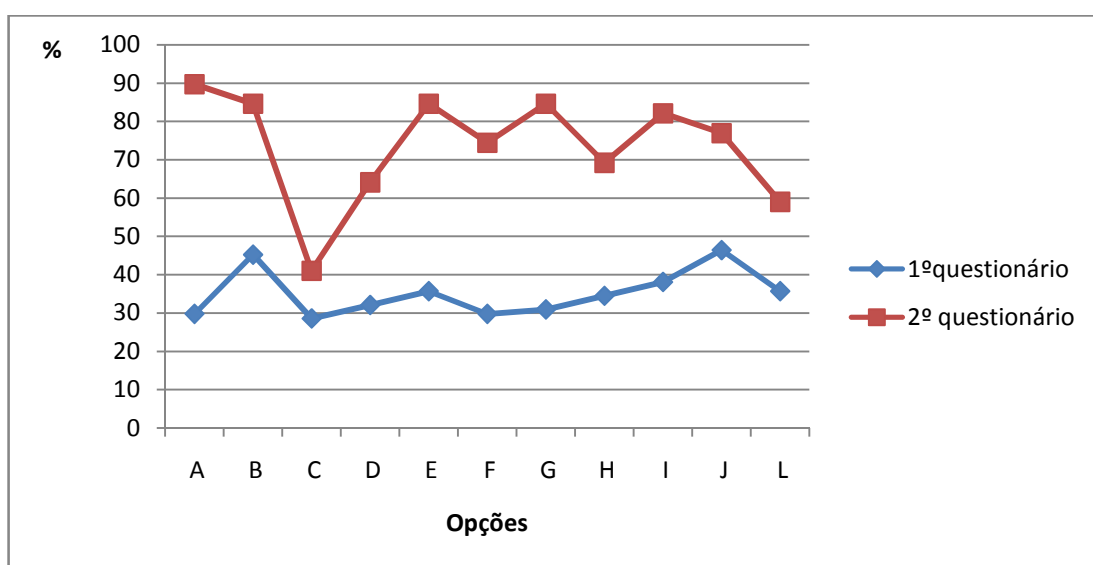


Figura VI – 33. Percentagem de respostas correctas.

Tabela VI – 9. Percentagem de respostas dadas às opções da questão 6.2.4.7.

QUESTÕES	OPÇÕES DE RESPOSTA	% DE RESPOSTAS	
		1º QUESTIONÁRIO (N=84)	2º QUESTIONÁRIO (N=39)
A	Não responde	40,5	-
	Verdadeiro	29,8	10,3
	Falso	29,8	89,7
B	Não responde	19	-
	Verdadeiro	45,2	84,6
	Falso	35,7	15,4
C	Não responde	29,8	-
	Verdadeiro	41,7	59
	Falso	28,6	41
D	Não responde	34,5	-
	Verdadeiro	33,3	35,9
	Falso	32,1	64,1
E	Não responde	41,7	-
	Verdadeiro	35,7	84,6
	Falso	22,6	15,4
F	Não responde	45,2	-
	Verdadeiro	25	25,6
	Falso	29,8	74,4
G	Não responde	45,2	-
	Verdadeiro	30,95	84,6
	Falso	23,8	15,4
H	Não responde	41,7	-
	Verdadeiro	23,8	30,8
	Falso	34,5	69,2
I	Não responde	35,7	-
	Verdadeiro	38,1	82,1
	Falso	26,2	17,9
J	Não responde	34,5	-
	Verdadeiro	46,4	76,9
	Falso	19	23,1
L	Não responde	42,9	-
	Verdadeiro	35,7	59
	Falso	21,4	41

Na tabela a azul está assinalada percentagem de respostas correctas.

Pelo que foi exposto, a construção de percursos investigativos que contemplem a participação e envolvimento dos alunos na identificação e compreensão de problemas, e na procura e construção disciplinar de soluções educacional e culturalmente relevantes, põe à prova a *literacia científica* do professor e exige-lhe elevada competência profissional em termos científicos e didáticos promovendo a construção de conhecimento e o desenvolvimento de competências por parte dos alunos. Obriga, por outro lado, a estabelecer condições propícias ao desenvolvimento de actividades de colaboração com os alunos e outros professores, edificando e verificando sucessivamente hipóteses de trabalho e optando, em cada momento, por metodologias diversificadas.

Segundo Postic (2007), cabe ao professor *“o papel de organizar as situações de aprendizagem, observar os comportamentos de cada aluno face à tarefa, os comportamentos relacionais, de cooperação, de conflito, entre os alunos, e ajustar as suas intervenções às necessidades que são manifestadas.”* (Postic, 2007, p.165).



*CAPÍTULO VII - DISCUSSÃO GERAL E  
SUGESTÕES EDUCACIONAIS*

Neste capítulo, apresenta-se uma discussão geral do estudo realizado, considerando os objectivos estabelecidos, o quadro teórico apontado inicialmente e as conclusões com base nos dados obtidos.

**Quais as estratégias educativas a usar na construção de conhecimento nas temáticas Fotossíntese e Transpiração, visando o desenvolvimento de competências nos alunos e de agrado destes?**

Considerando a questão central, no capítulo I parte-se do pressuposto que os alunos gostam pouco da Biologia das Plantas nomeadamente, Fotossíntese e Transpiração, gostam de trabalhar em pequeno grupo e realizar trabalho laboratorial. Para provar a validade destes pressupostos foi elaborado um questionário que foi administrado aos alunos de 10º ano da Escola Secundária, onde a autora lecciona.

Da análise do 1º questionário administrado aos alunos recolheram-se os dados seguintes: A maioria dos alunos da amostra tem 15 anos, não são repetentes; gostam de trabalhar com outra pessoa ou em grupos pequenos; aprendem melhor com outra pessoa ou em grupos pequenos; usam o computador essencialmente para fazer investigações, trocar correspondência, visitar sítios na Internet, jogar e fazer trabalhos de casa; a maioria considera o trabalho laboratorial importante para a sua futura profissão; interessam-se principalmente por Ciências, Desporto e Ambiente, interessam-se pouco por Política/Direito, Teatro, Dança e Escrita; a maioria dos alunos não desenvolveu projectos ou trabalhos científicos no ensino básico; as áreas profissionais que gostariam de seguir estão relacionadas com as engenharias e saúde humana; frequentemente usavam como fontes de informação científica a Internet e algumas vezes revistas sobre ciência, artigos de revistas, telejornais e filmes/documentários; alguns alunos consideraram que Ciências e Tecnologia podem, certamente contribuir para resolver graves problemas, através de ideias provenientes de Ciência e de novas soluções tecnológicas, outros alunos acham que a contribuição das Ciências e da Tecnologia para a resolução de certos problemas prende-se com a utilização correcta das Ciências e de Tecnologia por parte das pessoas e ainda outros alunos afirmam que Ciências e Tecnologia podem contribuir para a resolução de certos problemas sociais, mas podem estar na origem de muitos outros; para os alunos a aprendizagem será mais motivadora se as estratégias forem diversificadas e recaírem essencialmente na realização de mais trabalho laboratorial, no mostrar o carácter útil e/ou pratico da aplicação dos conceitos científicos e no visionamento filmes e documentários; os temas biológicos preferidos pelos alunos são a biosfera, célula, regulação animal, obtenção de matéria e transporte animal, e os temas menos preferidos são transpiração, transporte nas plantas, trocas gasosas, hormonas vegetais e fotossíntese.

Pelo que foi apresentado verifica-se que, numa fase inicial, confirmaram-se as expectativas, pois constatou-se que as temáticas Fotossíntese e Transpiração não são apelativas para os alunos, e ainda que o trabalho laboratorial é uma das suas metodologias preferidas bem como a realização de trabalhos em pequeno grupo, também se diagnosticaram as ideias prévias de alunos do 10º ano de escolaridade relativamente à Fotossíntese e Transpiração.

Ao recolherem-se os pontos de vista dos alunos e ao submetê-los a uma análise reflexiva considerou-se pertinente a construção de percursos investigativos do tipo, P.O.E.R., com orientação de procedimento, na área da Fotossíntese e Transpiração e a sua implementação em grupo pequeno heterogéneo de trabalho. A escolha dos temas a tratar deveu-se ao facto de serem temas menos preferidos pelos alunos e também porque envolviam conceitos mais difíceis para eles. Na construção dos percursos investigativos prevaleceu a preocupação de que o objecto de estudo e todo o percurso investigativo estivesse integrado nos conteúdos programáticos e se considerasse a extensão dos programas, a preparação dos alunos para os exames nacionais, os recursos materiais disponíveis e a concretização apenas nos tempos lectivos dos alunos. Por conseguinte, adaptaram-se as actividades laboratoriais à realidade escolar envolvente. No âmbito da construção dos percursos seleccionaram-se os problemas mais pertinentes relativos aos temas Fotossíntese e Transpiração com vista à realização de actividades laboratoriais, tendo em conta que um problema deve ser entendido como uma tarefa que não tendo solução evidente exige investigação. Definiu-se previamente um conjunto de competências, de acordo com o Currículo de Biologia para o Ensino Secundário, que depois de mobilizadas foram relevantes na resolução dos problemas e contribuíram para a compreensão da realidade. As estratégias/metodologias usadas permitiram mobilizar de alguma forma as competências.

A validação dos percursos investigativos na acção de formativa com os professores de Biologia e Geologia representou uma mais-valia como foi referido no capítulo IV e vai ao encontro da alteração de mentalidade profissional que a reforma educativa, DES (2000), pressupõe. Foi um modesto contributo para o processo de actualização e de reflexão do corpo docente do sub - departamento de Biologia da escola onde a autora lecciona.

Exige-se cada vez mais que os professores sejam capazes de analisar reflexivamente as suas práticas e que orientem o trabalho na aula na perspectiva de uma metodologia activa e participativa. Com este propósito, Pedrosa e Mateus (2001) defendem que “ *é necessário desenvolver investigação para conceber, implementar, testar e avaliar novas estratégias de ensino, o que pressupõe e requer participação e envolvimento activo e cooperativo de professores nesses empreendimentos*” (Pedrosa e Mateus, 2001, p. 149). Para isso os docentes necessitam da correspondente preparação em acções de formação/sessões de trabalho. A realização da formação na própria Escola é um grande passo no sentido de orientar a formação contínua para as competências do professor pois acontece no local de trabalho do professor ficando menos separada das suas práticas. É necessário que as convicções dos professores sejam desafiadas, debatidas e esclarecidas. Os professores necessitam de entrar em experiências de aprendizagem que contestem as teorias tradicionais, em trabalhos onde possam fazer experiências em conjunto baseados numa perspectiva construtivista do ensino. A evolução da Escola obriga cada um a recomeçar frequentemente, porque os alunos, as famílias, a cultura e a sociedade estão sempre a mudar.

A acção formativa foi concebida essencialmente com vista a um processo de trabalho articulado e pensado em conjunto, de modo a alcançar melhor os objectivos visados. Foi enriquecida pela interacção dinâmica de vários saberes específicos e de vários processos cognitivos em colaboração. Teve o mérito de colocar professores a pensar e questionar os guiões

laboratoriais em função das reacções e aprendizagens dos alunos. Concorde-se com Perrenoud (2000) e Beckers (2004) quando afirmam que trabalhar em equipa e gerar a sua própria formação contínua são duas competências cruciais na profissão de educador com crescente importância nos dias de hoje, em função das transformações dos sistemas educativos.

Numa profissão complexa, como a de professor, há necessidade de trocar experiências e saberes, de colocar dúvidas, atenuar inquietações e ultrapassar dilemas. Como afirmam Roldão e André (2007) *“O isolamento fomenta fragilidade. Pode ganhar-se tempo para os afazeres pessoais mas perde-se em reflexão e fica-se mais pobre profissionalmente”* (Roldão e André, 2007, p.27). O exercício de uma acção profissional implica um processo permanente de auto e heteroformação. As discussões entre professores ao envolverem em reflexão sobre as estratégias de ensino que melhor se adaptam ao contexto dos alunos estimulam a autonomia do professor e valorizam o papel deste como investigador das suas próprias práticas, contribuindo assim, para a qualidade do ensino, tal como defendem Pedrosa (2001), Freire (2004) e Galvão et al. (2006).

A implementação dos percursos investigativos nas duas turmas de 10º ano leccionadas pela investigadora aquando da abordagem das temáticas Fotossíntese e Transpiração causou alguns impactos nos alunos como foi apresentado no capítulo V. As dificuldades manifestaram-se em competências que os alunos não mobilizavam usualmente. Os resultados mostraram que se centravam na identificação de problemas, na construção de hipóteses e recolha, organização e interpretação de dados de natureza diversa e no trabalho com base na estratégia de “V” de Gowin. Mesmo assim, esta abordagem foi interessante quer para eles entrarem em contacto com estas competências quer para os professores terem informação sobre o grau de dificuldades a este nível, actualmente, nestes alunos. Aquando do desenvolvimento dos percursos investigativos, os alunos mobilizaram competências transversais, como por exemplo, trabalharem autonomamente e em grupo, organizarem e controlarem o tempo, e a serem mais responsáveis. À medida que se desenvolviam os percursos investigativos, verificou-se uma evolução no desempenho de competências transversais e investigativas dos alunos. Todo este processo foi enriquecedor, pois como afirmam Pedrosa e Mateus (2001) as salas aulas têm de passar *“a ser encaradas como objectos de estudo em que os professores, tendo em conta os problemas de aprendizagem previamente diagnosticados, se envolvem na concepção de actividades de ensino e de aprendizagem emergentes de problemas relevantes, as desenvolvem com os seus alunos, monitorizam os processos de implementação, identificam dificuldades e ganhos de percurso, e avaliam a sua eficácia.”* (Pedrosa e Mateus, 2001, p.149).

Segundo Mintzes et al. (2000) a construção de conhecimento exige que os alunos tenham oportunidade de articular as suas ideias, de testar essas ideias através da experimentação e do debate, e de considerar relações entre os fenómenos que estão a examinar e outros aspectos das suas vidas. Essa construção leva tempo, obriga a uma confrontação consigo mesmo e exige perseverança e disciplina. Os alunos são agentes activos na descoberta e construção do saber que vão integrando, como é defendido por Almeida (2001). Nas aulas ocorreram processos contínuos de informação, comunicação e de pesquisa onde o conhecimento se foi construindo, o equilíbrio entre o trabalho individual e o trabalho em grupo e entre o professor – coordenador - facilitador e



os alunos participantes activos foi mantido. Assim, a partilha de informação permitiu-lhes desenvolver técnicas de expressão e comunicação. O trabalho de grupo facilitou a aprendizagem, pois, a interacção de ideias constituiu uma oportunidade de reflexão e a experiência de partilhar ideias permitiu aos alunos verem que existem muitas maneiras diferentes de olhar um problema. Segundo Borges e César (2001) *“as interacções sociais estabelecidas pelos alunos quando estes trabalham em pares ou em pequenos grupos, são promotoras da apropriação de conhecimentos e facilitadoras da mobilização de competências”* (Borges e César, 2001, p.324).

O professor preocupou-se em encorajar os alunos a exprimirem sentimentos relacionados com o seu trabalho, isso fê-los pensar no processo de aprendizagem. O confronto de ideias e as eventuais críticas constituíram um espaço privilegiado para o desenvolvimento da tolerância e respeito mútuo, gerando-se assim, uma dinâmica que contribuiu para a coesão do grupo – turma. Após a implementação dos percursos investigativos, a sua avaliação foi efectuada através da administração de um 2º questionário aos alunos que permitiu recolher os dados seguintes: os alunos consideram os percursos investigativos fáceis e interessantes; em geral verificou-se um ligeiro aumento da preferência dos alunos pelos temas propostos, com excepção do tema, “hormonas vegetais”, em que houve uma diminuição de interesse (que poderá de alguma forma estar ligado ao cansaço dos alunos no final do ano lectivo e ao facto de não ter sido efectuada nenhuma actividade laboratorial neste conteúdo por constrangimentos de tempo); ao avaliar as competências desenvolvidas nas diversas actividades os alunos acharam que estas foram desenvolvidas, umas em maior grau do que outras (a aquisição de competências é um processo gradual); ao avaliar conhecimento conceptual construído pelos alunos verificou-se que a maioria dos alunos o construiu. Em suma, a análise do 2º questionário administrado aos alunos permitiu: determinar a aceitação dos percursos investigativos pelos alunos; analisar a opinião dos alunos acerca da adequação dos percursos investigativos no desenvolvimento de competências conceptuais, procedimentais e atitudinais; e avaliar a evolução das ideias dos alunos sobre Fotossíntese e Transpiração.

Torna-se evidente que os percursos vivenciados foram suficientes/eficientes na generalidade para os alunos mudarem as suas crenças enraizadas acerca da Biologia das Plantas, nomeadamente, da Fotossíntese e Transpiração, mas houve alunos para os quem é preciso reforçar medidas. Quais as medidas a tomar para alterar esta situação? É uma questão que continua em aberto. Contudo, é necessário contemplar no trabalho a desenvolver o que defende Malik (2003) *“o trabalho tem de se desenrolar à volta de aprendizagens activas que progridam questionando os saberes e as razões que levaram homens a construí-los; descobrindo as referências que lhes permitirão ler o seu conteúdo e significado...”* (Malik, 2003, p.231). Também Pedrosa e Mateus (2001) afirmam que *“só inovação devidamente experimentada e analisada por professores e alunos, contribuirá para, vencendo inércias previsíveis e expectáveis, se ir mudando”* (Pedrosa e Mateus, 2000, p.40). Segundo os mesmos autores, seleccionar ou conceber actividades com o fim de estimular aprendizagens significativas pressupõe e requer clareza de propósitos, meios e estratégias, bem como monitorização e avaliação da sua implementação numa perspectiva investigativa. Este foi, pois, pelo menos um dos objectivos subjacentes no presente estudo.

Do que foi dito, e considerando a generalidade dos resultados obtidos nesta investigação, reuniram-se dados que permitem defender a implementação de percursos laboratoriais investigativos diversificados no ensino da Biologia como estratégias com implicações positivas quer nas preferências dos alunos quer no desenvolvimento de competências conceptuais, procedimentais e atitudinais. Concorda-se com Afonso e Leite (2000) quando sustentam que a qualidade do trabalho laboratorial passa *“pela utilização de actividades de tipo diversificadas, adequadamente seleccionadas e executadas em condições consistentes com os objectivos a atingir.”* (Afonso e Leite, 2000, p.188) Assim, as actividades laboratoriais devem fazer parte de um processo de construção de conhecimento com base no questionamento, discussão de argumentos e validação desses argumentos por meio da comunicação oral e escrita, com uma comunidade argumentativa que começa na sala de aula, mas que a transcende. A partir do exposto propõe-se que a planificação de actividades laboratoriais inclua as características salientadas devendo o professor articular vários tipos de trabalho laboratorial dependendo a sua escolha dos objectivos que se pretende atingir, pois, as actividades laboratoriais são momentos privilegiados de aprendizagem.

Foram limitações do estudo as dificuldades temporais e materiais para a construção de uma amostra representativa de actividades laboratoriais e de alunos intervenientes no estudo. As questões apresentadas a seguir poderão revelar algumas limitações que foram sentidas no prosseguimento do trabalho.

Não serão os Programas Curriculares muito extensos para que se desenvolvam actividades de investigação?

Em algumas situações deve implementar-se uma actividade laboratorial de cariz mais investigativo e noutras situações de cariz mais ilustrativo?

Como conciliar vários tipos de estratégias nas aulas, de modo, a diversificar, permitindo a construção de conhecimento mais eficaz?

Quais os obstáculos à aprendizagem no desenvolvimento dos percursos investigativos?

Os aspectos como, interpretação/leitura, tempo de exequibilidade, conteúdos e adequação à vida quotidiana dos alunos, são provavelmente obstáculos à aprendizagem de alguns alunos.

As respostas poderão resultar de investigação usando amostras devida e propositadamente caracterizadas com envolvimento de professores em investigações educativas com vista a melhorar a qualidade das aprendizagens. Neste contexto deve ser preocupação da Investigação em Educação em Portugal auxiliar/orientar os professores de modo a que estes mudem as suas práticas no sentido de melhorar as aprendizagens dos alunos face aos desafios actuais.

Concorda-se com Malik (2003) quando afirma que *“um trabalho de investigação sobre a escola, para ser pertinente e real junto daqueles que constituíram o seu objecto de estudo, tem que ser capaz de torná-los activos desse trabalho”* (Malik, 2003, p.238). Ora, neste estudo houve uma intervenção activa quer de professores da Escola onde a autora lecciona quer de seus alunos de 10º ano.

Pela mesma ordem de ideias, e partindo da definição da OCDE que define a literacia científica como *“capacidade para usar o conhecimento científico, identificar questões e elaborar conclusões baseadas em factos, de forma a compreender e ajudar a tomar decisões acerca do mundo natural e das mudanças nele operadas através da actividade humana”* (OCDE, 1999, p.60), considera-se que este estudo pode contribuir para a literacia científica dos alunos ao dar cumprimento aos objectivos propostos inicialmente.

Assim, as conclusões deste estudo não só suportam as expectativas iniciais, como reforçam a necessidade de considerar as concepções dos alunos de modo a promover a sua aprendizagem, bem como forneceu uma ideia global acerca das concepções de alunos do 10º ano sobre a utilização das actividades laboratoriais no ensino da biologia e na mobilização de competências.



*REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

Almeida, A. (2007). "Educação Ambiental. A Importância da Dimensão Ética". Lisboa. Livros Horizonte.

Almeida, A.M. (2001). "(Re) Pensar o Ensino das Ciências – Educação em Ciências e Trabalho Experimental: Emergência de uma nova Conceção". Ministério da Educação. Departamento do Ensino Secundário. 51-73

Almeida, A., Dourado, L., Pedrosa M.A., Maia, M.E, Freitas, M. (2000). "Ensino Experimental das Ciências – Conceção e Concretização das Acções de Formação ". (2). Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário.

Almeida, A., Mateus, A., Veríssimo, A., Serra, J., Alves, J., Dourado, L., Pedrosa M.A., Maia, M.E, Freitas, M., Ribeiro, R. (2001). "Ensino Experimental das Ciências – (Re) Pensar o Ensino das Ciências". Ministério da Educação. Departamento do Ensino Secundário.

Almeida, P., César, M. (2006). "Um Contrato didáctico Inovador em Aulas de Ciências do 10º Ano de Escolaridade". Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 5 (2).

Amador, M., Silva C., Baptista, J., Valente., et al. (2001). "Programa de Biologia e Geologia 10º Ano": Curso Geral de Ciências Naturais, Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário.

Astolfi, J.P., Darot, E., Vogel, Y.G., Toussaint, J. (1997). "Práticas de Formação em Didáctica das Ciências". Horizontes Pedagógicos. Lisboa. Instituto Piaget

Barreira, A. & Moreira, M. (2004). "Pedagogia das Competências da Teoria à Prática". Porto. Edições ASA.

Beckers, J. (2004). "Comment Amoncer la Construction Identitaire d'un Praticien Réflexif par la Formation Initial?". Recherche et Formation, 48, 15-29.

Bell, J. (2004). "Como Realizar um Projecto de Investigação". Lisboa. Gradiva.

Borges, M.C., César, M. (2001). "Experimentar Interagindo: Processos Inovadores de Apropriação de Conhecimentos em Ciências". Actas do VI Congresso Galaico-Português de Psicopedagogia (vol.II.323-336). Braga. Universidade do Minho.

Brites, S. (2006). "O Ensino da Biotecnologia e Microbiologia no 12º ano: procedimentos experimentais." Dissertação de Mestrado. Universidade de Aveiro.

Cachapuz, A., Praia, J., Jorge, M. (2002). "Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências". Lisboa. Ministério da Educação.

Canário, R. (1995). "Gestão da Escola: Como elaborar o Plano de Formação?". Cadernos de Organização e Gestão Escolar, 3. Lisboa. Instituto de Inovação Educacional.

Canavarro, J.M. (2000). "Ciência e Sociedade". Coimbra. Quarteto Editora.

Canavarro, J.M. (2000). "O que se pensa sobre a Ciência". Coimbra. Quarteto Editora.

Carrajola, C., Castro, M., Hilário, T. (2007). "Planeta com vida. Biologia/Geologia 10º ano." Lisboa. Santillana/Constância

Costa, J.M. (2001). "Um Guia de Construção de Posters para Estudantes". Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular. RBEBBM-02

Dourado, L. (2006). "Concepções e Práticas dos 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).

Ferreira, H. G. (2001). "Ensino Experimental da Biologia – O Contexto Presente". Cadernos Didácticos de Ciências, volume I. Lisboa. ME-DES.15.

DES (2000). "Revisão Curricular no Ensino Secundário. Cursos Gerais e Cursos Tecnológicos – 1." Lisboa. Departamento do Ensino Secundário. Ministério da Educação.

Figueiroa, A. (2003). "Uma Análise das Actividades Laboratoriais incluídas em Manuais Escolares de Ciências da Natureza (5º ano) e das Concepções dos seus Autores". Revista Portuguesa de Educação.16 (1). 193-230. Braga. Universidade do Minho.

Fontes, A., Cardoso, A. (2006). "Formação de Professores de acordo com a Abordagem Ciência/Tecnologia/Sociedade". Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 5 (1).

Fontes, A., Freixo, O. (2004). "VyGotsky e a Aprendizagem Cooperativa. Uma Forma de Aprender Melhor". Lisboa. Livros Horizonte

Fontes, A., Silva, I.R. (2004). "Uma Nova Forma de Aprender Ciências. A Educação em Ciência/Tecnologia/Sociedade (CTS)". Porto. Edições ASA.

Freire, A.(2004). "Formação de Professores. Mudança de Concepções de Ensino dos Professores num Processo de Reforma Curricular". Lisboa. DEB (CLE e CLN).

Freitas, L.V., Freitas, C.V. (2002). "Aprendizagem Cooperativa". Porto. Edições ASA.

Galvão, C., Reis, P., Freire, A., Oliveira, T. (2006). "Avaliação de competências em Ciências. Sugestões para professores do ensino básico e secundário". Porto. Edições ASA.

Gabriel, A. (2003). "O ensino de Genética e Bioquímica nas Escolas: Concepção de Protocolos para Aplicação nas Aulas". Dissertação de Mestrado. Universidade de Aveiro.

Hall, D.O., Rao, K.K. (1999). "Photosynthesis – Studies in Biology." Cambridge. Cambridge University Press.

Hangarter, R.P., Gest H. (2004). "Pictorial Demonstrations of Photosynthesis". Netherlands. Kluwer Academic Publishers. Photosynthesis Research, 80, 421-425.

Heacox, D. (2006). "Diferenciação Curricular na Sala de Aula. Como Efectuar Alterações Curriculares para todos os Alunos". Porto. Porto Editora.

Helms, D., Helms, C., Kosinski, R., Cummings, J. (1997). "Biology in the Laboratory". New York. W.H. Freeman and Company.

Hill, M.M., Hill, A. (2005). "Investigação por Questionário". Lisboa. Edições Sílabo, Lda.

Hodson, D. (1992). "Redefining and Reorienting Practical Work in School Science". School Science Review, 73(264), 65-78.

Jones, M.G., Carter, G. (2000). "Grupos Pequenos e Construções Partilhadas" in "Ensinando Ciência para a Compreensão – uma Visão Construtivista." Lisboa. Plátano Edições Técnicas.

Leitão, A., Alarcão, I. (2006). "Para uma Nova Cultura Profissional: Uma Abordagem da Complexidade na Formação Inicial de Professores do 1º CEB". Revista Portuguesa de Educação. 19 (2), 51-84. Braga. Universidade do Minho.

Leite, C. (2005). "Percursos e Tendências Recentes da Formação de Professores em Portugal". Revista Educação. RS Ano XXVIII, 3 (57), 371-389. Porto Alegre.

Leite, C., Terrasêca, M. (2001). "Ser Professor/a num Contexto de Reforma." Cadernos Pedagógicos. Porto. Edições ASA.

Leite, L. (2001). "Contributos para uma utilização mais fundamentada do Trabalho Laboratorial no Ensino das Ciências". Cadernos Didácticos de Ciências. Volume I. Ministério da Educação. Departamento do Ensino Secundário. 79-97.

Leite, L., Dourado, L. (2005). "A Reorganização Curricular do Ensino Básico e a Utilização de Actividades Laboratoriais em Ciências da Natureza." In Actas do XVIII Congresso de Enciga. Ribadeo. IES Porta de Auga.

Leite, L., Esteves, E. (2005). "Análise Crítica de Actividades Laboratoriais: Um Estudo envolvendo Estudantes de Graduação". Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 4 (1).

Lehninger, A. (1982). "Bioquímica. Las Bases Moleculares de la Estructura y Función Celular". Barcelona. Ediciones Omega, S.A.

Lorenzoni, P., Souza, R., Kohara, S., França, J., Rodrigues, G., Carvalho, J. (2007). "O Poster em Encontros Científicos". Rio de Janeiro. Rev. Bras. Educ. med. Vol.31 Nº 3

Malik, L.(2003). "Será a Escola facilitadora de Aprendizagens? O empenhamento na Aprendizagem no Ensino Secundário". Fundação Calouste Gulbenkian. Fundação para a Ciência e Tecnologia.

Marques, M.(2004). "Formação Contínua de Professores de Ciências. Um Contributo para uma melhor Planificação e Desenvolvimento". Porto. Edições Asa.

Mateus, A., Veríssimo, A., Dourado, L., Pedrosa M.A., Freitas, M., Ribeiro, R. (2000). "Ensino Experimental das Ciências – Conceção e Concretização das Acções de Formação". (1). Ministério da Educação. Departamento do Ensino Secundário.

Mateus, A., Veríssimo, A., Serra, J., Alves, J., Maia, M.E., Ribeiro, R. (2000). "Ensino Experimental das Ciências – Materiais Didácticos". (2) Ministério da Educação. Departamento do Ensino Secundário.

Matias, O., Martins, P. (2007). "Biologia 10/11". Porto. Areal Editores.

Mauseth, J.D. (1988). "Plant anatomy". Mento Park (California). The Benjamin/cummings publishing company. Inc. Editora.

Millar, R., Tiberghiena, A., Le Maréchal, J. (2002). "Varieties of Labwork: A Way of Profiling Labwork Tasks". In Psillos, D., Niedderer, H. (Eds). Teaching and Learning in the Science Laboratory. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 7-20.

Mintzes,J.J., Wandersee, J.H., Novak, J.D. (2000). "Ensinando Ciência para a Compreensão – Uma Visão Construtivista". Lisboa. Plátano Edições Técnicas.

Moreira, I. (1983). "Histologia Vegetal". Lisboa. Didáctica Editora.

Novak, J.D., Gowin, D.B. (1984). "Aprender a aprender". Lisboa. Plátano Edições Técnicas.

Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Económico (OCDE). (1999). "Measuring student knowledge and skills. A new framework for assessment". Paris. OCDE.



Oliveira, O., Ribeiro, E., Silva, J.C. (2007). "Desafios. Biologia e Geologia". Volume II. Porto. Edições ASA.

Otero, A.G., Venâncio, I.M. (2002). "Eficácia e Qualidade na Escola". Edições ASA.

Paiva, J. (2007). "O Fascínio de ser Professor". Lisboa. Texto Editores.

Parasheva, J.M., Morgado, J.C. (2001). "[Re]visão Curricular do Ensino Secundário". Porto. CRIAPASA.

Pedrosa, M.A. (2001). "(Re) Pensar o Ensino das Ciências – Ensino das Ciências e Trabalho Prático: (Re) Conceptualizar..." Ministério da Educação. Departamento do Ensino Secundário. 19-32.

Pedrosa, M.A., Mateus A. (2001). "(Re) Pensar o Ensino das Ciências – Educar em Escolas Abertas ao Mundo. Que Cultura e que condições de exercício da Cidadania?" Ministério da Educação. Departamento do Ensino Secundário. 141-154.

Pereira, A. (2002). "Educação para a Ciência". Lisboa. Universidade Aberta.

Perrenoud, P.(2000). "Dez Novas Competências para Ensinar". São Paulo. Artmed Editora S.A.

Perrenoud, P. (2001). "Porquê Desenvolver Competências a partir da Escola?" Lisboa. Asa Editores.

Perrenoud, P. (2004). "Os Ciclos de Aprendizagem. Um Caminho para combater o Fracasso Escolar". São Paulo. Artmed Editora S.A.

Postic, M. (2007). "A Relação Pedagógica". Lisboa. Padrões Culturais Editora.

Prado, C.H., Casali, C. (2006). "Fisiologia Vegetal – Práticas em Relações Hídricas, Fotossíntese e Nutrição Mineral". Barueri, SP. Editora Manole Ltda.

Quivy,R., Campenhoudt, L.V. (2008). "Manual de Investigação em Ciências Sociais". Lisboa. Gradiva.

Ricardo, C.P.P., Teixeira, A.R.N. (1983). "Fotossíntese". Lisboa. Didáctica Editora.

Robert,D. e Catesson,A.M. (1990). "Biologie végétale. Caracteristiques et Strategies Évolutive des Plantes – organization vegetative". Tomo II. Paris. Doin Éditeurs.

Roldão, M. C. (2005). "Gestão do Currículo e Avaliação de Competências – As questões dos professores". Lisboa. Editorial Presença.

Roldão, M. C. (2005). "Formação e Práticas de Gestão Curricular – Crenças e Equívocos". Porto. Edições ASA.

Roldão, M. C., André, L. (2007), "Colaborar é Preciso. Questões de Qualidade e Eficácia no Trabalho dos Professores". Noesis, 71, 24-29.

Roldão, M.C., Marques, R. (2000). "Inovação, Currículo e Formação". Porto. Porto Editora.

Silva, J. (1996). "O Sistema de Aquisição e Tratamento de Dados como Meio de Promover a Mudança Conceptual dos Alunos: um Estudo sobre "Fotossíntese" com Alunos do 10º ano de Escolaridade". Dissertação de Mestrado. (Não publicada) Universidade do Minho.

Silva, J e Leite, L. (1997). "Actividades Laboratoriais em Manuais Escolares: Proposta de Critérios de Análise". Boletim das Ciências, 32, 259-264.

Silva, P. (2006). "As Actividades 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. Universidade do Minho.

Silva, D.A., Mesquita, F.A., Gramaxo, F., Santos, E.M., Baldaia, L., Félix, J.M. (2007). "Terra Universo de Vida, 2ª parte, Biologia". Porto. Porto Editora.

Silva, J.M., Silva, A.B., Pádua, M. (2007). "Modulated Chlorophyll Fluorescence: a tool for Teaching Photosynthesis". JBE. Volume 41, 4, 178-183.

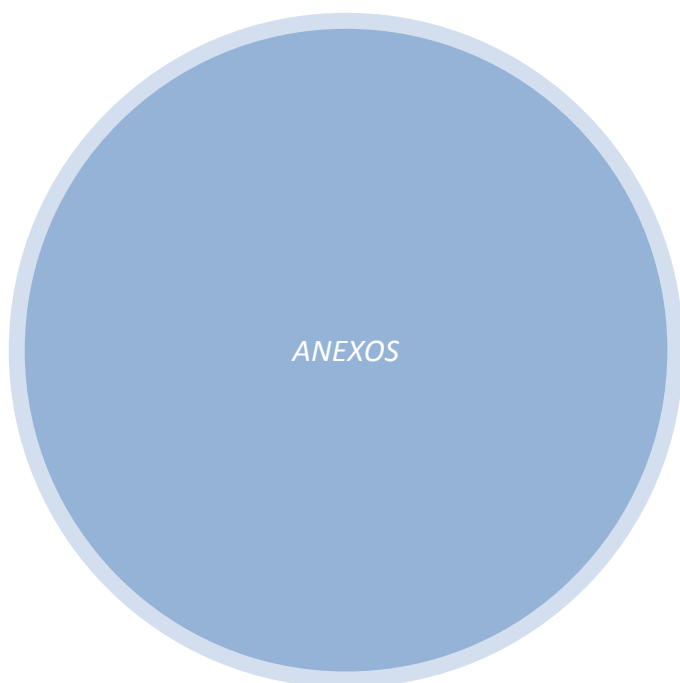
Sutcliffe, J. (1980). "As Plantas e a Água". São Paulo. Editora Pedagógica e Universitária Ltda.

Taiz, L., Zeiger, E. (1998). "Plant Physiology". Sunderland. Sinauer Associates.

Trindade, R. (2002). "Experiências Educativas e Situações de Aprendizagem. Novas Práticas Pedagógicas". Porto. Edições ASA.

Vieira, R., Vieira, C. (2005). "Estratégias de Ensino/ Aprendizagem. O Questionamento Promotor do Pensamento Crítico". Lisboa. Horizontes Pedagógicos. Instituto Piaget





**Anexo I**  
**1º QUESTIONÁRIO APLICADO AOS ALUNOS**

**UNIVERSIDADE DE AVEIRO**  
**Mestrado em Ensino de Geologia e Biologia**

Este questionário destina-se a alunos do 10º Ano de Escolaridade do Curso Científico – Humanístico de Ciências e Tecnologias, no âmbito da disciplina de Biologia – Geologia e tem como finalidade efectuar um diagnóstico dos interesses e dos conhecimentos dos alunos, com vista à realização de um trabalho de investigação do mestrado em Ensino de Geologia e Biologia.

As instruções para responder às questões serão dadas ao longo do questionário.

Obrigada pela sua colaboração. Dezembro 2007

1. Frequenta a disciplina de Biologia - Geologia do 10º ano pela 1ª vez?

Sim                      Não

2. Idade .....

3. Sexo

Feminino      Masculino

4. Na Escola, de que modo prefer trabalhar?

Sozinho       Com outra pessoa       Num grupo pequeno       Num grupo grande

5. Na Escola, como aprende melhor?

Sozinho       Com outra pessoa       Num grupo pequeno       Num grupo grande

6. Com que fim utiliza normalmente o computador?

- Jogar
- Fazer trabalhos de casa
- Fazer investigação
- Visitar sítios na Internet
- Fazer compras
- Trocar correspondência electrónica
- Fazer programação
- Outra. Indique qual?.....

7. Classifique os seguintes tópicos, de acordo com os seus interesses.

(1 = interessa-me muito, 2 = interessa-me um pouco, 3 = não me interessa)

- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Dança      | <input type="checkbox"/> Teatro           |
| <input type="checkbox"/> Escrita    | <input type="checkbox"/> Informática      |
| <input type="checkbox"/> Ambiente   | <input type="checkbox"/> Línguas          |
| <input type="checkbox"/> Música     | <input type="checkbox"/> Desportos        |
| <input type="checkbox"/> Matemática | <input type="checkbox"/> Ciência          |
| <input type="checkbox"/> Economia   | <input type="checkbox"/> Política/Direito |

8. Já realizou algum trabalho ou projecto científico na Escola?

- Sim  Não

Se sim, qual foi o trabalho ou projecto que mais gostou?

.....

9. Que área profissional gostaria de seguir?

- Agronomia ou outros domínios da produção vegetal e/ou animal.
- Bioquímica
- Biologia
- Geologia
- Farmácia
- Área de Saúde Humana (medicina, enfermagem, diagnósticos médicos)
- Veterinária
- Engenharias. Indique qual.....
- Outra. Indique qual.....

10. Com que frequência utiliza as fontes de informação seguintes para a sua formação científica?

(Assinale com um X no local apropriado)

Fontes de informação	Nunca	Raramente	Algumas vezes	Frequentemente
Filmes e documentários	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Telejornais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Artigos de jornais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Artigos de revistas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Internet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

CD – Rom	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Debates televisivos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Revistas sobre ciência	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Visitas a jardins botânicos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Visitas a jardins zoológicos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Visitas a aquários	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Outra (indique qual)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....				

11. Tendo em conta o trabalho laboratorial, como avalia a sua importância para a profissão/curso que pretende seguir?

- Nada ou muito pouco importante
- Pouco importante
- Bastante importante
- Muito importante

12. Qual a sua opinião sobre o papel da Ciência e a Tecnologia na contribuição à resolução de problemas como os da pobreza, crime, desemprego, doença, ameaça de guerra nuclear e excessos de população? Selecciona uma opção de entre as apresentadas.

- A Ciência e a Tecnologia podem, certamente, contribuir para resolver graves problemas, através de ideias provenientes da Ciência e de novas soluções tecnológicas.
- A Ciência e a Tecnologia podem contribuir para resolver certos problemas sociais, mas não outros.
- A Ciência e a Tecnologia podem contribuir para a resolução de certos problemas sociais, mas podem estar na **origem** de muitos outros.
- A contribuição da Ciência e da Tecnologia para a resolução de certo tipo de problemas, prende-se com a **utilização correcta** da Ciência e da Tecnologia por parte das pessoas.
- É difícil imaginar em que medida a Ciência e a Tecnologia podem contribuir para a solução de problemas sociais. Estes dizem respeito à natureza humana e têm pouco a ver com Ciência e Tecnologia.
- A Ciência e a Tecnologia tendem a tornar os problemas sociais ainda mais complicados. É esse o preço a pagar pelos avanços científicos e tecnológicos.
- Não compreendo a questão.
- Não tenho conhecimentos para fazer uma escolha.
- Nenhuma das afirmações anteriores coincide com o meu ponto de vista. Outra?

---



---

13. Relativamente à Biologia, classifique os seguintes temas segundo as suas preferências.

(1 = interessa-me muito, 2 = interessa-me um pouco, 3 = não me interessa)

- A biosfera
- A célula
- Obtenção de matéria pelos animais
- Fotossíntese
- Transpiração vegetal
- Transporte nas plantas
- Transporte nos animais
- Transformação e Respiração
- Trocas gasosas em seres multicelulares
- Regulação nervosa e hormonal em animais
- Hormonas vegetais

14. Faça um teste diagnóstico aos conteúdos seguintes, assinalando com **X** a opção correcta.

14.1. Os seres fotoautotróficos captam a energia luminosa porque possuem...

- Folhas com cor verde
- Mitocôndrias
- Pigmentos fotossintéticos
- NADH
- ATP
- Não sei

14.2. Algumas células de certos organismos possuem organelos que produzem ATP, que é utilizado na síntese de substâncias orgânicas a partir do dióxido de carbono. Esses organelos são....

- Os nucléolos
- Os lisossomas
- Os cloroplastos
- As mitocôndrias
- Os ribossomas
- Não sei



14.3. Considere os seguintes factores....

- I. Dióxido de carbono
  - II. Água
  - III. Azoto
  - IV. Luz
- São imprescindíveis para a fotossíntese....

- Apenas I, II e III
- Apenas I, II e IV
- Apenas I, III e IV
- Apenas II, III e IV
- I, II, III e IV
- Não sei

14.4. Na fotossíntese, o oxigénio libertado provém...

- Do dióxido de carbono consumido.
- Do amido produzido.
- Do ciclo de Calvin.
- Da fotólise da água.
- Da redução do NADP.
- Não sei

14.5. Além da clorofila, a maioria das plantas possui pigmentos acessórios, como, por exemplo...

- NADH
- PGAL
- PEP
- NADH e PGAL
- Carotenóides
- Não sei

14.6. A transpiração pode ser responsável por...

- Pela existência de pressão radicular.
- Pela translocação de água através do xilema.
- Pela coesão entre as moléculas de água.
- Pelo transporte através do floema.
- Pelo aumento do diâmetro do caule da planta.
- Não sei

14.7. Classifique cada uma das afirmações como verdadeira (V) ou falsa (F)

- A fotólise da água ocorre na fase não dependente directamente da luz, da fotossíntese.
- A fotossíntese tem como objectivo a produção de compostos ricos em energia.
- Os seres fotossintéticos captam, preferencialmente, luz com comprimentos de onda correspondentes ao verde.
- O dióxido de carbono libertado pelas plantas resulta do ciclo de Calvin.
- Durante as reacções da fase fotoquímica da fotossíntese, produz-se ATP e NADPH.
- A fase fotoquímica da fotossíntese ocorre no exterior do cloroplasto.
- O dióxido de carbono captado pelos seres fotossintéticos é utilizado no ciclo de Calvin.
- A luz é um factor que promove o fecho dos estomas.
- A temperatura influencia a abertura dos estomas
- Plantas na obscuridade tendem a fechar os estomas.
- A ocorrência das reacções fotoquímicas da fotossíntese nas células de guarda leva à abertura do estoma.

15. Quais as medidas, de acordo com a sua opinião, que poderiam tornar a aprendizagem da ciência mais motivadora e eficiente para a integração dos jovens no mundo actual?

(Assinale a sua opinião pessoal colocando um X no local apropriado)

	<b>Concordo</b>	<b>Discordo</b>	<b>S/ opinião</b>
Mostrar o carácter útil e/ ou prático da aplicação dos conceitos científicos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aulas em que os alunos apresentam oralmente os trabalhos realizados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ver filmes e documentários	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aulas com utilização de recursos informáticos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Realização de trabalho de grupo pelos alunos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aulas de debate.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Realização de mais trabalho laboratorial.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Abordar temas de ciências relacionados com o quotidiano.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aulas em que os alunos, em grupo, planeiam e realizam experiências para dar resposta a problemas previamente formulados.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Outra. (Indique qual) .....			

**Obrigada pela sua colaboração.  
Maria Manuela Antunes Gameiro**

**Anexo II**  
**2º QUESTIONÁRIO APLICADO AOS ALUNOS**

**UNIVERSIDADE DE AVEIRO**  
**Mestrado em Ensino de Geologia e Biologia**

Este questionário destina-se a alunos do 10 º Ano de Escolaridade do Curso Científico – Humanístico de Ciências e Tecnologias, da Escola Secundária de Henriques Nogueira, no âmbito de um trabalho de investigação do mestrado em ensino de Geologia e Biologia e tem como finalidade efectuar uma avaliação de percursos investigativos usados nas aulas da disciplina de Biologia/Geologia relativos à fotossíntese e transpiração nas plantas e dos conteúdos programáticos de Biologia abordados, ao longo do ano lectivo 2007/2008. As instruções para responder às questões serão dadas ao longo do questionário.

Obrigada pela sua colaboração  
Junho 2008  
Maria Manuela Antunes Gameiro

1. IDADE \_\_\_\_\_ 2. SEXO \_\_\_\_\_
3. Das actividades laboratoriais executadas, indique as que considera mais interessantes, no desenvolvimento das temáticas: fotossíntese e transpiração.  
**(1 = muito pouco; 2 = pouco; 3 = bastante; 4 = muito)**
- Observação de cloroplastos ao microscópio óptico composto (M.O.).
  - Extracção de pigmentos em plantas diversas.
  - Importância dos pigmentos e da luz na produção de compostos orgânicos.
  - Determinação da densidade estomática em plantas do Jardim da Escola.
  - Efeito da variação osmótica nos estomas.
  - Aspecto do xilema ao M.O.
4. Das actividades laboratoriais executadas, indique as que considera de mais difícil execução.  
**(1= muito pouco; 2 = pouco; 3= bastante; 4= muito)**
- Observação de cloroplastos ao M.O.
  - Extracção de pigmentos em plantas diversas.
  - Importância dos pigmentos e da luz na produção de compostos orgânicos.
  - Determinação da densidade estomática em plantas do Jardim da Escola.
  - Efeito da variação osmótica nos estomas.
  - Aspecto do xilema ao M.O.

5. As actividades laboratoriais promovem as competências conceptuais, procedimentais e atitudinais. Relativamente a cada uma das actividades laboratoriais executadas indique a sua contribuição no desenvolvimento das competências abaixo indicadas.

(1 = muito; 2 = bastante; 3 = pouco; 4 = muito pouco)

**1ª Actividade**

**A) Qual o aspecto dos cloroplastos ao microscópio óptico composto (M.O.)?**

**B) Como podem ser afectados os movimentos de ciclose?**

**Competências conceptuais**

- Identificar o movimento de ciclose e local onde ocorre.
- Conhecer factores físicos e químicos que influenciam os movimentos de ciclose.
- Aplicar conceitos já aprendidos noutros contextos (e.g. microscopia).
- Conhecer constituintes celulares.
- Constatar que o cloroplasto é um organelo facilmente visível na *Elodea sp.*
- Outras. Especifique \_\_\_\_\_

**Competências procedimentais**

- Desenvolver técnicas de manuseamento de material de laboratório.
- Utilizar técnicas de preparação de material biológico para observação ao M.O.
- Observar células ao M.O.
- Interpretar imagens de células ao M.O.
- Planificar e realizar actividades laboratoriais.
- Recolher, organizar e interpretar dados de natureza diversa.
- Outras. Especifique. \_\_\_\_\_

**Competências atitudinais**

- Motivar para o estudo dos conteúdos dos programas disciplinares.
- Questionar/analisar a informação fornecida e/ou obtida no laboratório.
- Desenvolver o gosto pelas práticas laboratoriais.
- Realizar com empenho, confiança, autonomia e responsabilização actividades laboratoriais e trabalhos de grupo.
- Desenvolver atitudes inerentes ao trabalho individual e cooperativo.
- Reconhecer a importância do contexto social, económico e tecnológico na evolução das Ciências.
- Outras. Especifique. \_\_\_\_\_

## 2ª Actividade – Quais são os pigmentos que existem nos cloroplastos?

### Competências conceptuais

- Identificar o cloroplasto como organelo onde se realiza a fotossíntese.
- Identificar o cloroplasto como organelo onde se localizam pigmentos.
- Identificar os principais pigmentos que existem nas plantas.
- Compreender o comportamento (afinidade) dos pigmentos na presença de diferentes solventes.
- Aplicar conceitos já aprendidos noutros contextos (e.g. fotossíntese, célula, cromatografia)
- Outras. Especifique \_\_\_\_\_

### Competências procedimentais

- Manipular correctamente material de laboratório.
- Recolher, organizar e interpretar dados de natureza diversa.
- Identificar problemas biológicos e construir hipóteses científicas.
- Trabalhar com base na estratégia de “V” Gowin.
- Realizar e interpretar cromatogramas.
- Outras. Especifique \_\_\_\_\_

### Competências atitudinais

- Motivar para o estudo dos conteúdos dos programas disciplinares.
- Questionar/analisar a informação fornecida e/ou obtida no laboratório.
- Desenvolver o gosto pelas práticas laboratoriais.
- Realizar com empenho, confiança, autonomia e responsabilização actividades laboratoriais e trabalhos de grupo.
- Desenvolver atitudes inerentes ao trabalho individual e cooperativo.
- Reconhecer a importância do contexto social, económico e tecnológico na evolução das Ciências.
- Outras. Especifique. \_\_\_\_\_

### **3ª Actividade – Qual a importância dos pigmentos e da luz na produção de compostos orgânicos?**

#### **Competências conceptuais**

- Conhecer a anatomia da folha.
- Conhecer processos de autotrofia vs heterotrofia.
- Relacionar a fotossíntese com a produção de compostos orgânicos.
- Conhecer alguns compostos orgânicos mais importantes produzidos na fotossíntese.
- Compreender a fotossíntese como um processo de transformação de energia luminosa em energia química, que necessita da presença de pigmentos para a captação de luz.
- Compreender os mecanismos inerentes aos processos de fotossíntese.
- Aplicar conceitos já aprendidos noutros contextos (e.g. célula, fotossíntese, pigmentos).
- Outras. Especifique \_\_\_\_\_

#### **Competências procedimentais**

- Manipular correctamente o material de laboratório
- Recolher, organizar e interpretar dados de natureza diversa.
- Identificar problemas e construir hipóteses.
- Trabalhar com base na estratégia de “V” Gowin.
- Interpretar resultados sobre plantas expostas ou não à luz.
- Interpretar dados laboratoriais de modo a compreender que os seres autotróficos sintetizam matéria orgânica na presença de luz.
- Outras. Especifique. \_\_\_\_\_

#### **Competências atitudinais**

- Motivar para o estudo dos conteúdos dos programas disciplinares.
- Questionar/analisar a informação fornecida e/ou obtida no laboratório.
- Desenvolver o gosto pelas práticas laboratoriais.
- Realizar com empenho, confiança, autonomia e responsabilização actividades laboratoriais e trabalhos de grupo.
- Desenvolver atitudes inerentes ao trabalho individual e cooperativo.
- Reconhecer a importância do contexto social, económico e tecnológico na evolução das Ciências.
- Outras. Especifique. \_\_\_\_\_

**4ª Actividade – Qual o aspecto dos vasos da planta responsáveis pela reposição da água perdida por transpiração no mesófilo?**

**Competências conceptuais**

- Conhecer o tecido que, nas plantas transportam água e sais minerais.
- Reconhecer a interdependência dos sistemas de transporte / transpiração / fotossíntese
- Conhecer princípios físicos associados ao transporte.
- Aplicar conceitos já aprendidos noutros contextos. (e.g. Célula, parede celular)
- Outras. Especifique. \_\_\_\_\_

**Competências procedimentais**

- Utilizar técnicas de preparação de material biológico para observação de material biológico ao M.O.
- Desenvolver técnicas de manuseamento de material de laboratório.
- Observar células ao M.O.
- Interpretar imagens de células ao M.O.
- Trabalhar com base na estratégia de “V” Gowin.
- Identificar problemas biológicos e construir hipóteses científicas.
- Recolher, organizar e interpretar dados de natureza diversa.
- Outras. Especifique. \_\_\_\_\_

**Competências atitudinais**

- Motivar para o estudo dos conteúdos dos programas disciplinares.
- Questionar/analisar a informação fornecida e/ou obtida no laboratório.
- Desenvolver o gosto pelas práticas laboratoriais.
- Realizar com empenho, confiança, autonomia e responsabilização actividades laboratoriais e trabalhos de grupo.
- Desenvolver atitudes inerentes ao trabalho individual e cooperativo.
- Reconhecer a importância do contexto social, económico e tecnológico na evolução das Ciências.
- Outras. Especifique. \_\_\_\_\_

**5ª Actividade – Como se determina a densidade estomática da superfície foliar de algumas plantas existentes no jardim da Escola?**

**Competências conceptuais**

- Conhecer a estrutura da folha.
- Conhecer as estruturas que, nas plantas facilitam e regulam as trocas gasosas com o meio externo.
- Reconhecer a interdependência de fenómenos (fotossíntese/respiração/ transpiração) associados às trocas gasosas.
- Relacionar a densidade dos estomas com a diversidade vegetal.
- Relacionar a densidade dos estomas com a página da folha.
- Aplicar conceitos já aprendidos noutros contextos (e.g. fotossíntese, microscopia, células)
- Outras. Especifique. \_\_\_\_\_

**Competências procedimentais**

- Manipular correctamente o material de laboratório.
- Utilizar técnicas de construção de moldes para observação de material biológico ao M.O.
- Observar preparações ao M.O.
- Interpretar imagens de células ao M.O.
- Recolher, organizar e interpretar dados de natureza diversa.
- Interpretar dados de modo a compreender os processos de abertura dos estomas.
- Comparar densidades de estomas em M.O.
- Construir cartazes como ferramenta de divulgação científica.
- Outras. Especifique. \_\_\_\_\_

**Competências atitudinais**

- Motivar para o estudo dos conteúdos dos programas disciplinares.
- Questionar/analisar a informação fornecida e/ou obtida no laboratório.
- Desenvolver o gosto pelas práticas laboratoriais.
- Realizar com empenho, confiança, autonomia e responsabilização actividades laboratoriais e trabalhos de grupo.
- Desenvolver atitudes inerentes ao trabalho individual e cooperativo.
- Reconhecer a importância do contexto social, económico e tecnológico na evolução das Ciências.
- Outras. Especifique. \_\_\_\_\_



## 6ª Actividade – Qual o efeito da variação da pressão osmótica nos estomas?

### Competências conceptuais

- Conhecer as estruturas que, nas plantas facilitam e regulam as trocas gasosas com o meio externo.
- Compreender os processos de abertura dos estomas.
- Reconhecer a interdependência das características dos sistemas que asseguram e regulam as trocas.
- Aplicar conceitos já aprendidos noutros contextos.  
(e.g. fotossíntese/translocação/absorção/transpiração).
- Outras. Especifique. \_\_\_\_\_

### Competências procedimentais

- Utilizar técnicas de preparação de material biológico para observação de material biológico ao M.O.
- Desenvolver técnicas de manuseamento de material de laboratório.
- Observar células ao M.O.
- Interpretar imagens de células e estruturas subcelulares (e.g. cloroplasto) ao M.O.
- Trabalhar com base na estratégia de “V” Gowin.
- Identificar problemas biológicos e construir hipóteses científicas.
- Interpretar dados de modo a compreender os processos de abertura dos estomas.
- Outras. Especifique. \_\_\_\_\_

### Competências atitudinais

- Motivar para o estudo dos conteúdos dos programas disciplinares.
- Questionar/analisar a informação fornecida e/ou obtida no laboratório.
- Desenvolver o gosto pelas práticas laboratoriais.
- Realizar com empenho, confiança, autonomia e responsabilização actividades laboratoriais e trabalhos de grupo.
- Desenvolver atitudes inerentes ao trabalho individual e cooperativo.
- Reconhecer a importância do contexto social, económico e tecnológico na evolução das Ciências.
- Outras. Especifique. \_\_\_\_\_

6. Após ter abordado várias temáticas na área da Biologia, classifique os seguintes temas segundo as suas preferências.

(1 = interessa-me muito, 2 = interessa-me um pouco, 3 = não me interessa)

- A biosfera
- A célula
- Obtenção de matéria pelos animais
- Fotossíntese
- Transpiração vegetal
- Transporte nas plantas
- Transporte nos animais
- Transformação e Respiração
- Trocas gasosas em seres multicelulares
- Regulação nervosa e hormonal em animais
- Hormonas vegetais

7. Faça um teste aos seus conhecimentos, assinalando com **X** a opção correcta.

- 7.1. Os seres fotoautotróficos captam a energia luminosa porque possuem...

- Folhas com cor verde
- Mitocôndrias
- Pigmentos fotossintéticos
- NADH
- ATP
- Não sei

- 7.2. Algumas células de certos organismos possuem organelos que produzem ATP, que é utilizado na síntese de substâncias orgânicas a partir do dióxido de carbono. Esses organelos são....

- Os nucléolos
- Os lisossomas
- Os cloroplastos
- As mitocôndrias
- Os ribossomas
- Não sei

7.3. Considere os seguintes factores....

I. Dióxido de carbono

II. Água

III. Azoto

IV. Luz

São imprescindíveis para a fotossíntese....

Apenas I, II e III

Apenas I, II e IV

Apenas I, III e IV

Apenas II, III e IV

I, II, III e IV

Não sei

7.4. Na fotossíntese, o oxigénio libertado provém...

Do dióxido de carbono consumido.

Do amido produzido.

Do ciclo de Calvin.

Da fotólise da água.

Da redução do NADP.

Não sei

7.5. Além da clorofila, a maioria das plantas possui pigmentos acessórios, como, por exemplo...

NADH

PGAL

PEP

NADH e PGAL

Carotenóides

Não sei

7.6. A transpiração pode ser responsável por...

Pela existência de pressão radicular.

Pela translocação de água através do xilema.

Pela coesão entre as moléculas de água.

Pelo transporte através do floema.

Pelo aumento do diâmetro do caule da planta.

Não sei

7.7. Classifique cada uma das afirmações como verdadeira (V) ou falsa (F)

- A fotólise da água ocorre na fase não dependente directamente da luz, da fotossíntese.
- A fotossíntese tem como objectivo a produção de compostos ricos em energia.
- Os seres fotossintéticos captam, preferencialmente, luz com comprimentos de onda correspondentes ao verde.
- O dióxido de carbono libertado pelas plantas resulta do ciclo de Calvin.
- Durante as reacções da fase fotoquímica da fotossíntese, produz-se ATP e NADPH.
- A fase fotoquímica da fotossíntese ocorre no exterior do cloroplasto.
- O dióxido de carbono captado pelos seres fotossintéticos é utilizado no ciclo de Calvin.
- A luz é um factor que promove o fecho dos estomas.
- A temperatura influencia a abertura dos estomas
- Plantas na obscuridade tendem a fechar os estomas.
- A ocorrência das reacções fotoquímicas da fotossíntese nas células de guarda leva à abertura do estoma.

Muito obrigada pela sua colaboração  
Maria Manuela Antunes Gameiro

Anexo III

CARTA À PRESIDENTE DO CONSELHO EXECUTIVO

Exma. Sra.

Presidente do Conselho Executivo

Escola Secundária de Henriques Nogueira

Eu, Maria Manuela Antunes Gameiro, professora do quadro de nomeação definitiva, do grupo de Biologia e Geologia, da Escola Secundária de Henriques Nogueira frequento actualmente o Mestrado em Ensino de Geologia e Biologia da Universidade de Aveiro.

No âmbito do trabalho que estou a desenvolver com vista à elaboração da dissertação de Mestrado, sob a orientação da Professora Doutora Maria da Conceição Vieira dos Santos e do Professor Doutor João Serôdio, necessito de fazer uma recolha de dados através de questionários a alunos das turmas que frequentam a disciplina de Biologia e Geologia do 10º Ano, pelo que solicito autorização para os administrar nas respectivas turmas. O objectivo do estudo é efectuar o “Diagnóstico do interesse e conhecimento dos alunos nas áreas científicas”.

Estou certa que este meu pedido receberá a melhor atenção de V. Ex.ª, por compreender que a tarefa de produção de novo conhecimento sobre os alunos passa pelo envolvimento directo destes no processo de recolha de dados. Apresento, pois os meus agradecimentos pelo apoio dispensado.

Com os melhores cumprimentos.

Torres Vedras, 14 de Setembro de 2007

.....

# Acção de formação para os professores

## Percursos Investigativos em Fotossíntese e Transpiração – Aplicação ao Ensino Secundário



Escola Secundária de Henriques Nogueira

Universidade de Aveiro

Manuela Gameiro, João Serôdio, Conceição Santos

Fevereiro 2008

### **Nota Introdutória**

Esta acção integra-se no trabalho investigativo da Lic. Manuela Gameiro (docente do ensino secundário), no âmbito do seu mestrado em Ensino de Geologia e Biologia, na Universidade de Aveiro. A acção destina-se a desenvolver e implementar percursos investigativos simples e eficazes, que tornem mais acessível e apelativa uma área importante do ensino da biologia nas escolas: a fotossíntese e trocas gasosas com o ambiente pelas plantas.

Para o sucesso deste objectivo, torna-se imperativo implementá-los e validá-los com outros docentes, que possam também e não só ser cativados para estas estratégias, como possam sugerir adaptações e assim melhorar e flexibilizar estes percursos, alargando o seu espectro de aplicação.

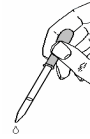
Salienta-se ainda, que, intencionalmente, se utilizaram várias estratégias/ferramentas pedagógicas em cada actividade investigativa. Esta opção teve como objectivo evitar a rotina e aplicar as ferramentas que, potencialmente, mais se enquadram no objectivo pretendido em cada actividade.

Aveiro, 6 de Fevereiro de 2008

Manuela Gameiro  
Conceição Santos (Co-orientadora)  
João Serôdio (Orientador)

### 1ª Actividade

- A) Qual o aspecto dos cloroplastos ao Microscópio Óptico (M.O.)?  
 B) Como podem ser afectados os movimentos de ciclose?



#### Introdução:

Quando se observam cloroplastos em células vivas, por vezes, constata-se o seu movimento, provocado por corrente citoplasmática – movimento de ciclose. A velocidade deste movimento depende de inúmeros factores, podendo variar, por exemplo, pela acção da temperatura, da luminosidade ou do pH. O objectivo desta actividade é avaliar as alterações induzidas por factores ambientais nos movimentos de ciclose em folhas de *Elodea* sp. por observação ao microscópio óptico do movimento de circulação dos cloroplastos ao redor do vacúolo central, promovido pelo hialoplasma. O género *Elodea* compreende plantas aquáticas muito usadas em estudos de fisiologia vegetal nas escolas.

#### Material:

- Microscópio óptico
- Lâminas e lamelas
- Material de dissecação (agulha, pinça)
- Vidro de relógio
- Conta-gotas
- Lamparina
- Fósforos
- Água destilada
- Meio aquoso onde se encontra o material biológico
- *Elodea* sp. (Fig 1.1)
- Papel indicador de pH
- KOH (base)
- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (ácido)
- Papel de limpeza
- Tiras de papel de filtro
- Luvas



Fig 1.1

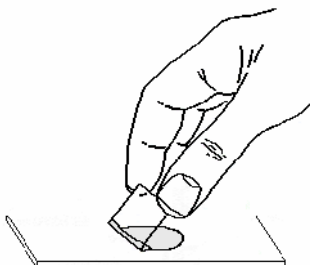


Fig 1.2

#### Procedimento:

1. Com o auxílio de uma pinça, retire uma folha de *Elodea* sp. e coloque-a num vidro de relógio contendo água do meio em que se encontra a planta.



2. Faça uma preparação utilizando como meio de montagem uma gota da mesma água.
3. Observe a preparação ao microscópio.
4. Faça um esquema do que observou.
5. Aqueça a preparação lentamente, mantendo a lâmina afastada da lamparina.
6. Volte a observar ao microscópio.

**Discussão:**

**A - Cloroplastos**

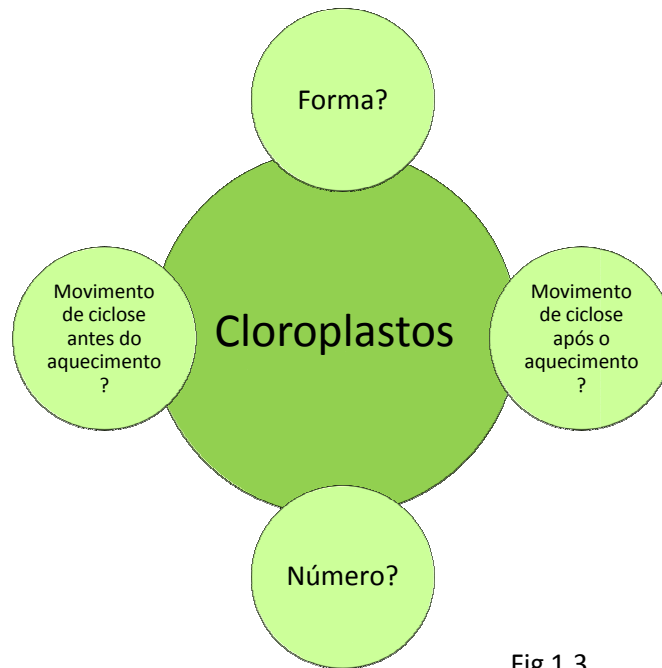


Fig 1.3

**B – Movimentos de ciclose**

- 1- Planeie uma actividade laboratorial que permita testar a influência do pH no movimento de ciclose.
- 2- Execute a actividade utilizando o material existente na sua mesa de trabalho.

## 2ª Actividade

Quais são os pigmentos que existem nos cloroplastos?

Com base na análise e preenchimento do “V” de Gowin seguinte realize a actividade

<p><b>NUTRIÇÃO AUTOTRÓFICA</b></p> <p><b>Princípios :</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• As plantas realizam fotossíntese porque possuem pigmentos capazes de captar a energia luminosa.<ul style="list-style-type: none"><li>• Os pigmentos fotossintéticos são diversos e podem distinguir-se pelas cores que revelam e pela afinidade que apresentam para certos solventes (e.g. água, álcool).</li></ul></li></ul> <p><b>Conceitos (a completar)</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>•</li><li>•</li><li>•</li></ul>	<p><b>Que pigmentos fotossintéticos existirão nas plantas?</b></p>	<p><b>Conclusão:</b></p>  <p><b>Resultados:</b></p>
<p><b>Procedimento:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Macere num almofariz, juntamente com uma porção de areia, algumas folhas de agrião.</li><li>• Adicione 15 ml de álcool a 95º e misture bem. Observe e registre a cor.</li><li>• Filtre o preparado para um gobelé.</li><li>• Verta o filtrado numa placa de Petri.</li><li>• Introduza papel de filtro rectangular dobrado na placa com o filtrado.</li><li>• Aguarde alguns minutos, observe e registre os resultados obtidos.</li></ul>		

**Questões para reflexão:**

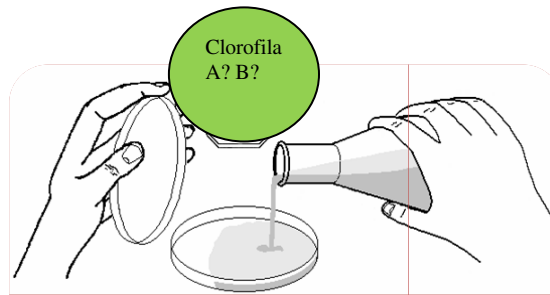
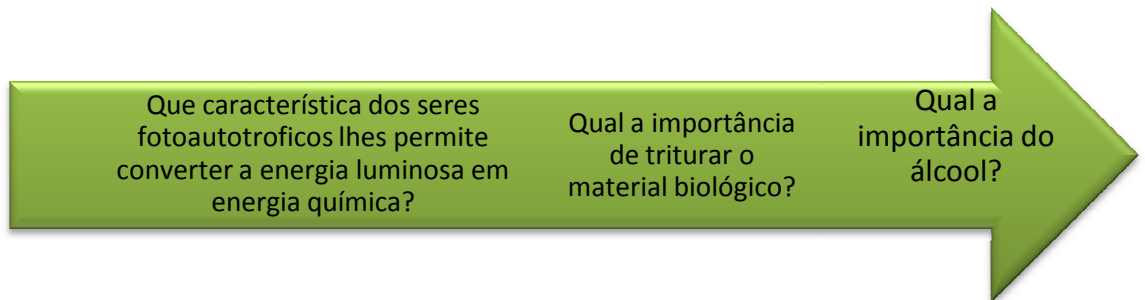


Fig 2.1.



- a) Porque se separam de forma diferente os pigmentos com o solvente que usou?
- b) Porque pensa ter a planta necessidade de ter pigmentos com várias cores?

### 3ª Actividade

Qual a importância dos pigmentos e da luz na produção de compostos orgânicos?



Com base na análise e preenchimento do “V” de Gowin seguinte realize a actividade.

#### Nutrição autotrófica

##### Princípios:

- As plantas verdes realizam a fotossíntese;
- As plantas verdes possuem pigmentos;
- Durante a fotossíntese é absorvida luz solar;
- Durante a fotossíntese produz-se amido;
- A solução de lugol é um indicador da presença de amido.

##### Conceitos:

- Fotossíntese
- Folha
- Cloroplasto
- Pigmentos
- Compostos orgânicos
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

#### Qual a importância dos pigmentos e da luz na produção de compostos orgânicos?

#### Conclusões:

##### Resultados:

Teste do amido			
Folha à luz		Folha às escuras	
Zona verde	Zona branca	Zona verde	Zona branca

+ (teste positivo) - (teste negativo)

#### Procedimento:

- 1-Colocar umas folhas de *Pelargonium* sp. ou de sardineira na presença de luz e outras na obscuridade.
- 2-Verificar a presença de amido.

#### 4ª Actividade

Como se determina a densidade estomática da superfície foliar de algumas plantas existentes no jardim da Escola?

##### Introdução:



Figura 4.1 – Alguns exemplares de plantas existentes no Jardim da Escola.

As folhas de plantas vasculares são revestidas por uma única camada de células – a epiderme cuja parede exterior apresenta, em geral, espessamento de cutina com propriedades impermeabilizantes. Para além de evitar perdas de água e de gases, este espessamento protege a planta contra infecções e choque mecânicos. Assim, a folha necessita de ter, na epiderme, estruturas (estomas ou complexos estomáticos) por onde se processam as trocas gasosas das plantas. Os complexos estomáticos são estruturas constituídas pelas células estomáticas ou de guarda, ostíolo (poro), células de companhia e pela cavidade estomática. Os estomas apresentam um papel fundamental na transpiração, respiração e fotossíntese das plantas. Dado que é pelos estomas que se efectuam trocas gasosas a densidade, dimensões e estado de abertura dos estomas condicionam a transpiração, respiração e fotossíntese, afectando assim todo o metabolismo da planta.

##### Material:

- Folhas de plantas: plátano, choupo (ou outras folhas que se encontrem no jardim da escola).
- Microscópio óptico
- Agulha lanceolada
- Tesoura
- Lâminas
- Verniz para as unhas (transparente)
- Fita adesiva transparente

##### Procedimento:

- 1- Pegue nas folhas que seleccionou e revista uma porção da página inferior com verniz
- 2- Deixe secar cerca de 10 minutos.
- 3- Aplique a fita adesiva em cima da camada de verniz.
- 4- Retire a fita adesiva da folha rapidamente assegurando que a camada de verniz vem aderida à fita adesiva.
- 5- Cole a fita adesiva (com o molde de fita adesiva) sobre uma lâmina

- 6- Observe ao microscópio a preparação e identifique os estomas.
- 7- Conte quantos estomas pode encontrar em cada dos moldes que realizou com diferentes folhas.
- 8- Repita o procedimento mas fazendo moldes da página superior das folhas.



Fig. 4.2. Porção de folha com verniz transparente.

**9- Reflicta sobre as seguintes questões:**

- 9.1. Indique uma vantagem da realização de moldes.
- 9.2. A quantidade de estomas é igual em todas as folhas? Justifique.
- 9.3. A densidade de estomas na página superior e inferior é a mesma? Justifique.
- 9.4. Elabore um cartaz de divulgação com os resultados obtidos referentes às plantas recolhidas no Jardim da Escola.

O que provoca a abertura e fecho dos estomas?

### 5ª Actividade

Qual o efeito da variação da pressão osmótica nos estomas?

#### Controlo da transpiração

##### Princípios :

- As células vegetais têm parede celular.
- A água desloca-se sempre de meios de menor pressão osmótica para meios com maior pressão.
- Os estomas podem controlar a quantidade de água perdida por transpiração, devido à capacidade que têm de abrir e de fechar o ostíolo.

##### Conceitos (a completar)

- 
- 
- 
- 
- 

Qual o efeito da variação da pressão osmótica nos estomas?

Conclusão:

Representação esquemática:

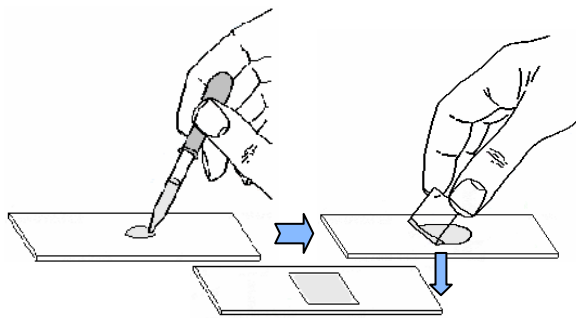


Fig. 5.1

1. Faça três preparações com fragmentos de epiderme de caule de tradescância, utilizando
  - a) Solução de Ringer
  - b) Solução saturada de cloreto de sódio
  - c) Água destilada, como meios de montagem
2. Observe ao microscópio, em diferentes ampliações.
3. Elabore esquemas representativos devidamente legendados.

**A** – Compare as observações microscópicas realizadas com diferentes meios de montagem.

**B** – Explique o mecanismo de abertura e fecho dos estomas, relacionando-os com os diferentes meios de montagem utilizados.

### 6ª Actividade

Qual o aspecto dos vasos da planta responsáveis pela reposição da água perdida por transpiração no mesófilo?

<b>Distribuição da matéria</b>  <b>Princípios:</b> - O xilema é um tecido que, nas Plantas transporta seiva bruta desde a raiz até às folhas; - encontra-se na periferia junto ao floema no pecíolo da folha.  <b>Conceitos (a completar)</b> - - - - -	<b>Qual o aspecto do xilema ao M.O.?</b>	<b>Conclusões:</b>     <b>Representações esquemáticas:</b>
--	--	---



Fig. 6.1. Exemplos de begónias que podem ser usadas

- 1- Obtenha cortes longitudinais finos da periferia do pecíolo de begónia
- 2- Faça preparações e observe-as ao microscópio óptico.
- 3- Esquematize a melhor observação.



## Anexo V

### PROPOSTA DE DESENVOLVIMENTO DOS PERCURSOS INVESTIGATIVOS.

#### A.5 - 1. Guiões laboratoriais

Seguem-se algumas propostas/ sugestões de desenvolvimento dos percursos investigativos:

##### A.5. 1.1. 1ª Actividade

- A) Qual o aspecto dos cloroplastos ao M.O.?
- B) Como podem ser afectados os movimentos de ciclose?

##### Introdução:

Quando se observam cloroplastos em células vivas, por vezes, constata-se o seu movimento, provocado por corrente protoplasmática – movimento de ciclose. A velocidade deste movimento depende de inúmeros factores, podendo variar, por exemplo, pela acção da temperatura, da luminosidade ou do pH. O objectivo desta actividade é avaliar as alterações induzidas por factores ambientais nos movimentos de ciclose em folhas de *Elodea* sp. por observação ao microscópio óptico do movimento de circulação dos cloroplastos ao redor do vacúolo central, promovido pelo hialoplasma. O género *Elodea* (Fig.A.5.1) compreende plantas aquáticas muito usadas em estudos de fisiologia vegetal nas escolas.



Figura A.5-1. *Elodea* sp.

##### Material:

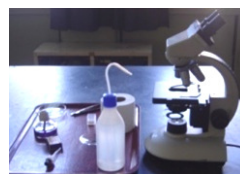


Figura A.5-2. Material usado

- Microscópio
- Lâminas e lamelas
- Material de dissecação (agulha, pinça)
- Vidro de relógio
- Conta – gotas
- Lamparina
- Fósforos
- Água
- Meio aquoso onde se encontra o material biológico
- *Elodea* sp. (figura 1.1.)
- Papel indicador de pH
- KOH (base)

- $H_2SO_4$  (ácido)
- Papel de limpeza
- Tiras de papel de filtro
- Luvas

**Procedimento:**

1. Com o auxílio de uma pinça, retire uma folha jovem de *Elodea*.
2. Faça uma preparação utilizando como meio de montagem uma gota da mesma água.
3. Observe a preparação ao microscópio.
4. Faça um esquema do que observou.
5. Aqueça a preparação lentamente, mantendo a lâmina afastada da lamparina.
6. Volte a observar ao microscópio.

**Discussão:**

**A - Cloroplastos**

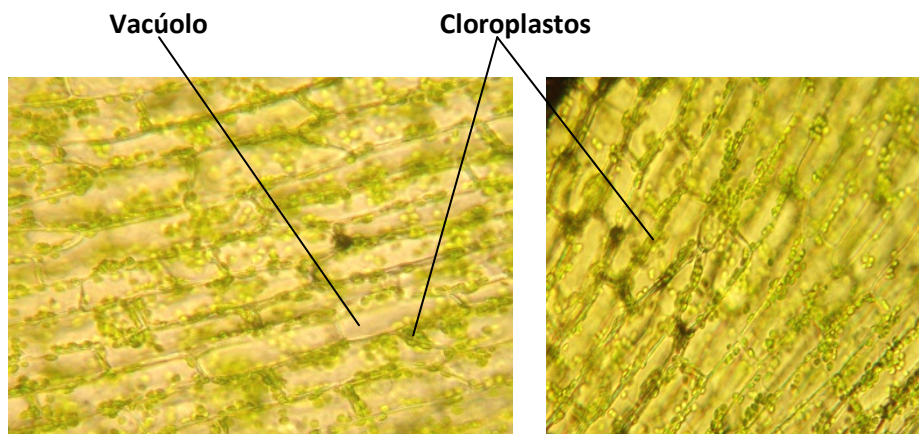


Figura A.5 - 3. Células de *elodea* observadas ao microscópio (640x).

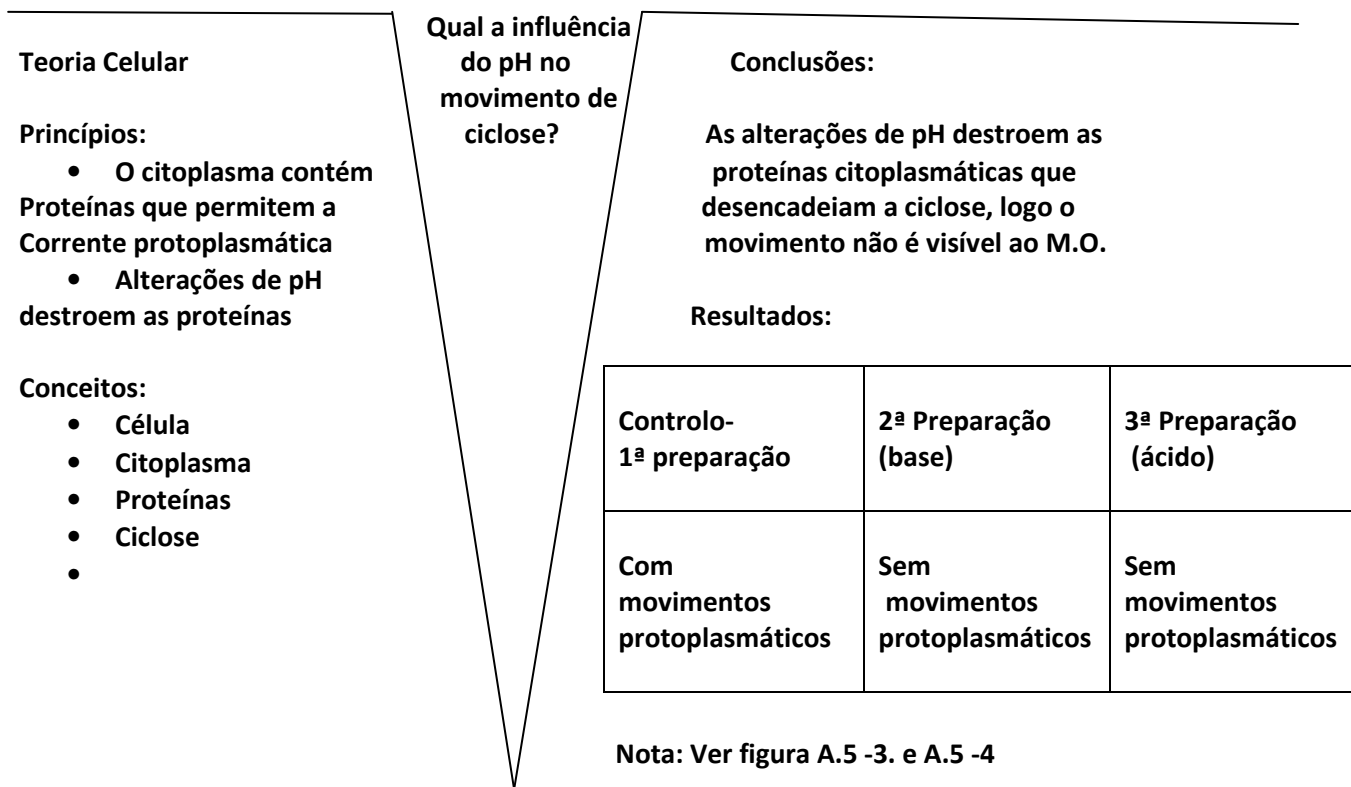


Observaram-se numerosos cloroplastos com forma ovóide. Ao percorrer a preparação observou-se o movimento dos cloroplastos arrastados por correntes citoplasmáticas (ciclose). Após ligeiro aquecimento a corrente protoplasmática em folha de *Elodea* aumentou e foi detectado por observação ao M.O. do movimento de circulação promovido pelo citoplasma (a parte Sol do Hialoplasma) dos cloroplastos ao redor do vacúolo central. Acredita-se que o citoesqueto, constituído por microtúbulos e microfilamentos de proteínas contrácteis esteja ligado aos movimentos do citoplasma.

**B – Movimentos de ciclose**

1. Planeie uma actividade laboratorial que permita constatar a influência do pH no movimento de ciclose.

É apresentada uma possível planificação com a construção do “V” de Gowin



**Procedimento:**

- Observe ao M.O., folhas novas de *Elodea* previamente expostas à luz durante 1 hora.
- Obtenha 3 preparações com movimento de ciclose.
- Na segunda preparação, faça a substituição do meio de montagem pela técnica de irrigação usando 3 gotas de KOH a 1%.
- Na terceira preparação, faça a substituição do meio de montagem pela técnica de irrigação usando 3 gotas de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (ácido) a 1%.
- Observe e registe as alterações no movimento de ciclose.
- Execute a actividade utilizando o material existente na sua mesa de trabalho.

Ao fazer um percurso investigativo é necessário estabelecer um controlo. O controlo serve para provar que os fenómenos observados surgem em consequência da causa estabelecida e não de qualquer outro factor.

O método de irrigação permite substituir o meio de montagem da preparação aproveitando o material biológico inicial

Ao substituir-se o meio de montagem inicial (água que continha a planta aquática) por meio básico ou ácido as proteínas citoplasmáticas que promovem os movimentos de ciclose foram destruídas, deixando de se observar este movimento nas preparações dois e três.

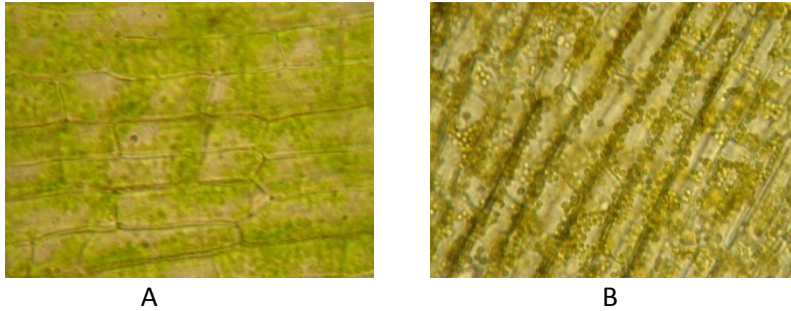
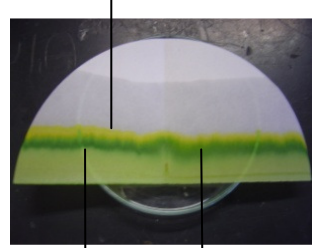


Figura A.5-4. Fotografias de observações microscópicas (A) com meio de montagem básico e (B) com meio de montagem ácido. (640 x)

### A.5.2. 2ª Actividade

#### Quais são os pigmentos que existem nos cloroplastos?

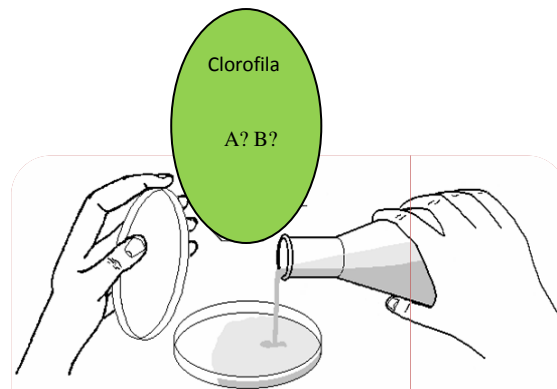
Com base na análise e preenchimento do "V" de Gowin seguinte realize a actividade.

<p><b>NUTRIÇÃO AUTOTRÓFICA</b></p> <p><b>Princípios:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- As plantas realizam fotossíntese porque possuem pigmentos capazes de captar a energia luminosa.</li><li>- Os pigmentos fotossintéticos são diversos e podem distinguir-se pelas cores que revelam e pela afinidade que apresentam para certos solventes (e.g. água, álcool)</li></ul> <p><b>Conceitos:</b> (a completar)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Fotossíntese</li><li>• Pigmentos</li><li>• Solventes</li><li>• Clorofila</li><li>• Carotenóides</li></ul>	<p><b>Que pigmentos fotossintéticos existirão nas plantas?</b></p>	<p><b>Conclusão:</b></p> <p>Ao triturar as plantas verdes e adicionar o solvente polar obtém-se uma solução contendo vários pigmentos fotossintéticos. A ascensão da mistura por capilaridade ao longo de um papel de filtro provoca a precipitação dos pigmentos menos solúveis no solvente polar.</p> <p><b>Resultados:</b></p> <p>Carotenóides</p>  <p>Clorofila a</p> <p>Clorofila b</p> <p>Figura A.5- 4. Cromatograma obtido</p>
---	--	--

#### Procedimento:

- Macere num almofariz, juntamente com uma porção de areia, algumas folhas da planta herbácea que trouxe de casa, como por exemplo agrião.
- Adicione 15 ml de álcool a 95º e misture bem. Observe e registre a cor.
- Filtre o preparado para um gobelé.
- Verta o filtrado numa placa de Petri.
- Introduza papel de filtro rectangular dobrado na placa com o filtrado.
- Aguarde alguns minutos, observe e registre os resultados obtidos.

**Questões para reflexão:**



Que característica dos seres fotoautotróficos lhes permite converter a energia luminosa em energia química?

Qual a importância de triturar o material biológico?

Qual a importância do álcool?

- a) Porque se separam de forma diferente os pigmentos com o solvente que usou?

Ao triturar as plantas verdes e adicionar solvente polar – álcool – obtém-se uma solução contendo vários pigmentos (solução bruta de clorofila). A “cromatografia em papel” é uma técnica em que uma mistura de solutos vai ser separada nos seus componentes, numa folha de papel de filtro, de acordo com a sua diferente solubilidade. A ação da capilaridade faz com que a fase móvel percorra o papel de filtro de uma extremidade até à outra. Os vários componentes da mistura apresentam diferente solubilidade na fase líquida e, portanto, vão deslocar-se mais ou menos ao longo do papel. A ascensão da mistura por capilaridade ao longo do papel de filtro provoca a precipitação dos pigmentos menos solúveis nos solventes polares. O resultado final é a formação de um padrão de bandas que correspondem a diversos pigmentos com solubilidades diferentes.

- b) Porque pensa ter a planta necessidade de ter pigmentos com várias cores.

Nos cloroplastos, ao nível dos tilacóides, encontram-se os pigmentos fotossintéticos, responsáveis pela fotossíntese e pela atribuição das cores às folhas, nas diferentes fases de desenvolvimento. As clorofilas são as mais abundantes e conferem cor verde, enquanto os carotenóides, com tons entre o amarelo e o laranja são responsáveis pelos padrões de cores observáveis durante o Outono, quando a planta inicia um processo de degradação das clorofilas, que deixam de mascarar a presença dos carotenóides.

**A.5 - 3. 3ª Actividade**

**Qual a importância dos pigmentos e da luz na produção de compostos orgânicos?**



**Qual a importância dos pigmentos e da luz na produção de compostos orgânicos?**

**Nutrição autotrófica**

**Princípios:**

- As plantas verdes realizam a fotossíntese;
- As plantas verdes possuem pigmentos;
- Durante a fotossíntese é absorvida luz solar.
- Durante a fotossíntese produz-se amido;
- A solução de Lugol é um indicador da presença de amido.

**Conceitos:**

- **Fotossíntese**
- **Pigmentos**
- **Amido**
- **Teste do Lugol**
- **Indicador**

**Conclusões:**

As plantas à luz realizam a fotossíntese, necessitando de pigmentos para o fazer, estes são excitados pelos fotões de luz desencadeando-se uma série de reacções que com a água e o dióxido carbono produzem a glicose a qual é armazenada nas células depois de ser transformada em amido.

**Resultados:**

Teste do amido			
Folha à luz		Folha às escuras	
Zona verde	Zona branca	Zona verde	Zona branca
+	-	-	-

+ (teste positivo) - (teste negativo)



Figura A.5-5. Folhas de *Pelargonium*

**Procedimento:**

- Coloque umas folhas de pelargónio ou de sardineira na presença de luz e outras na obscuridade.
- Mergulhe uma folha que esteve à luz e outra na obscuridade em água fervente, durante cinco minutos.
- Retire as folhas e introduza-as num gobelé com álcool.
- Aqueça esse gobelé em banho Maria até as folhas ficarem descoradas.
- Retire as folhas com cuidado e coloque-as em placas de Petri contendo soluto de Lugol.
- Verifique a presença ou ausência de amido.

#### A.5 - 4. 4ª Actividade

Qual o aspecto dos vasos da planta responsáveis pela reposição da água perdida por transpiração no mesófilo?

##### Distribuição da matéria

##### Princípios:

- Xilema é um tecido que transporta seiva bruta desde a raiz até às folhas das plantas;
- encontra-se na periferia junto ao floema no pecíolo da folha.

##### Conceitos: (a completar)

- xilema
- pecíolo
- translocação
- seiva bruta
- anéis de lenhina

Qual o aspecto do xilema ao M.O.?

##### Conclusões:

O xilema é um tecido especializado no transporte de seiva bruta. Os elementos de vaso são formados pela justaposição de células, que permitem formar um tubo contínuo. As paredes laterais apresentam por dentro da parede celulósica espessamentos de lenhina. Na begónia utilizada foram facilmente identificados em corte longitudinal elementos anulares e espiralados.

##### Representações esquemáticas:

Elemento de vaso com anéis de lenhina

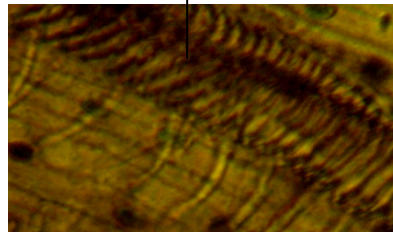


Figura A.5-6. Observação ao M.O. (640 x)



Figura A.5-7. Material usado na 4ª actividade.

##### Procedimento:

- Obtenha cortes longitudinais finos da periferia do pecíolo de begónia
- Faça preparações e observe-as ao microscópio óptico.
- Esquematize a melhor observação.



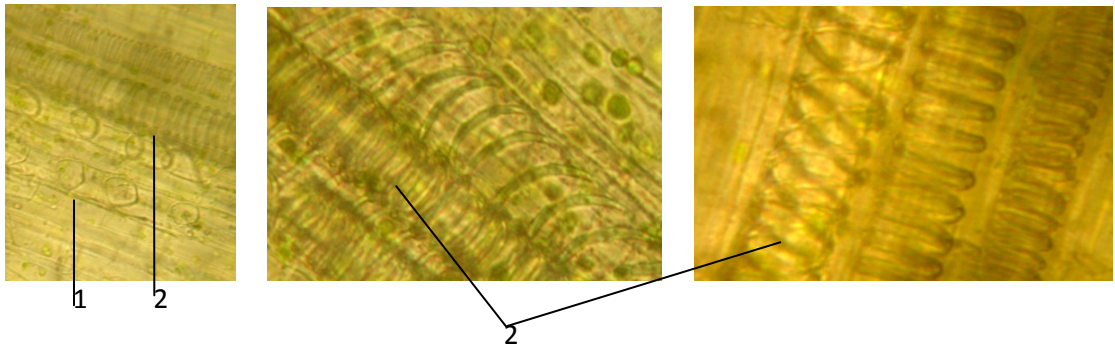


Figura A.5-8. Fotografias das observações ao M.O. de cortes longitudinais de pecíolo de begónia mostrando o espessamento secundário anelado e espiralado dos vasos do xilema. (640 x)

- 1 – As células do xilema primário que primeiro se formam, são os elementos anulares, visto que a parede secundária se deposita sob a forma de anéis.
- 2 – Segue-se a formação dos elementos espiralados

### A.5 - 5.ª Actividade

Como se determina a densidade estomática da superfície foliar de algumas plantas existentes no jardim da Escola?

#### Introdução:



Figura A.5-9. Alguns exemplares de plantas existentes no Jardim da Escola.

As plantas vasculares jovens são revestidas por uma única camada de células – a epiderme, cuja parede exterior apresenta, em geral, espessamento de cutina com propriedades impermeabilizantes. Para além de evitar perdas de água e de gases, protege a planta contra infecções e choque mecânicos. Assim, a folha necessita de ter na epiderme, estruturas (estomas ou complexos estomáticos) por onde se processam as trocas gasosas das plantas. Os complexos estomáticos são estruturas constituídas pelas células estomáticas ou de guarda, ostíolo (poro), células companhia e pela cavidade estomática. Os estomas apresentam um papel fundamental na transpiração, respiração e fotossíntese das plantas. Dado que é pelos estomas que se efectuam trocas gasosas a densidade, dimensões e estado de abertura dos estomas condicionam a transpiração, respiração e fotossíntese, afectando assim todo o metabolismo da planta.

#### Material:

- Folhas de plantas: plátano, choupo (ou outras folhas que se encontrem no jardim da escola, figura 5.1.)
- Microscópio óptico
- Agulha lanceolada
- Tesoura
- Lâminas
- Verniz para as unhas (transparente)
- Fita-cola



Figura A.5-10. Material usado na 5ª actividade.

#### Procedimento:

1. Pegue nas folhas que seleccionou e revista uma porção da página inferior com verniz
2. Deixe secar cerca de 10 minutos.

3. Aplique a fita-cola em cima da camada de verniz.
4. Retire a fita-cola da folha rapidamente assegurando que a camada de verniz vem aderida à fita-cola.
5. Cole a fita adesiva (com o molde de fita adesiva) sobre uma lâmina.
6. Observe ao microscópio a preparação e identifique os estomas.
7. Conte quantos estomas pode encontrar em cada um dos moldes que realizou com diferentes folhas.
8. Repita o procedimento mas fazendo moldes da página superior das folhas.

**Resultados:**

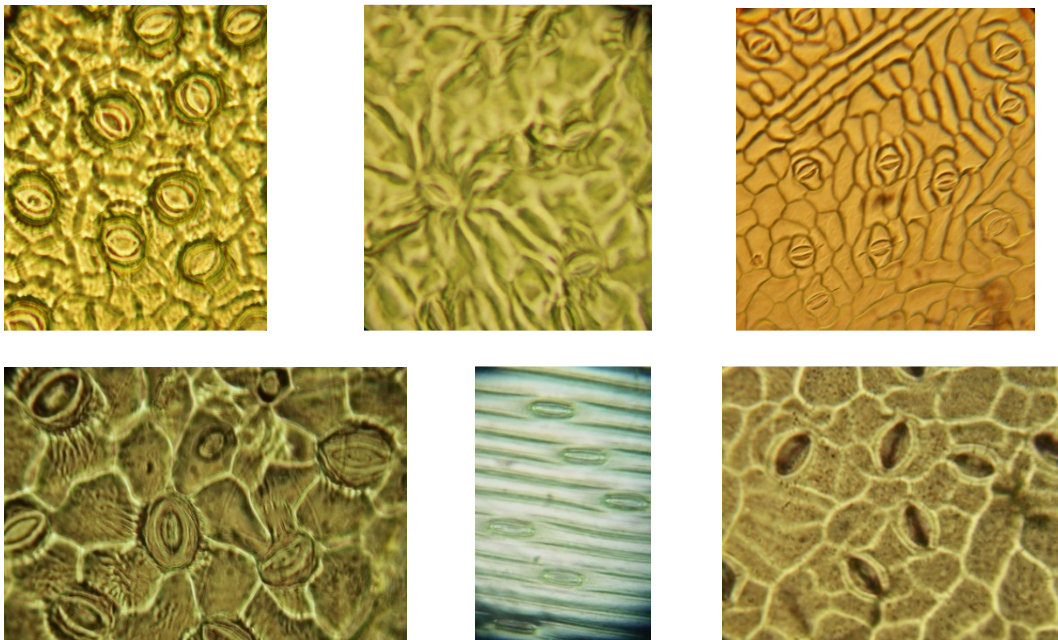


Figura A.5-11. Fotografias de observações ao M.O. de moldes negativos de seis espécies vegetais (página inferior) (640x)

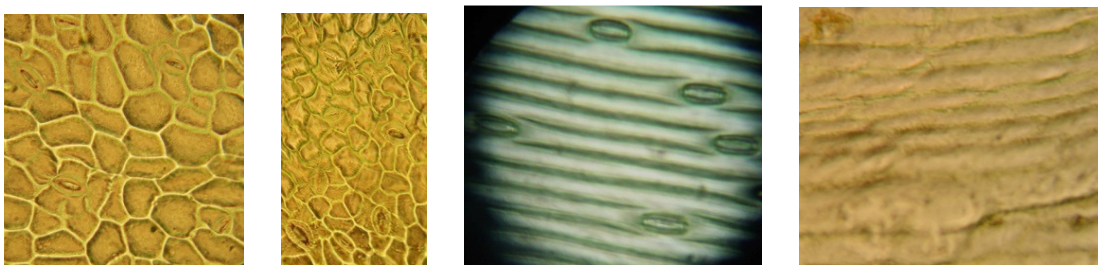


Figura A.5-12. Fotografias de observações ao M.O. de moldes negativos de quatro espécies vegetais (página superior) (640 x)

**Reflicta sobre as seguintes questões:**

- 1- Indique uma vantagem da realização de moldes.

**A técnica de moldes é muito fácil de executar, permitindo determinar com eficácia a quantidade de estomas que se encontram quer na epiderme da página inferior quer na epiderme da página superior de folhas de diversas espécies vegetais.**

- 2- A quantidade de estomas é igual em todas as folhas? Justifique.

**A densidade estomática e as dimensões dos estomas são parâmetros que dependem do genótipo, estado ontogénico da planta.**

- 3- A densidade de estomas na página superior e inferior é a mesma? Justifique.

**Nas dicotiledónias a densidade estomática é normalmente superior na página inferior da folha. A maioria das plantas lenhosas não tem estomas na página superior.**

**Nas monocotiledónias a distribuição dos estomas é idêntica nas duas páginas. A perda de água pelas folhas que têm estomas na superfície inferior, ou muito poucos estomas na superfície superior, é menor do que a perda sofrida pelas folhas que os têm no lado superior e inferior, daí que a distribuição dos estomas revelem estratégias de adaptação aos ambientes terrestres. Nas folhas com nervação paralelinérvea os estomas ocorrem em linhas paralelas ao eixo principal da folha, na maioria das folhas com nervação peninérvea os estomas estão dispersos.**

4. Elabore um cartaz de divulgação com os resultados obtidos referentes às plantas recolhidas no Jardim da Escola

**Para a construção do cartaz de divulgação da actividade à comunidade escolar foram dadas a normas seguintes adaptadas de Valiela (2001) e Lorenzoni (2007):**

- **Cabeçalho com o título, autores e instituição;**
- **Resumo;**
- **Introdução;**
- **Metodologia;**
- **Resultados que poderão ser apresentados em gráficos, fotografias e esquemas;**
- **Discussão de resultados;**
- **Conclusão;**
- **Referências bibliográficas.**

A actividade precedente remeteu para a questão seguinte.

O que provoca a abertura e fecho dos estomas?

**A.5 - 6. 6ª Actividade**

**Qual o efeito da variação da pressão osmótica nos estomas?**

**Controlo da transpiração**

**Princípios:**

- As células vegetais têm parede celular.
- A água desloca-se sempre de meios de menor pressão osmótica para meios com maior pressão.
- Os estomas podem controlar a quantidade de água perdida por transpiração, devido à capacidade que têm de abrir e de fechar.

**Conceitos: (a completar)**

- Estomas
- Pressão osmótica
- Caule
- Transpiração
- Osmose

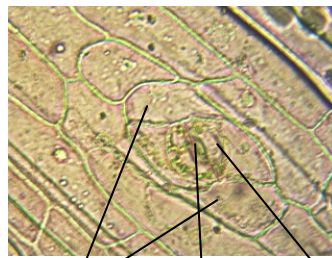
**Qual o efeito da variação da pressão osmótica nos estomas?**

**Conclusão:**

Quando colocados em meios hipertónicos os estomas fecham uma vez que a pressão de turgescência nas células de guarda diminui. Quando colocados em meios hipotónicos os estomas abrem pois, a pressão de turgescência nas células de guarda aumenta.

**Representação esquemática das observações:**

**Ex: Fragmento da epiderme do caule de tradescância em meio hipotónico – estoma aberto**



células companheiras  
ostíolo  
célula de guarda

Figura A.5-13. Observação ao M.O. (640 x)



Figura A.5-14. Tradescância

1. Faça três preparações microscópicas com fragmentos de epiderme de caule de tradescância, utilizando solução de Ringer, solução saturada de cloreto de sódio e água destilada, como meios de montagem.
2. Observe ao microscópio, em diferentes ampliações.
3. Elabore esquemas representativos devidamente legendados.



### Resultados:



Figura A.5-15. Fotografias de observações obtidas ao M.O. (640 x)

**A – Compare as observações microscópicas realizadas com diferentes meios de montagem.**

Quando se observaram os estomas de fragmentos da epiderme da tradescância colocados em solução de Ringer (controle) verificou-se que alguns estomas se encontravam fechados e outros abertos. As observações de epidermes colocadas em solução saturada de cloreto de sódio (meio hipertônico) mostram estomas fechados e as observações de epidermes colocadas em água destilada (meio hipotônico) mostram estomas abertos.

**B – Explique o mecanismo de abertura e fecho dos estomas, relacionando-os com os diferentes meios de montagem utilizados.**

O mecanismo de abertura dos estomas depende do estado de turgidez das células de guarda. Estruturalmente, as células de guarda diferem das outras células da epiderme pela presença de cloroplastos e pelo engrossamento da parede que envolve a abertura do estoma; a parede interna da célula de guarda, que fica encostada às outras células da epiderme, é mais fina e mais elástica. À medida que as células de guarda ficam túrgidas, pela entrada de água por osmose, o que é observado na montagem com água destilada (meio hipotônico), a parede interna, por ser mais fina e elástica, estica-se mais do que a parede externa, mais grossa e rígida. Desta diferença de elasticidade entre os dois lados da parede das células de guarda resulta que a entrada de água provoca a deformação dessas células, o seu afastamento e a abertura dos estomas. Quando as células de guarda perdem água por osmose, como é constatado no meio de montagem com solução saturada de cloreto de sódio (meio hipertônico), o volume celular diminui, o que permite que as paredes internas voltem à primeira posição, fechando-se os estomas.

Se um vaso de tradescância bem regada for colocado duas horas à luz, antes de se iniciar a actividade laboratorial, ao usar-se a solução de Ringer os estomas estarão abertos.

Anexo VI

**GRÁFICOS COM APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS DAS RESPOSTAS ÀS QUESTÕES RELATIVAS À FOTOSÍNTESE E TRANSPIRAÇÃO DOS DOIS QUESTIONÁRIOS ADMINISTRADOS AOS ALUNOS**

**1. Gráficos de resultados das questões relativas à Fotossíntese e Transpiração do 1º questionário.**

**1.1. Os seres fotoautotróficos captam a energia luminosa porque possuem....**

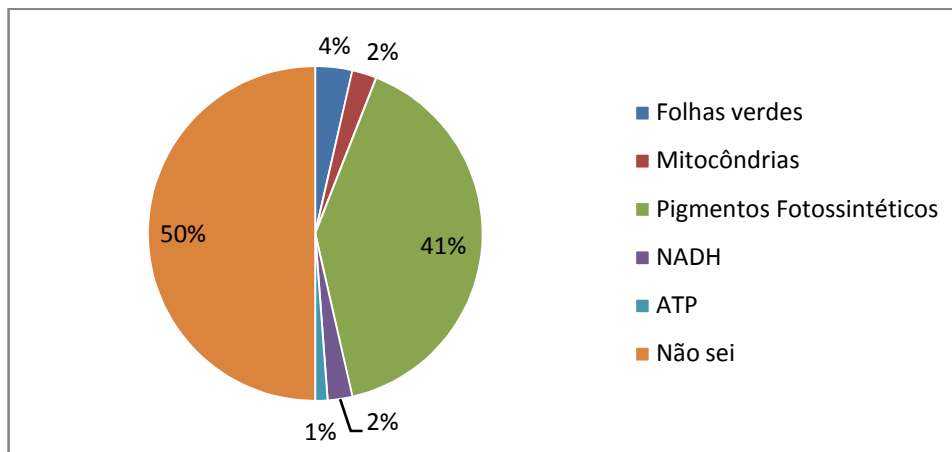


Figura A. VI – 1. Diagnóstico acerca do mecanismo de fotossíntese.

**1.2. Algumas células de certos organismos possuem organelos que produzem ATP, que é utilizado na síntese de substâncias orgânicas a partir do dióxido de carbono. Esses organelos são....**

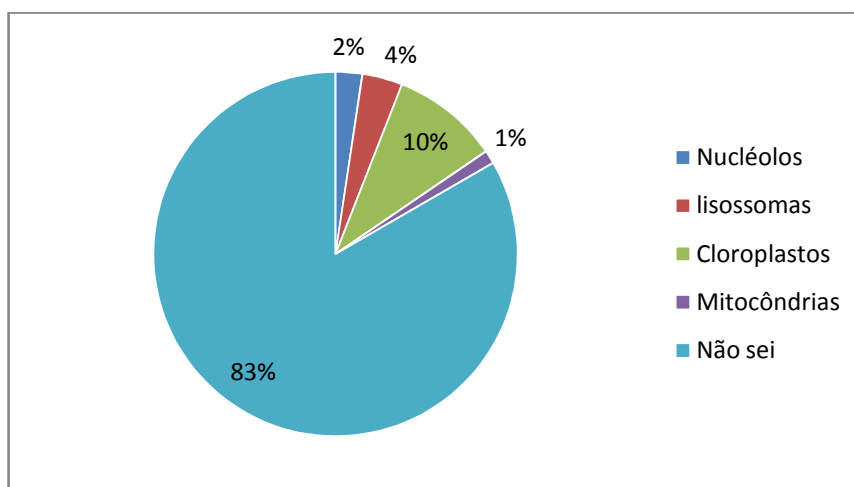


Figura A. VI-2. Diagnóstico acerca do mecanismo de fotossíntese.

**1.3. Considere os seguintes factores....**

**I. Dióxido de carbono      II. Água      III. Azoto      IV. Luz**  
**São imprescindíveis para a fotossíntese....**

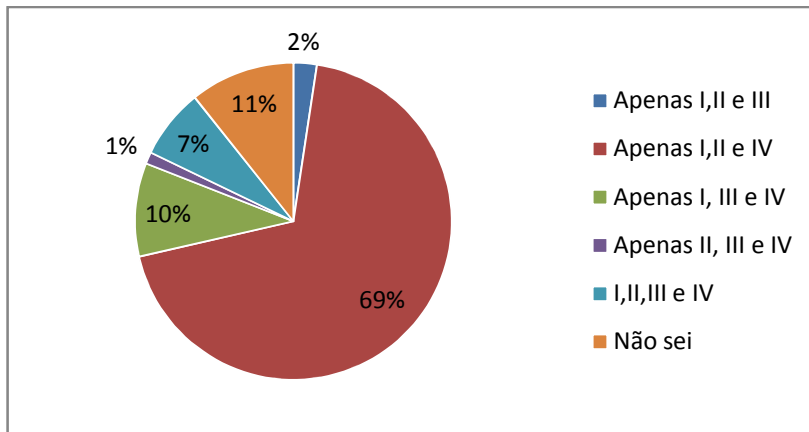


Figura A. VI – 3. Diagnóstico acerca do mecanismo de fotossíntese.

**1.4. Na fotossíntese, o oxigénio libertado provém....**

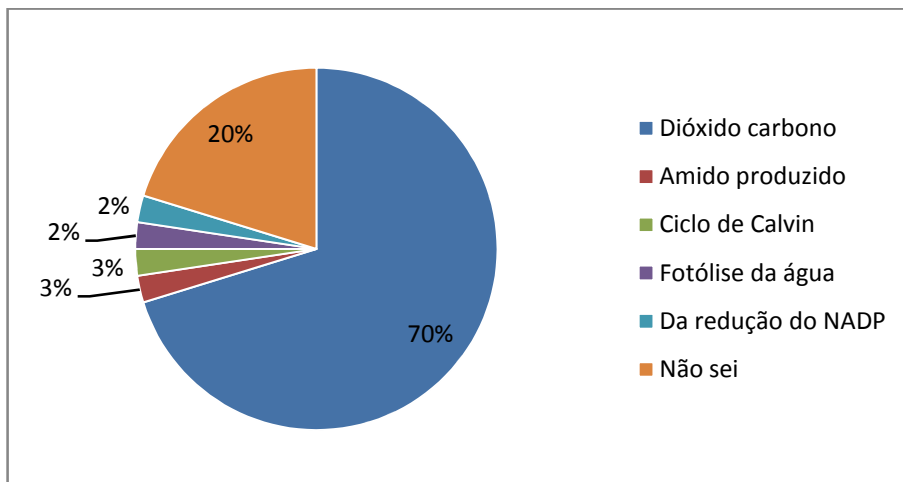


Figura A. VI- 4. Diagnóstico acerca do mecanismo de fotossíntese.



**1.5. Além da clorofila, a maioria das plantas possui pigmentos acessórios, como, por exemplo...**

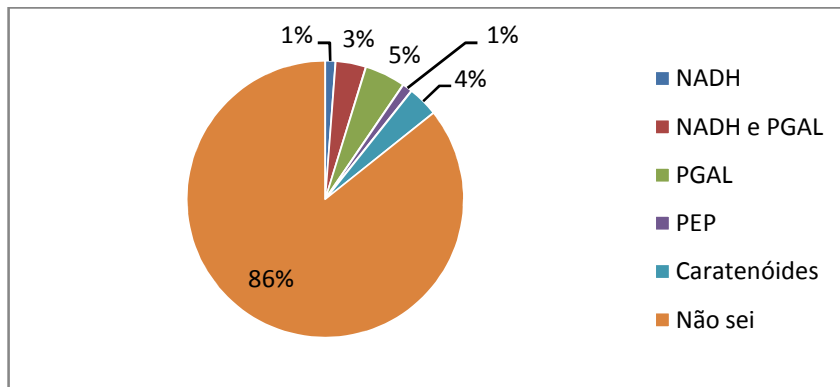


Figura A. VI – 5. Diagnóstico acerca do mecanismo de fotossíntese.

**1.6. A transpiração pode ser responsável por...**

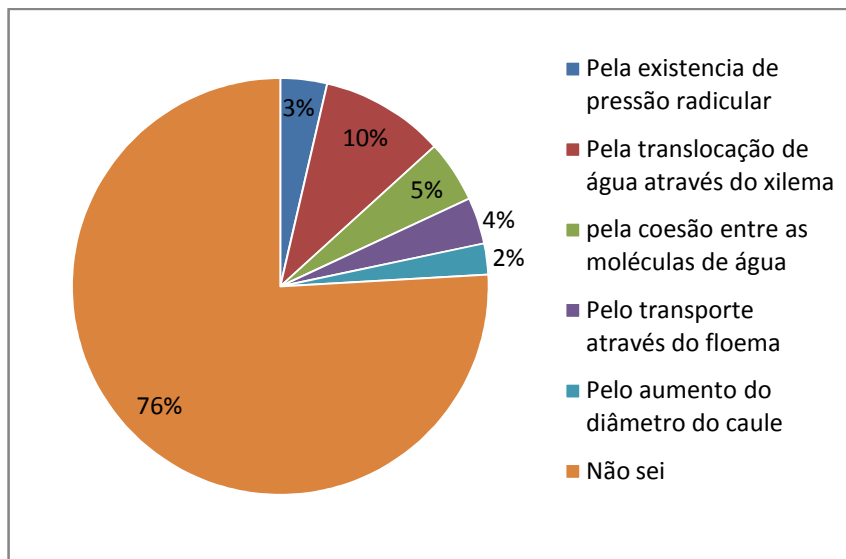


Figura A. VI - 6. Diagnóstico acerca de transpiração.

1.7. Classifique cada uma das afirmações como verdadeira (V) ou falsa (F)

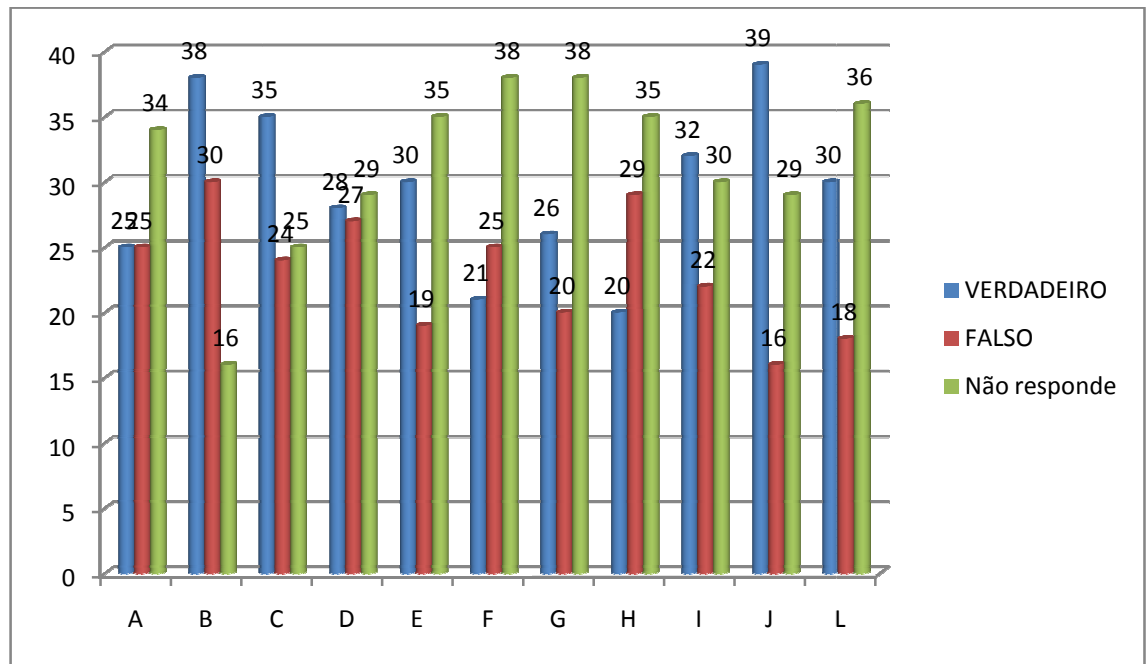


Figura A. VI - 7. Diagnóstico acerca dos temas Fotossíntese e Transpiração.

- A- A fotólise da água ocorre na fase não dependente directamente da luz, da fotossíntese.
- B- A fotossíntese tem como objectivo a produção de compostos ricos em energia.
- C- Os seres fotossintéticos captam, preferencialmente, luz com comprimentos de onda correspondentes ao verde.
- D- O dióxido de carbono libertado pelas plantas resulta do ciclo de Calvin.
- E- Durante as reacções da fase fotoquímica da fotossíntese, produz-se ATP e NADPH.
- F- A fase fotoquímica da fotossíntese ocorre no exterior do cloroplasto.
- G- O dióxido de carbono captado pelos seres fotossintéticos é utilizado no ciclo de Calvin.
- H- A luz é um factor que promove o fecho dos estomas.
- I- A temperatura influencia a abertura dos estomas
- J- Plantas na obscuridade tendem a fechar os estomas.
- K- A ocorrência das reacções fotoquímicas da fotossíntese nas células de guarda leva à abertura do estoma.

**2. Gráficos de resultados das questões relativas à Fotossíntese e Transpiração do 2º questionário.**

**2.1. Os seres fotoautotrófico captam a energia luminosa porque possuem....**

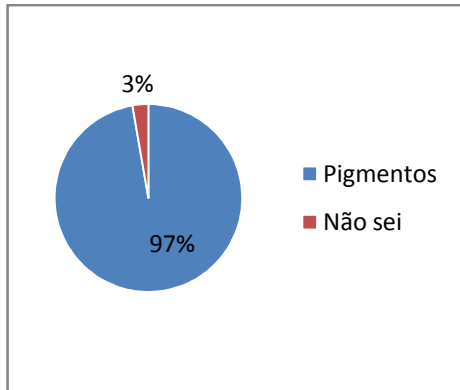


Figura A.VI – 8. Avaliação de conhecimento acerca da captura de luz na Fotossíntese.

**2.2. Algumas células de certos organismos possuem organelos que produzem ATP, que é utilizado na síntese de substâncias orgânicas a partir do dióxido de carbono. Esses organelos são....**

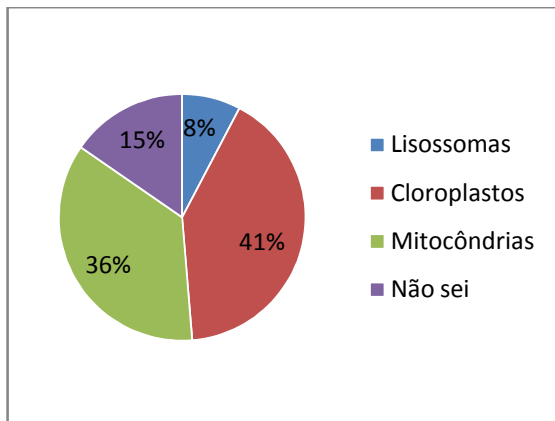


Figura A. VI – 9. Avaliação de conhecimentos acerca de organelas envolvidas na fotossíntese.

**2.3. Considere os seguintes factores....**

- I. Dióxido de carbono      II. Água      III. Azoto      IV. Luz**  
**São imprescindíveis para a fotossíntese....**

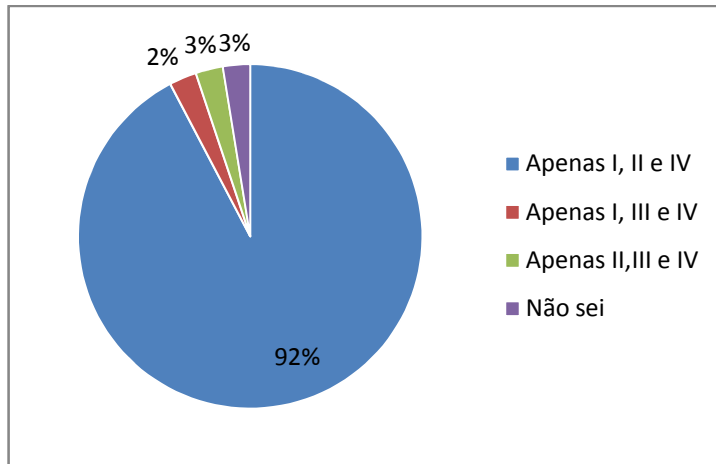


Figura A.VI – 10. Avaliação de conhecimentos sobre os factores imprescindíveis para a fotossíntese.

**2.4. Na fotossíntese, o oxigénio libertado provém....**

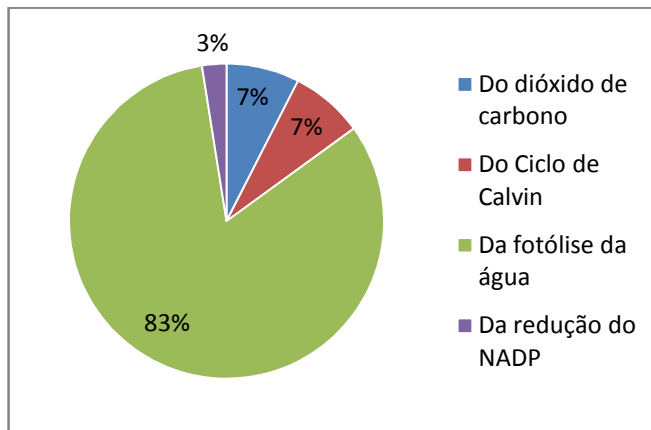


Figura A. VI – 11. Avaliação de conhecimentos sobre a origem do O<sub>2</sub> libertado na fotossíntese.

**2.5. Além da clorofila, a maioria das plantas possui pigmentos acessórios, como, por exemplo...**

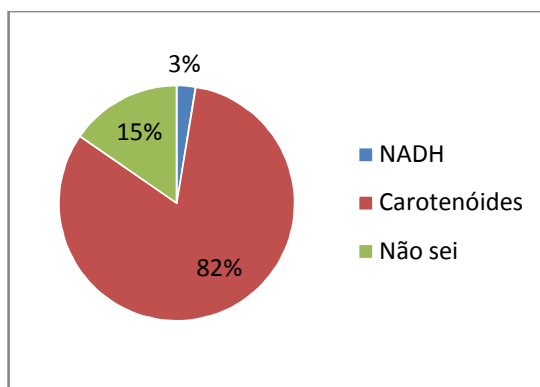


Figura A. VI – 12. Avaliação dos conhecimentos sobre pigmentos acessórios.

**2.6. A transpiração pode ser responsável por...**

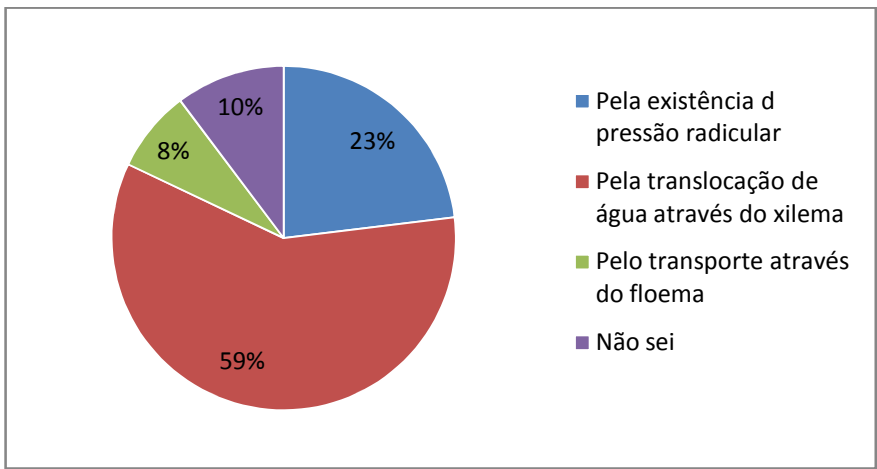


Figura A.VI – 13. Avaliação de conhecimentos sobre a transpiração.

**2.7. Classifique cada uma das afirmações como verdadeira (V) ou falsa (F)**

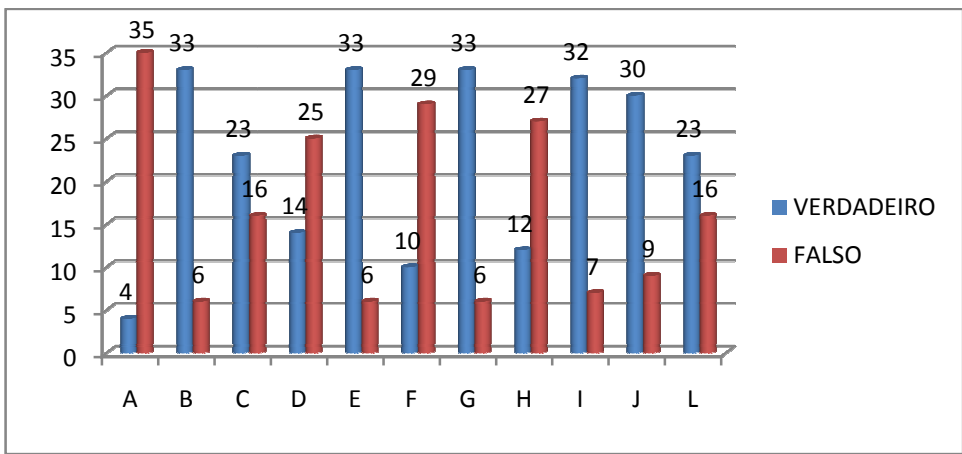


Figura A. VI – 14. Avaliação de conhecimentos sobre Fotossíntese e Transpiração

- A- A fotólise da água ocorre na fase não dependente directamente da luz, da fotossíntese. (F)
- B- A fotossíntese tem como objectivo a produção de compostos ricos em energia. (V)
- C- Os seres fotossintéticos captam, preferencialmente, luz com comprimentos de onda correspondentes ao verde. (F)
- D- O dióxido de carbono libertado pelas plantas resulta do ciclo de Calvin. (F)
- E- Durante as reacções da fase fotoquímica da fotossíntese, produz-se ATP e NADPH. (V)
- F- A fase fotoquímica da fotossíntese ocorre no exterior do cloroplasto. (F)
- G- O dióxido de carbono captado pelos seres fotossintéticos é utilizado no ciclo de Calvin. (V)
- H- A luz é um factor que promove o fecho dos estomas. (F)
- I- A temperatura influencia a abertura dos estomas. (V)
- J- Plantas na obscuridade tendem a fechar os estomas. (V)
- K- A ocorrência das reacções fotoquímicas da fotossíntese nas células de guarda leva à abertura do estoma. (V)

**Anexo VII****TABELAS DE RESULTADOS DOS QUESTIONÁRIOS ADMINISTRADOS AOS ALUNOS****1. Tabelas de resultados – 1º questionário**

## A.VII - 1.1.Utilização do computador.

Utilidade	Alunos	Alunas	Total
Jogar	36	19	55
Fazer os trabalhos de casa	23	18	41
Fazer investigação	33	30	63
Visitar sítios na Internet	34	25	59
Fazer compras	4	2	6
Trocar correspondência electrónica	30	30	60
Fazer programação	4	0	4
Outras	0	2	2

Nota: alguns alunos seleccionaram unicamente uma utilidade do computador

## A.VII- 1.2.Importância do trabalho laboratorial para a profissão/ curso que pretende seguir.

Sexo/Importância	1	2	3	4	Total
Masculino	0	13	22	8	43
Feminino	2	7	19	13	41
	2	20	41	21	84

1-Muito pouco importante; 2- Pouco importante; 3- Bastante Importante; 4 - Muito importante

Tabela A.VII – 1.3. Interesses dos alunos.

Interesses	Sexo	1	2	3	Total
Dança	Feminino	9	23	9	41
	Masculino	1	10	29	40
		10	33	38	81
Escrita	Feminino	8	22	11	41
	Masculino	5	27	9	41
		13	49	20	82
Ambiente	Feminino	20	19	2	41
	Masculino	21	17	1	39
		41	36	3	80
Música	Feminino	18	16	6	40
	Masculino	16	21	2	39
		34	37	8	79
Matemática	Feminino	15	22	4	41
	Masculino	17	21	3	41
		32	43	7	82
Economia	Feminino	5	13	23	41
	Masculino	3	28	9	40
		8	41	32	81
Teatro	Feminino	13	15	13	41
	Masculino	6	12	22	40
		19	27	35	81
Informática	Feminino	10	24	7	41
	Masculino	24	17	0	41
		34	41	7	82
Línguas	Feminino	11	22	8	41
	Masculino	6	28	2	36
		17	50	10	77
Desporto	Feminino	20	16	5	41
	Masculino	31	9	2	42
		51	25	7	83
Ciência	Feminino	31	8	2	41
	Masculino	27	14	0	41
		58	22	2	82
Política/Direito	Feminino	3	13	25	41
	Masculino	2	11	27	40
		5	24	52	81

Nota: Alguns alunos só fizeram 3 escolhas de interesses daí nunca totalizar 43 para os alunos do sexo masculino

1-interessa –me muito; 2-interessa-me pouco; 3-não me interessa

Tabela A.VII – 1.4.Área profissional que gostaria de seguir.

Profissão		Frequência
Agronomia		1
Bioquímica		1
Biologia		5
Geologia		0
Farmácia		1
Saúde humana		21
Veterinária		4
Engenharias	Mecânica	6
	Informática	9
	Civil	8
	Não sabe	2
Outra	Desporto	4
	Administração militar	2
	Música	1
	Nutricionismo	1
	Psicologia	1
	Criminologia	1
Indeciso	Bioquímica/Farmácia	1
	Biologia/ veterinária	2
	Biologia/Saúde	1
	Biologia/engenharia alimentar	1
	Geologia/veterinária/engenharia	1
	Farmácia/ Saúde	1
	Geologia / farmácia	1
	Saúde/Veterinária	1
Não responde/não sabe		7



Tabela A.VII – 1.5.Fontes de informação científica.

Fontes	Sexo	1	2	3	4	Total
Filmes/ Documentários	Feminino	2	10	19	10	41
	Masculino	0	8	19	16	43
		2	18	38	26	84
Telejornais	Feminino	1	12	18	10	41
	Masculino	2	8	25	8	43
		3	20	43	18	84
Artigos de Jornais	Feminino	1	22	16	2	41
	Masculino	2	17	18	6	43
		3	39	34	8	84
Artigos de revistas	Feminino	1	13	22	5	41
	Masculino	1	22	16	4	43
		2	35	38	9	84
Internet	Feminino	0	0	9	32	41
	Masculino	0	2	11	30	43
		0	2	20	62	84
CD.Rom	Feminino	7	13	12	9	41
	Masculino	2	17	17	7	43
		9	30	29	16	84
Debates televisivos	Feminino	11	20	9	1	41
	Masculino	11	16	10	6	43
		22	36	19	7	84
Revistas sobre ciência	Feminino	4	9	20	8	41
	Masculino	7	14	18	4	43
		11	23	38	12	84
Visitas a Jardins Botânicos	Feminino	20	16	4	0	40
	Masculino	20	15	8	0	43
		40	31	12	0	83
Visitas a Jardins Zoológicos	Feminino	7	25	9	0	41
	Masculino	11	24	8	0	43
		18	49	17	0	84
Visitas a aquários	Feminino	5	28	7	1	41
	Masculino	10	21	10	2	43
		15	49	17	3	84
Outras - Livros	Feminino	-	-	-	2	2
	Masculino	-	-	-	3	3
		-	-	-	5	5

1- Nunca; 2-Raramente; 3-Algumas vezes; 4- Frequentemente

Tabela A.VII – 1.6. Papel da Ciência e Tecnologia na contribuição de problemas.

Papel da ciência e tecnologia	Frequência
A	27
B	7
C	20
D	25
E	4
F	1
G	1
H	1
I	0

Nota: dois alunos responderam a duas opções.

Tabela A.VII – 1.7. Temas preferidos na Biologia.

Temas	Sexo	1	2	3	Total
Biosfera	Feminino	19	22	0	41
	Masculino	17	24	0	41
		36	46	0	82
Célula	Feminino	21	18	2	41
	Masculino	15	24	1	40
		36	42	3	81
Obtenção de matéria pelos animais	Feminino	14	20	7	41
	Masculino	16	21	3	40
		30	41	10	81
Fotossíntese	Feminino	14	24	3	41
	Masculino	12	29	0	41
		26	53	3	82
Transpiração vegetal	Feminino	8	29	4	41
	Masculino	9	29	2	40
		17	58	6	81
Transporte nas plantas	Feminino	10	26	5	41
	Masculino	8	29	3	40
		18	55	8	81
Transporte nos animais	Feminino	15	21	5	41
	Masculino	15	25	1	41
		30	46	6	82
Transformação e respiração	Feminino	17	22	2	41
	Masculino	12	28	2	42
		29	50	4	83
Trocias gasosas	Feminino	11	26	4	41
	Masculino	14	25	4	43
		25	51	8	84

Regulação nervosa e hormonal	Feminino	21	19	1	41
	Masculino	15	19	8	42
		36	38	9	86
Hormonas vegetais	Feminino	13	24	4	41
	Masculino	6	27	8	41
		19	51	12	82

Nota: alguns alunos só seleccionaram três itens.

1-Interessa-me muito; 2-Interessa-me pouco; 3-Não me interessa

Tabela A.VII – 1.8.Aprendizagem da Ciência mais motivadora e eficiente para a integração dos jovens no mundo actual.

Estratégias	Sexo	Concordo	Discordo	Sem opinião	Total
A	Feminino	35	1	5	41
	Masculino	38	0	5	43
		73	1	10	84
B	Feminino	11	12	18	41
	Masculino	9	18	16	43
		20	30	34	84
C	Feminino	35	2	4	41
	Masculino	38	4	1	43
		73	6	5	84
D	Feminino	27	3	16	41
	Masculino	37	1	5	43
		64	4	16	84
E	Feminino	34	2	5	41
	Masculino	33	4	6	43
		67	6	11	84
F	Feminino	24	7	10	41
	Masculino	26	6	11	43
		50	13	21	84
G	Feminino	39	0	2	41
	Masculino	38	1	4	43
		77	1	6	84
H	Feminino	32	1	8	41
	Masculino	26	3	14	43
		58	4	22	84
I	Feminino	33	0	8	41
	Masculino	29	5	9	43
		62	5	17	84
J	Feminino	2	0	0	2
	Masculino	1	0	0	1
		3	0	0	3

- A- Mostrar o carácter útil e/ ou prático da aplicação dos conceitos científicos.
- B- Aulas em que os alunos apresentam oralmente os trabalhos realizados.
- C- Ver filmes e documentários.
- D- Aulas com utilização de recursos informáticos.
- E- Realização de trabalho de grupo pelos alunos.
- F- Aulas de debate.
- G- Realização de mais trabalho laboratorial.
- H- Abordar temas de ciências relacionados com o quotidiano.
- I- Aulas em que os alunos, em grupo, planeiam e realizam experiências para dar resposta a problemas previamente formulados.
- J- Outra. (Visitas de estudo, pesquisa em livros e TPC)

**Tabelas A.VII – 1.9. Diagnóstico acerca dos conhecimentos na área da fotossíntese e transpiração vegetal**

Os seres fotoautotrófico captam a energia luminosa porque possuem....

Seleccção	Número de respostas
Folhas de cor verde	3
Mitocôndrias	2
Pigmentos fotossintéticos	34
NADH	2
ATP	1
Não sei	42

Algumas células de certos organismos possuem organelos que produzem ATP, que é utilizado na síntese de substâncias orgânicas a partir do dióxido de carbono. Esses organelos são....

Seleccção	Número de respostas
Os nucléolos	2
Os lisossomas	3
Os cloroplastos	8
As mitocôndrias	1
Os ribossomas	0
Não sei	70

Considere os seguintes factores....

I. Dióxido de carbono      II. Água      III. Azoto      IV. Luz  
São imprescindíveis para a fotossíntese....

Seleção	Número de respostas
Apenas I, II e III	2
Apenas I, II e IV	58
Apenas I, III e IV	8
Apenas II, III e IV	1
I, II, III e IV	6
Não sei	9

Na fotossíntese, o oxigénio libertado provém....

Seleção	Número de respostas
Do dióxido de carbono consumido	59
Do amido produzido	2
Do ciclo de Calvin	2
Da fotólise da água	2
Da redução do NADP	2
Não sei	17

Além da clorofila, a maioria das plantas possui pigmentos acessórios, como, por exemplo...

Seleção	Número de respostas
NADPH	1
NADPH e PGAL	3
PGAL	4
PEP	1
Carotenóides	3
Não sei	72

A transpiração pode ser responsável por...

Seleccção	Número de respostas
Pela existência de pressão radicular	3
Pela translocação de água através do xilema	8
Pela coesão entre as moléculas de água	4
Pelo transporte através do floema	3
Pelo aumento do diâmetro do caule da planta	2
Não sei	64

Classifique cada uma das afirmações como verdadeira (V) ou falsa (F)

AFIRMAÇÕES	VALOR LÓGICO	NÚMERO DE RESPOSTAS
A	Verdadeiro	25
	Falso	25
	Não responde	34
B	Verdadeiro	38
	Falso	30
	Não responde	16
C	Verdadeiro	35
	Falso	24
	Não responde	25
D	Verdadeiro	28
	Falso	27
	Não responde	29
E	Verdadeiro	30
	Falso	19
	Não responde	35
F	Verdadeiro	21
	Falso	25
	Não responde	38
G	Verdadeiro	26
	Falso	20
	Não responde	38
H	Verdadeiro	20
	Falso	29
	Não responde	35
I	Verdadeiro	32
	Falso	22
	Não responde	30
J	Verdadeiro	39
	Falso	16
	Não responde	29

K	Verdadeiro	30
	Falso	18
	Não responde	36

- A- A fotólise da água ocorre na fase não dependente directamente da luz, da fotossíntese.
- B- A fotossíntese tem como objectivo a produção de compostos ricos em energia.
- C- Os seres fotossintéticos captam, preferencialmente, luz com comprimentos de onda correspondentes ao verde.
- D- O dióxido de carbono libertado pelas plantas resulta do ciclo de Calvin.
- E- Durante as reacções da fase fotoquímica da fotossíntese, produz-se ATP e NADPH.
- F- A fase fotoquímica da fotossíntese ocorre no exterior do cloroplasto.
- G- O dióxido de carbono captado pelos seres fotossintéticos é utilizado no ciclo de Calvin.
- H- A luz é um factor que promove o fecho dos estomas.
- I- A temperatura influencia a abertura dos estomas
- J- Plantas na obscuridade tendem a fechar os estomas.
- K- A ocorrência das reacções fotoquímicas da fotossíntese nas células de guarda leva à abertura do estoma.

**A.VII – 2. Tabelas de resultados do 2º questionário aplicado aos alunos**

**Tabela A.VII – 2.1. Das actividades laboratoriais executadas, indique as que considera mais interessantes, no desenvolvimento das temáticas: fotossíntese e transpiração.**

	1	2	3	4	TOTAL
A	0	6	19	14	39
B	3	9	21	6	
C	2	8	22	7	
D	1	10	20	8	
E	1	7	20	11	
F	0	11	18	10	

1 = muito pouco; 2 = pouco; 3 = bastante; 4 = muito

- A - Observação de cloroplastos ao MO.
- B - Extracção de pigmentos em plantas diversas.
- C - Importância dos pigmentos e da luz na produção de compostos orgânicos.
- D - Determinação da densidade estomática em plantas do Jardim da Escola.
- E -Efeito da variação osmótica nos estomas.
- F - Aspecto do xilema ao MO.

**Tabela A.VII – 2.2. Das actividades laboratoriais executadas, indique as que considera mais interessantes, no desenvolvimento das temáticas: fotossíntese e transpiração.**

	1	2	3	4	TOTAL
A	0	2	19	14	39
B	3	9	21	6	
C	2	8	22	7	
D	1	10	20	8	
E	1	7	20	11	
F	0	11	18	10	

1 = muito pouco; 2 = pouco; 3 = bastante; 4 = muito

- A – Observação de Cloroplastos ao M.O
- B - Extracção de pigmentos em plantas diversas.
- C - Importância dos pigmentos e da luz na produção de compostos orgânicos.
- D - Determinação da densidade estomática em plantas do Jardim da Escola.
- E -Efeito da variação osmótica nos estomas.
- F - Aspecto do xilema ao MO.

**Tabelas A.VII – 2.3. 1ª Actividade – Avaliação de competências pelos alunos.**

Competências Conceptuais

	1	2	3	4	Total
A	11	19	8	1	39
B	11	19	8	1	
C	12	20	6	1	
D	13	21	5	0	
E	16	17	5	1	

Competências Procedimentais	1	2	3	4	Total
A	16	22	1	0	39
B	15	19	4	1	
C	19	19	1	0	
D	11	23	5	0	
E	5	23	11	0	
F	4	24	11	0	

Competências atitudinais

	1	2	3	4	Total
A	17	12	10	0	39
B	9	23	6	1	
C	18	19	2	0	
D	13	22	4	0	
E	13	20	6	0	
F	9	19	11	0	

**Tabelas A.VII – 2.4. 2ª Actividade – Avaliação de competências pelos alunos.**

Competências Conceptuais

	1	2	3	4	Total
A	17	19	3	0	39
B	15	19	4	1	
C	7	23	8	1	
D	11	19	9	0	
E	8	19	12	0	

Competências procedimentais

	1	2	3	4	Total
A	12	24	2	1	39
B	8	25	6	0	
C	5	15	19	0	
D	6	13	17	3	
E	11	18	7	3	

Competências atitudinais

	1	2	3	4	Total
A	11	22	6	0	39
B	4	23	12	0	
C	16	21	2	0	
D	13	20	6	0	
E	10	22	6	1	
F	9	18	12	0	



**Tabelas A.VII – 2.5. 3ª Actividade – Avaliação de competências pelos alunos.**

## Competências Conceptuais

	1	2	3	4	Total
A	12	16	10	1	39
B	8	21	9	1	
C	18	13	7	1	
D	12	19	7	1	
E	18	15	5	1	
F	13	18	6	2	
G	9	23	7	0	

## Competências procedimentais

	1	2	3	4	Total
A	22	14	3	0	39
B	11	21	6	1	
C	7	19	13	0	
D	4	16	18	1	
E	20	17	2	0	
F	12	21	5	1	

## Competências atitudinais

	1	2	3	4	Total
A	18	16	5	0	39
B	11	19	8	1	
C	20	15	4	0	
D	19	14	6	0	
E	12	19	8	0	
F	10	20	9	0	

**Tabelas A.VII – 2.7. 4ª Actividade – Avaliação de competências pelos alunos.**

## Competências Conceptuais

	1	2	3	4	Total
A	15	20	3	1	39
B	6	20	13	0	
C	6	19	13	1	
D	17	16	6	0	

## Competências procedimentais

	1	2	3	4	Total
A	15	23	0	1	39
B	15	19	5	0	
C	21	16	1	1	
D	10	25	4	0	
E	9	21	8	1	
F	2	14	23	0	
G	4	22	13	0	

## Competências atitudinais

	1	2	3	4	Total
A	13	18	8	0	39
B	7	21	11	0	
C	15	20	4	0	
D	10	24	5	0	
E	10	23	6	0	
F	9	19	10	1	

**Tabelas A.VII – 2.8. 5ª Actividade – Avaliação de competências pelos alunos.**

Competências Conceptuais

	1	2	3	4	Total
A	16	20	3	0	39
B	14	20	5	0	
C	10	24	5	0	
D	3	20	16	0	
E	13	17	9	0	
F	9	24	6	0	

Competências procedimentais

	1	2	3	4	Total
A	21	16	2	0	39
B	14	21	4	0	
C	25	13	1	0	
D	15	20	4	0	
E	4	26	9	0	
F	10	25	4	0	
G	10	22	7	0	
H	7	22	7	3	

Competências atitudinais

	1	2	3	4	Total
A	15	15	9	0	39
B	4	26	9	0	
C	14	21	4	0	
D	8	21	10	0	
E	10	23	5	1	
F	8	21	9	1	

**Tabelas A.VII – 2.9. 6ª Actividade – Avaliação de competências pelos alunos.**

Competências Conceptuais

	1	2	3	4	Total
A	20	17	2	0	39
B	20	16	3	0	
C	6	23	10	0	
D	9	20	9	1	

Competências atitudinais	1	2	3	4	Total
A	14	16	9	0	39
B	6	23	9	1	
C	15	19	5	0	
D	10	23	6	0	
E	9	25	5	0	
F	6	24	8	1	

Competências procedimentais

	1	2	3	4	Total
A	16	22	1	0	39
B	22	17	0	0	
C	25	11	3	0	
D	11	21	6	1	
E	8	22	8	1	
F	8	16	15	0	
G	19	14	6	0	

Tabela A.VII - 2.10. Temas preferidos na Biologia após a abordagem das temáticas.

Temas	1	2	3	Total
Biosfera	22	17	0	39
A célula	20	17	2	
Obtenção de matéria pelos animais	19	19	1	
Fotossíntese	14	21	4	
Transpiração vegetal	10	19	10	
Transporte nas plantas	13	20	6	
Transporte nos animais	21	18	0	
Transformação e respiração	15	21	3	
Trocas gasosas	13	22	4	
Regulação nervosa e hormonal	20	15	4	
Hormonas vegetais	5	26	8	

1-Interessa-me muito; 2-Interessa-me um pouco; 3- Não me interessa.

**Tabelas A.VII - 2.11. Conhecimentos na área da fotossíntese e transpiração vegetal após a aplicação dos guiões laboratoriais.**

Os seres fotoautotrófico captam a energia luminosa porque possuem....

Seleção	Número de respostas
Folhas de cor verde	0
Mitocôndrias	0
Pigmentos fotossintéticos	38
NADH	0
ATP	0
Não sei	1

Algumas células de certos organismos possuem organelos que produzem ATP, que é utilizado na síntese de substâncias orgânicas a partir do dióxido de carbono. Esses organelos são....

Anexos

Seleção	Número de respostas
Os nucléolos	0
Os lisossomas	3
Os cloroplastos	16
As mitocôndrias	14
Os ribossomas	0
Não sei	6

Considere os seguintes factores...

- I. Dióxido de carbono      II. Água      III. Azoto      IV. Luz  
São imprescindíveis para a fotossíntese....

Seleção	Número de respostas
Apenas I, II e III	0
Apenas I, II e IV	36
Apenas I, III e IV	1
Apenas II, III e IV	1
I, II, III e IV	0
Não sei	1

Na fotossíntese, o oxigénio libertado provém....

Seleção	Número de respostas
Do dióxido de carbono consumido	3
Do amido produzido	0
Do ciclo de Calvin	3
Da fotólise da água	33
Da redução do NADP	1
Não sei	0

Além da clorofila, a maioria das plantas possui pigmentos acessórios, como, por exemplo...

Seleção	Número de respostas
NADPH	1
NADPH e PGAL	0
PGAL	0
PEP	0
Carotenóides	32
Não sei	6

A transpiração pode ser responsável por...

Seleccção	Número de respostas
Pela existência de pressão radicular	9
Pela translocação de água através do xilema	23
Pela coesão entre as moléculas de água	0
Pelo transporte através do floema	3
Pelo aumento do diâmetro do caule da planta	0
Não sei	4

Classifique cada uma das afirmações como verdadeira (V) ou falsa (F)

AFIRMAÇÕES	VALOR LÓGICO	NÚMERO DE RESPOSTAS
A	Verdadeiro	4
	Falso	35
B	Verdadeiro	33
	Falso	6
C	Verdadeiro	23
	Falso	16
D	Verdadeiro	14
	Falso	25
E	Verdadeiro	33
	Falso	6
F	Verdadeiro	10
	Falso	29
G	Verdadeiro	33
	Falso	6
H	Verdadeiro	12
	Falso	27
I	Verdadeiro	32
	Falso	7
J	Verdadeiro	30
	Falso	9
L	Verdadeiro	23
	Falso	16

**Anexo VIII**

**REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE RESULTADOS DOS QUESTIONÁRIOS ADMINISTRADOS AOS ALUNOS RELATIVOS AOS TEMAS DE BIOLOGIA PREFERIDOS PELOS ALUNOS**

**VIII – 1. Temas preferidos pelos alunos no início do Ano – 1º QUESTIONÁRIO**

No questionário foram só apresentados temas que são abordados no programa de Biologia de 10º ano.

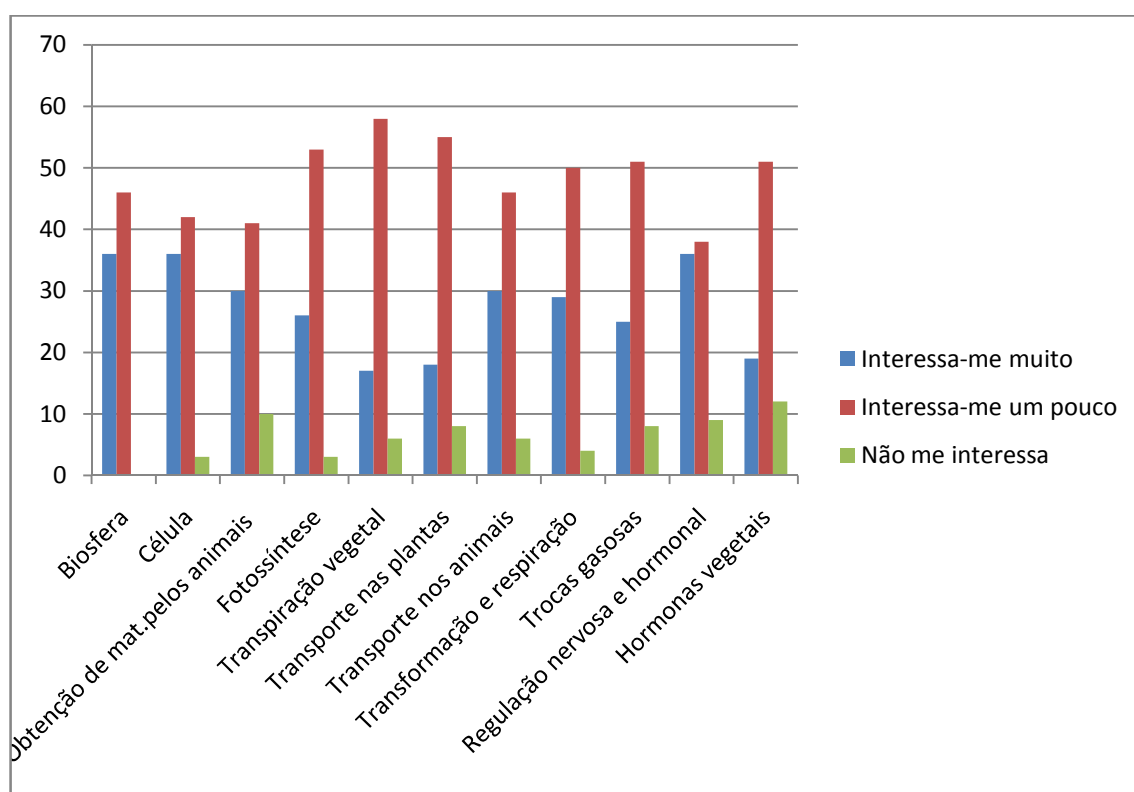


Figura A. VIII – 1. Temas preferidos pelos alunos inquiridos antes da leccionação das temáticas.

VIII – 2. Temas preferidos na Biologia após a abordagem das temáticas-2ºQUESTIONÁRIO

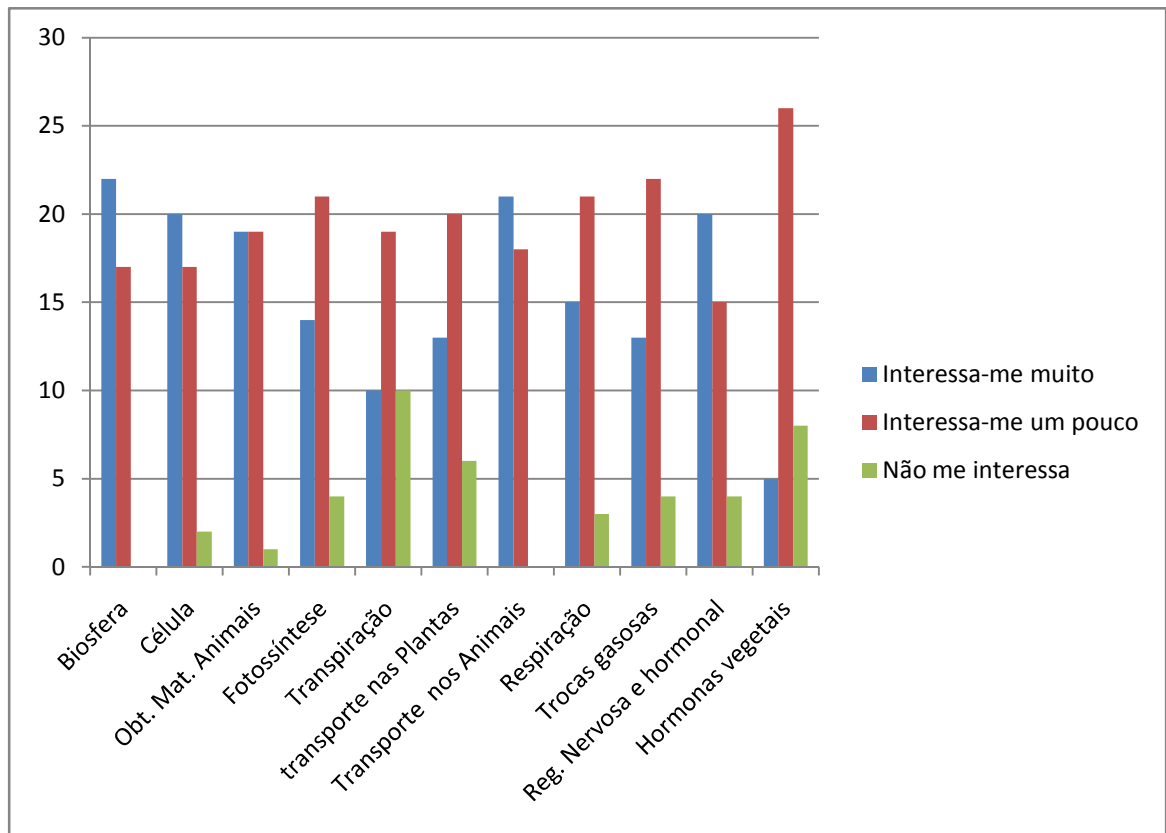


Figura A. VIII – 2. Interesses dos alunos pelos temas de biologia após a abordagem das temáticas.

**Anexo IX**

**QUESTIONÁRIO AOS PROFESSORES**

**UNIVERSIDADE DE AVEIRO**  
**Mestrado em Ensino de Geologia e Biologia**

O presente questionário insere-se num trabalho de investigação com o objectivo de elaborar uma dissertação de mestrado a apresentar à Universidade de Aveiro, no âmbito do Mestrado em Ensino de Geologia e Biologia.

Através deste questionário pretende-se:

- Avaliar a natureza do trabalho prático correntemente realizado por docentes de Biologia
- Optimizar procedimentos laboratoriais nas temáticas Fotossíntese e Transpiração

O questionário é anónimo, os dados recolhidos destinam-se à investigação educacional.

São-lhe apresentadas neste questionário questões de vários tipos, agradeço que proceda ao seu preenchimento com maior rigor possível, dando assim o seu precioso contributo para o estudo em causa.

Obrigada pela sua colaboração

Maria Manuela Antunes Gameiro

1. Nome da Escola onde lecciona: .....

2. Idade:

- 26-35     36-45     46-55     Mais de 55

3. Sexo:

- Masculino     Feminino

4. Tempo de serviço:

- 5-10             11-15             16-20  
 21-25             26-30             Mais de 30 anos



5. Usando a escala:

**1 – nunca 2 – algumas vezes 3 – bastantes vezes 4 – sempre**

Indique a frequência dos diferentes tipos de actividades laboratoriais que decorrem nas suas aulas:

- Demonstrações feitas por si
- Verificações feitas pelos alunos de forma individual
- Verificações feitas pelos alunos em grupo
- Pesquisas feitas pelos alunos, supervisionadas pelo professor

6. Servindo-se da escala:

**1 – nunca 2 – algumas vezes 3 – bastantes vezes 4 – sempre**

Indique a frequência com que utiliza os diferentes tipos de guiões laboratoriais, quando se realizam actividades laboratoriais nas suas aulas.

- Adaptados por si, a partir de manuais escolares
- Adaptados por si, a partir de documentos científicos/didáticos
- Adaptados por si e outros professores, a partir de manuais escolares
- Adaptados por si e outros professores, a partir de documentos científicos/didáticos
- Elaborados por si
- Elaborados por si e outros professores
- Elaborados por outros professores
- Adaptados pelos alunos, a partir de manuais, com a supervisão do professor

7. Relativamente à Biologia, e de acordo com a sua experiência, classifique os temas de acordo com as preferências dos alunos.

**(1 = interessa - lhes muito, 2 = interessa-lhes um pouco, 3 = não lhes interessa)**

- A biosfera
- A célula
- Obtenção de matéria pelos animais
- Fotossíntese
- Transpiração vegetal
- Transporte nas plantas
- Transporte nos animais
- Transformação e Respiração
- Trocas gasosas em seres multicelulares
- Regulação nervosa e hormonal em animais
- Hormonas vegetais

8. Das actividades laboratoriais propostas, indique as que considera mais apelativas para os alunos, no desenvolvimento das temáticas: fotossíntese e transpiração.  
**(1 = muito apelativas; 2 = pouco apelativas; 3 = nada apelativas)**

- Observação de cloroplastos e movimentos de ciclose
- Extracção de pigmentos em plantas diversas.
- Importância dos pigmentos e da luz na produção de compostos orgânicos.
- Determinação da densidade estomática em plantas do Jardim da Escola.
- Efeito da variação da pressão osmótica nos estomas.
- Aspecto do xilema ao Microscópio óptico.

9. Refira evidências que no seu entender, possam ser favorecedoras de um ensino com menores perspectivas de aprendizagem e com que os professores mais se debatem:

- Pouco interesse dos alunos
- Formação deficiente dos docentes para implementar abordagens diferentes na sala de aula.
- Pouca bibliografia acessível onde procurar informação específica, para além da informação dos manuais.
- Poucos materiais didácticos complementares aos manuais escolares que ajudem à exploração de alguns conteúdos.
- Escassez de tempo para planificar actividades diferentes das descritas nos manuais.
- Outra. Qual? .....

**Obrigada pela sua colaboração.**

**Maria Manuela Antunes Gameiro**