



Universidade do Minho
Instituto de Educação

Flávia Alexandra Rodrigues Abreu

**Autorregulação da aprendizagem em Biologia no Ensino Secundário: um estudo
sobre os processos de aprendizagem na unidade “Obtenção de matéria –
heterotrofia e autotrofia” do 10º ano de escolaridade**

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

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

Trabalho realizado sob a orientação de: Doutora Maria Teresa Machado Vilaça

outubro de 2012

DECLARAÇÃO

Nome: Flávia Alexandra Rodrigues Abreu

Endereço electrónico: flavia.a.abreu@gmail.com

Número do bilhete de identidade: 13316943

Título do relatório: Autorregulação da aprendizagem em Biologia no Ensino Secundário: um estudo sobre os processos de aprendizagem na unidade “Obtenção de matéria – heterotrofia e autotrofia” do 10º ano de escolaridade

Orientadora: Maria Teresa Machado Vilaça

Ano de conclusão: 2012

Designação do Mestrado: Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3º ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário

Nos exemplares do relatório entregues para prestação de provas públicas, dos quais é obrigatoriamente enviado um exemplar para depósito legal na biblioteca nacional e pelo menos outro para a biblioteca da universidade respetiva, deve constar a declaração:

1. É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTES RELATÓRIOS APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.

Universidade do Minho, ___/___/_____

Assinatura: _____

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer, em primeiro lugar, à Doutora Maria Teresa Machado Vilaça pelas suas orientações de tão grande valor, feitas durante a elaboração deste relatório que, para além de terem facilitado o meu trabalho durante a minha formação, foram cruciais para a minha aprendizagem e aquisição de competências de diversos domínios, sendo exemplos desses, o trabalho em investigação e o trabalho docente, o que me permitiu progredir, profissional e pessoalmente.

Quero agradecer à Doutora Susana Margarida Gonçalves Caires Fernandes pela disponibilidade para elucidação e relação entre alguns conceitos de psicologia.

Agradeço também à professora Margarida Isabel Colaço de Faria pelas orientações imprescindíveis sobre a instituição escola e a profissão docente.

Um obrigado especial ao meu colega Henrique António Dantas Gonçalves, presente durante a toda a minha formação, com o qual trabalhei sempre de forma cooperativa, o que facilitou o meu processo de formação, num clima de entreajuda em vários aspetos, sendo de destaque a crítica construtiva e o suporte.

Aos alunos, um obrigado pela cooperação, compreensão e companheirismo, que tornaram este meu estágio especial e inesquecível, e proporcionaram-me aprendizagens incríveis a nível profissional e pessoal.

Ao meu pai, Jorge Abreu, à minha mãe, Alexandrina Rodrigues, e ao meu irmão, Bruno Abreu, participantes especiais neste percurso importante da minha vida, principalmente pelo apoio e palavras que [quase] sempre me acalmaram nos meus devaneios sobre o trabalho e relações profissionais durante a minha formação.

Quero agradecer, especialmente, ao Rafael Mendes pelo seu apoio incondicional, em todos os momentos da minha formação. Sem ele a maioria das dificuldades que surgiram teriam sido bastante mais difíceis de superar, e com ele as novas experiências, que a formação me proporcionou, tiveram um gosto delicioso pela simples partilha da grande satisfação que causaram em mim e os obstáculos ficaram mais pequenos pelas suas palavras calorosas.

Autorregulação da aprendizagem em biologia no ensino secundário: um estudo sobre os processos de aprendizagem na unidade “Obtenção de matéria – heterotrofia e autotrofia” do 10º ano de escolaridade

RESUMO

A intervenção pedagógica foi realizada numa escola EB 2/3 e secundária de Braga, no curso ‘científico-humanístico de ciências e tecnologias’, no âmbito da autorregulação da aprendizagem em biologia no Ensino Secundário, na unidade ‘Obtenção de matéria – heterotrofia e autotrofia’, numa turma do 10º ano de escolaridade (N=24). Optei por esta intervenção por ter diagnosticado na primeira parte do estágio necessidades de aprendizagem na maioria dos alunos dessa turma, nomeadamente a falta de capacidade para autorregular a sua aprendizagem, desmotivação para aprender e baixo rendimento escolar. Assim, este projeto de intervenção pedagógica foi planeado com o objetivo de dar resposta a essas necessidades, pois pretendi reverter as mesmas através da promoção da autorregulação da aprendizagem. Como tal, a implementação do plano de intervenção visou potenciar nos alunos: i) a elaboração de objetivos de aprendizagem, bem como estratégias para os alcançar; ii) a (re)construção do conhecimento substantivo e epistemológico e processual na unidade de ensino em questão; iii) a clarificação dos objetivos com que aprendem biologia e geologia; iv) a motivação dos alunos para a aprendizagem através da sua participação na planificação do processo de ensino e avaliação; v) o desenvolvimento competências de trabalho cooperativo. Para avaliar o grau de consecução desses objetivos de intervenção pedagógica procurei: i) caracterizar como evoluiu a capacidade dos alunos para estabelecer objetivos de aprendizagem e para realizar as tarefas necessárias para os alcançar; ii) analisar a evolução dos conhecimentos substantivo, epistemológico e processual na unidade de ensino “Obtenção de matéria – heterotrofia e autotrofia”.

Os dados foram recolhidos através de vários instrumentos que possibilitaram a triangulação de resultados: questionário inicial sobre as atitudes e comportamentos dos alunos face às ciências e à unidade de ensino; questionário de conhecimentos sobre a unidade de ensino (pré e pós-teste); questionário final de autoavaliação; notas de campo.

Os resultados obtidos mostram que de uma forma geral, os alunos evoluíram no sentido da realização de algumas tarefas necessárias para alcançar os objetivos estabelecidos e aumentaram medianamente o conhecimento substantivo nesta unidade. As dimensões do conhecimento processual trabalhadas mostram que a maior parte dos alunos aumentou a sua competência para formular hipóteses e tirar conclusões a partir de resultados experimentais. Este projeto de intervenção pedagógica mostra algumas evidências sobre a importância de promover no futuro a investigação e prática sobre a autorregulação das aprendizagens em Ciências, a nível da formação inicial dos professores e dos alunos do ensino secundário.

Self-regulation of learning in the Biology Subject of Secondary Education: a study on learning processes in the teaching unit: “Obtaining raw - heterotrophy and autotrophy” of the 10th grade

ABSTRACT

This educational intervention was conducted in a school of Basic and Secondary Education in Braga, Portugal, in the Scientific-Humanistic Sciences and Technologies course, in the ambit of the self-regulation of learning in the Biology subject of secondary education, involving a 10th grade class (N = 24). I chose this intervention because I had diagnosed in the first part of the internship specific learning needs in the majority of students of this class, namely the lack of ability to self-regulate their learning, the motivation to learn and poor school performance. Thus, this pedagogical intervention project was planned with the aim of addressing these needs, because I intended to reverse them by promoting the self-regulation of learning. Therefore, the implementation of the intervention plan aimed to foster in students: i) the development of learning objectives and strategies to achieve them; ii) the (re) construction of epistemological, substantive and procedural knowledge in the teaching unit in question; iii) the clarification of goals which they have to learn in biology and geology subjects; iv) student motivation for learning through their participation in the planning of teaching and assessment; v) the development of cooperative work skills. To assess the degree of achievement of these intervention pedagogical goals I sought to i) characterize how the ability of students to establish learning goals and to perform the necessary tasks to achieve them evolved; ii) to analyse the evolution of substantive, epistemological and procedural knowledge in the teaching unit “Obtaining raw - heterotrophy and autotrophy”.

Data were collected through the following instruments that enabled the triangulation of results: initial questionnaire on attitudes and behaviours of students in relationship to science and the teaching unit; a questionnaire regarding knowledge on the teaching unit (pre and post-test); a final questionnaire of self-assessment and field notes.

The results show that in general, students progressed towards the completion of some tasks necessary to achieve the objectives established and moderately increased their substantive knowledge in this teaching unit. The dimensions of the procedural knowledge which was developed showed that the majority of the students increased their competence to formulate hypotheses and draw conclusions from experimental results. This pedagogical intervention project shows some evidence of the importance of the promotion of future research and practice on the self-regulation of learning in science, at the level of pre-service teacher training and students of secondary education.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	iii
RESUMO	v
ABSTRACT	vii
LISTA DE QUADROS	xiii
LISTA DE TABELAS	xv
LISTA DE FIGURAS	xviii
CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO	
1.1.Introdução	1
1.2.Contextualização e finalidades do projeto de intervenção pedagógica	1
1.2.1. Contextualização do estágio	1
1.2.1. Finalidades do projeto de intervenção pedagógica	4
1.3.Importância do projeto face à realidade da escola e da turma e ao conhecimento científico atual	5
1.4.Limitações do projeto e dos instrumentos de recolha de informação para avaliação	5
1.5.Estrutura geral do relatório	6
CAPÍTULO II – CONTEXTO E PLANO GERAL DE INTERVENÇÃO	
2.1. Introdução	7
2.2. Contexto de intervenção	7
2.2.1. Documentos reguladores do processo de E/A	7
2.2.2. Caracterização da turma	11
2.3. Contextualização teórica do projeto de intervenção pedagógica	19
2.3.1. Autorregulação da aprendizagem	19
2.3.2. O construtivismo na sala de aula	25
2.3.3. Métodos e técnicas de ensino	27
2.4. Estratégias de intervenção pedagógica/investigação	33
2.4.1. Objetivos de formação	33
2.4.2. Estratégias de formação/investigação	34
2.4.3. Objetivos de investigação/avaliação	38

2.4.4. Seleccção de técnicas e instrumentos de investigação	39
2.4.5. Plano de recolha de dados	44
2.4.6. Tratamento e análise de dados	45

CAPÍTULO III – DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA

3.1. Introdução	51
3.2. Evolução da capacidade dos alunos para estabelecerem objetivos de aprendizagem e as tarefas necessárias para os alcançar	51
3.2.1. Objetivos para a escolha do curso “científico-humanístico de ciências e tecnologias” e estratégias de aprendizagem na disciplina de biologia e geologia	51
3.2.1.1. Perceção inicial sobre os objetivos	51
3.2.1.2. Algumas evidências sobre os objetivos que os alunos procuraram alcançar durante a aprendizagem na unidade de ensino “Obtenção de matéria – heterotrofia e autotrofia”	54
3.2.1.3. Discussão	55
3.2.2. Estratégias de aprendizagem para alcançar os objetivos na disciplina de biologia e geologia	56
3.2.2.1. Perceção inicial sobre as estratégias	56
3.2.2.2. Perceção final sobre as estratégias	65
3.2.2.3. Discussão	70
3.3. Evolução do conhecimento substantivo, epistemológico e processual dos alunos na unidade de ensino “Obtenção de matéria – heterotrofia e autotrofia”	74
3.3.1. Evolução do conhecimento substantivo	74
3.3.2. Evolução do conhecimento processual	94
3.3.3. Discussão	106

CAPÍTULO IV – CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES

4.1. Introdução	109
4.2. Conclusões	109
4.3. Recomendações didáticas	113
4.4. Investigações futuras	114

4.5. Reflexão final	114
BIBLIOGRAFIA	117
ANEXOS	
Anexo 1. Questionário sobre atitudes e comportamentos dos alunos face às ciências e à unidade de ensino	119
Anexo 2. Questionário de conhecimentos sobre a unidade de ensino	123
Anexo 3. Questionário de autoavaliação	127
Anexo 4. Planificação da aula 1	129
Anexo 5. Planificação da aula 2	131
Anexo 6. Planificação da aula 3	135
Anexo 7. Planificação da aula 4	139
Anexo 8. Planificação da aula 5	145
Anexo 9. Planificação da aula 6	149
Anexo 10. Planificação da aula 7	151

LISTA DE QUADROS

1. Principais características de um grupo de trabalho cooperativo e de um grupo de trabalho tradicional	29
2. Estruturação das aulas em função dos objetivos e das estratégias de intervenção	36
3. Estruturação das dimensões, objetivos e questões do <i>questionário sobre atitudes e comportamentos dos alunos face às ciências e à unidade de ensino</i>	41
4. Estruturação do pré/pós-teste sobre as dimensões, objetivos e questões do <i>questionário de conhecimentos sobre a unidade de ensino</i>	42
5. Estruturação das dimensões, objetivos e questões do questionário de autoavaliação	43
6. Nível de formulação desejado a atingir pelos alunos nos tópicos/conceitos da unidade de ensino “Obtenção de matéria – heterotrofia e autotrofia”, do 10º ano de escolaridade, no pré/pós-teste	46

LISTA DE TABELAS

1. Escolaridade dos pais dos alunos	12
2. Profissões dos pais dos alunos	12
3. Com vivem os alunos em tempo de aulas	12
4. Alunos com subsídio da ação escolar social	13
5. Hábitos/gostos/vivências dos alunos	13
6. Classificações dos alunos no 9º ano de escolaridade	14
7. Classificações dos alunos nas primeiras fichas formativa e sumativa e percentagem de trabalhos de casa completos efetuados pelos alunos no período de outubro a novembro	17
8. Frequência e percentagem das motivações dos alunos para a escolha do curso “científico-humanístico de ciências e tecnologias”	52
9. Frequência e percentagem dos objetivos dos alunos para a aprendizagem das ciências	53
10. Frequência e percentagem dos objetivos de aprendizagem de biologia e geologia, nos alunos do 10º ano de escolaridade	53
11. Frequência e percentagem dos objetivos de aprendizagem na unidade de ensino “Obtenção de matéria – heterotrofia e autotrofia” na disciplina de biologia e geologia no 10º ano de escolaridade dos alunos	54
12. Frequência e percentagem das principais dificuldades de aprendizagem dos alunos na disciplina de biologia e geologia	56
13. Frequência e percentagem dos conteúdos que os alunos consideram mais fáceis de aprender, na disciplina de biologia e geologia	57
14. Frequência e percentagem das estratégias de aprendizagem dos alunos na disciplina de biologia e geologia	58
15. Frequência e percentagem da frequência de estudo dos alunos na disciplina de biologia e geologia	58
16. Frequência e percentagem das estratégias de estudo dos alunos na disciplina de biologia e geologia	59
17. Frequência e percentagem do comportamento dos alunos face a fichas formativas/fichas sumativas na disciplina de biologia e geologia	60

18. Frequência e percentagem das dificuldades sentidas pelos alunos na interpretação de enunciados/questões nas fichas formativas e nas fichas sumativas	60
19. Frequência e percentagem das estratégias de ensino que os alunos gostam mais nas aulas de biologia e geologia	61
20. Frequência e percentagem das estratégias de ensino que os alunos gostam menos nas aulas de biologia e geologia	62
21. Frequência e percentagem das estratégias de ensino que os alunos preferem usar nas aulas de biologia e geologia	63
22. Frequência e percentagem das estratégias de ensino que os alunos pensam contribuir mais para a sua aprendizagem nas aulas de biologia e geologia	63
23. Frequência e percentagem das estratégias de ensino que os alunos pensavam promover mais a sua aprendizagem nas aulas de biologia e geologia, na unidade de ensino “Obtenção de matéria – heterotrofia e autotrofia”	64
24. Frequência e percentagem da opinião dos alunos sobre a sua participação na escolha das atividades a usar nas aulas de biologia e geologia	65
25. Frequência e percentagem do comportamento dos alunos face ao trabalho em grupo, aquando da leção da unidade de ensino “Obtenção de matéria – heterotrofia e autotrofia”	66
26. Frequência e percentagem do comportamento dos alunos durante as aulas, aquando da leção da unidade de ensino “Obtenção de matéria – heterotrofia e autotrofia”	66
27. Frequência e percentagem do comportamento dos alunos face ao trabalho em casa, aquando da leção da unidade de ensino “Obtenção de matéria – heterotrofia e autotrofia”	67
28. Frequência e percentagem da perspectiva dos alunos sobre as aulas da unidade de ensino “Obtenção de matéria – heterotrofia e autotrofia”	68
29. Frequência e percentagem da perspectiva dos alunos sobre os aspetos das aulas que consideram ter contribuído mais para a sua aprendizagem aquando da leção da unidade de ensino “Obtenção de matéria – heterotrofia e autotrofia”	69
30. Frequência e percentagem das estratégias de estudo dos alunos antes e depois da leção da unidade de ensino “Obtenção de matéria – heterotrofia e autotrofia”	70
31. Frequência e percentagem das conceções dos alunos sobre as formas de obtenção de matéria pelas plantas e animais	74

32. Frequência e percentagem das concepções dos alunos sobre a função da membrana plasmática	77
33. Frequência e percentagem das concepções dos alunos sobre a estrutura da membrana plasmática	78
34. Frequência e percentagem das concepções dos alunos sobre a digestão intracelular	82
35. Frequência e percentagem das concepções dos alunos sobre as estruturas que contribuem para a eficácia da digestão o sistema digestivo humano	86
36. Frequência e percentagem das concepções dos alunos sobre as estruturas que contribuem para a eficácia da absorção no sistema digestivo humano	87
37. Frequência e percentagem das concepções dos alunos sobre como ocorre o processo fotossintético	88
38. Frequência e percentagem das concepções dos alunos sobre a importância da fotossíntese para as plantas	93
39. Frequência e percentagem da capacidade de interpretação de resultados experimentais dos alunos sobre a identificação de uma solução hipertônica através de uma imagem de uma célula plasmolisada ao microscópio ótico	95
40. Frequência e percentagem da capacidade para formular hipóteses dos alunos sobre as consequências de uma solução hipertônica para uma planta	97
41. Frequência e percentagem da capacidade dos alunos para formular hipóteses sobre as consequências de uma solução hipertônica para uma célula animal	98
42. Frequência e percentagem da capacidade dos alunos para fazerem previsões de resultados sobre o efeito da ausência da luz nas plantas	100
43. Frequência e percentagem da capacidade dos alunos para formularem uma hipótese subjacente à experiência da <i>Élodea</i> a diferentes distâncias da fonte luminosa, evidenciando a libertação de O ₂	102
44. Frequência e percentagem da capacidade dos alunos para descrever resultados experimentais	103
45. Frequência e percentagem das conclusões dos alunos sobre a experiência sobre a fotossíntese	104

LISTA DE FIGURAS

1. Fases da autorregulação	20
2. Componentes essenciais da aprendizagem cooperativa	28
3. Estratégia de formação/investigação	35
4. Resposta incompleta – representação científica válida da membrana plasmática, sem legenda	79
5. Respostas cientificamente não aceites – representações cientificamente não válidas da membrana plasmática	80
6. Resposta cientificamente não aceite – representação cientificamente não válida da membrana plasmática e dos organelos celulares	80
7. Respostas cientificamente não aceites – representações cientificamente não válidas da membrana plasmática	80
8. Resposta cientificamente não aceite – representação cientificamente não válida da membrana plasmática, por apresentar moléculas do seu local específico	81
9. Resposta cientificamente não aceite – representação do complexo endomembranar e não da membrana plasmática	81
10. Resposta cientificamente não aceite – representação cientificamente não válida da digestão intracelular	84
11. Respostas cientificamente não aceites – representações cientificamente não válidas da digestão intracelular	84
12. Resposta incompleta – representação cientificamente válida do processo fotossintético, mas falta informação	90
13. Respostas incompletas – representações cientificamente válidas do processo fotossintético, mas falta informação	90
14. Resposta cientificamente não aceite – representação cientificamente não válida do processo fotossintético	91
15. Resposta cientificamente não aceite – representação cientificamente não válida do processo fotossintético	92

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

1.1. Introdução

Este capítulo tem a finalidade de apresentar sumariamente a intervenção pedagógica que conduzi durante o meu estágio profissional. Primeiro é feita uma contextualização do estágio (1.2.1) e são apresentadas as finalidades da intervenção pedagógica (1.2.2). Em seguida, são indicadas a importância do projeto face à realidade da escola e da turma e ao conhecimento científico atual (1.3) e as limitações do projeto e dos instrumentos de recolha de informação para a avaliação (1.4). Por fim, é apresentada a estrutura geral do relatório.

1.2. Contextualização e finalidades do projeto de intervenção pedagógica

1.2.1. Contextualização do estágio

A intervenção pedagógica foi implementada numa escola EB 2/3 e secundária de Braga, tendo como alvo os alunos de uma turma do 10º ano de escolaridade, do curso científico-humanístico de ciências e tecnologias, na disciplina de biologia e geologia, durante a lecionação da unidade de ensino ‘obtenção de matéria – heterotrofia e autotrofia’.

A escolha da turma foi feita com o propósito de dar resposta às necessidades de aprendizagem da maioria dos alunos que a constitui: a falta de autorregulação da aprendizagem, com mostras de evidente desmotivação para a aprendizagem na disciplina, e o baixo rendimento escolar.

Estas necessidades foram unicamente avaliadas por observação naturalista¹ durante as aulas na disciplina de biologia e geologia, de outubro a novembro, e por conversas sobre a turma

¹ A observação naturalista pretende recolher dados sobre o comportamento nos contextos naturais, podendo ter ou não uma questão de investigação, na qual o observador nunca intervém/interage com o observado; permite uma descrição detalhada de um comportamento mas não a descrição/explicação das causas que o determinam; tem uma carga de subjetividade inerente (Christensen, 2004).

com a orientadora da instituição e outros professores da turma. Dos dados recolhidos nas observações durante esse período de tempo, pude constatar que a maior parte dos alunos não mostrava qualquer motivação para aprender, pois os alunos: estavam constantemente distraídos nas aulas; brincavam e dispersavam-se dos assuntos abordados pela professora; tinham dificuldades de interpretação de enunciados de problemas; tinham dificuldade de concentração; não estudavam e não faziam os trabalhos de casa. Este facto é bastante surpreendente uma vez que os alunos tiveram esta disciplina por opção própria. Este comportamento refletiu-se nas classificações obtidas na avaliação contínua nas aulas e nas primeiras fichas formativa e sumativa, nas perguntas repetidas, feitas à professora, por diferentes alunos numa mesma aula, e no facto de se esquecerem das responsabilidades que lhes foram atribuídas pela diretora de turma e professora de biologia e geologia. Estes alunos pareceram não se importar com o seu insucesso escolar dado que mantiveram a mesma atitude e comportamento perante o trabalho a desempenhar na disciplina de biologia e geologia, apesar dos resultados negativos que já tinham experimentado nas fichas formativa e sumativa. Para além disso, a maioria dos professores das restantes disciplinas partilha das mesmas observações nesta turma. Assim, pareceu poder concluir-se que, havia uma lacuna na autorregulação da aprendizagem destes alunos, o que fez despertar em mim uma enorme vontade em reverter o seu comportamento perante a aprendizagem.

Perante este problema, as principais questões que se colocavam, focadas na disciplina de biologia e geologia, foram as seguintes:

- estes alunos não regulavam a sua aprendizagem porque estavam desmotivados para a aprendizagem na disciplina de biologia e geologia? Se estavam desmotivados, quais eram as suas fontes de desmotivação? Estariam as expetativas/objetivos, que tinham para o que a disciplina de biologia e geologia lhes iria ensinar, relacionadas com o seu desinteresse? Será que a falta de participação no processo de planificação e avaliação da disciplina contribuía para o seu alheamento?

- ou, será que estes alunos não regulavam a sua aprendizagem porque não conseguiam estabelecer metas de acordo com as suas expetativas e/ou desenvolver estratégias para alcançá-las?

O primeiro conjunto de questões levou-me a questionar, em primeiro lugar, por que razão(ões) optaram estes alunos por aprender ciências; nomeadamente, o conselho de turma, já se tinha questionado se a maior parte dos alunos decidiu conscientemente por esta área de

ensino. De acordo com Wellington (2000), um dos argumentos a favor da aprendizagem das ciências está relacionado com o valor intrínseco da própria ciência, isto é, com o facto de a sua aprendizagem representar a chave para desmistificarmos os fenómenos naturais, ser necessária para que estes tenham sentido para nós, conduzindo a uma motivação intrínseca para a aprendizagem das ciências. Outro argumento está relacionado com o desenvolvimento de competências nos alunos que lhes permita tornarem-se cidadãos ativos e participativos. Na perspetiva de Wellington (2000), o conhecimento científico e o conhecimento sobre o trabalho dos cientistas é necessário para que todos os cidadãos tomem decisões coerentes e em democracia. Pelo mesmo motivo, quem toma as decisões-chave numa sociedade (políticos, etc.) necessita ter estes mesmos conhecimentos, bem como conhecer as limitações das evidências científicas, para tomar decisões fundamentadas, que irão influenciar diretamente a sociedade.

Um último argumento no sentido da aprendizagem das ciências, segundo Wellington (2000), é a sua utilidade na vida quotidiana. Uma das utilidades da aprendizagem das ciências é desenvolver competências genéricas que têm valor para todos (ex: medir, calcular, avaliar). Além disso, a aprendizagem das ciências também é útil na preparação para empregos que envolvem, de alguma forma, a ciência, e desenvolver atitudes/disposições importantes como a curiosidade, capacidade crítica, reflexiva e iniciativa, entre outras.

O programa da componente de biologia da disciplina de biologia e geologia, do 10º e 11º anos de escolaridade (Amador & Rebelo, 2005), mobiliza todos os argumentos anteriores para justificar a aprendizagem da biologia e geologia. Neste programa é referido que a componente da biologia forma um todo coerente que assume como finalidade a construção de uma sólida literacia biológica, esperando-se que no final do 11º ano, os alunos se tenham “apropriado de conceitos fundamentais inerentes aos sistemas vivos que constituem, afinal, o objeto de estudo da biologia; deseja-se que tenham reforçado algumas capacidades e competências próprias das ciências, em particular da biologia, e tenham, também, construído um sistema de valores que lhes permita selecionar e assumir, em liberdade, as atitudes que considerem mais relevantes para a sua própria vivência” (Amador & Rebelo, 2005, p.6). Serão estas as expectativas com que os alunos vão para a sala de aula na unidade “Obtenção de matéria – heterotrofia e autotrofia” no 10º ano de escolaridade?

Para se atingir esta finalidade, o programa nacional defende que o ensino seja enquadrado por situações problema ou questões centrais que acentuem as possíveis interrelações e interdependências entre os conteúdos. Deste modo, o programa sugere

processos de ensino e de aprendizagem que sejam centrados num conjunto de interrogações articuladas que permitam estabelecer um fio condutor ao longo do programa. Esta opção pretende contribuir para que a construção dos saberes dos alunos ocorra de modo contextualizado e, tanto quanto possível, relacionada com aspetos do quotidiano (Amador & Rebelo, 2005, p. 10).

As expectativas dos alunos sobre a melhor forma de se aprender biologia estariam de acordo com as sugeridas no programa? Analisar as visões dos alunos sobre a melhor forma de se aprender e avaliar em biologia na unidade “Obtenção de matéria – heterotrofia e autotrofia”, foi crucial para aumentar a sua motivação e envolvimento na aprendizagem desta unidade e para criar mecanismos de autorregulação da aprendizagem.

Neste sentido, depois de conduzir os alunos a (re)criar expectativas/objetivos positivos, para a unidade de ensino em questão, e a participar no processo de planificação e avaliação dessa subunidade, foi também importante analisar que tipo de estratégias utilizavam para alcançar os seus objetivos de aprendizagem e que condições criavam para que a aprendizagem fosse eficaz.

1.2.2. Finalidades do projeto de intervenção pedagógica

Foram as características negativas da turma supracitadas que estiveram na origem deste projeto de intervenção pedagógica, pois pretendeu-se reverter as mesmas através da promoção da autorregulação da aprendizagem, essencialmente pela metodologia de ensino adotada baseada no construtivismo, com algumas atividades individuais e a maior parte de grupo, executadas em trabalho cooperativo. Assim, foi necessário conhecer os objetivos de aprendizagem dos alunos bem como as suas motivações antes da implementação do projeto, de forma a construir uma planificação das aulas de acordo com os interesses e motivações dos alunos, bem como com as suas necessidades de aprendizagem, já que o projeto seria desenvolvido ao longo da lecionação da unidade de ensino em questão.

1.3. Relevância do projeto face à realidade da escola e da turma e ao conhecimento científico atual

Tal como é referido mais à frente (na subsecção 2.2.1.), nos documentos reguladores da escola, a avaliação dos alunos, quer do ensino básico, quer do ensino secundário, são avaliados de acordo com os parâmetros: capacidade de comunicação oral e escrita, responsabilidade, cumprimento das tarefas e regras, participação, cooperação e autonomia, constituindo as principais metas que se pretendem atingir com os alunos, sendo que as prioridades de intervenção da escola estão orientadas neste sentido. Assim, o presente projeto responde às necessidades centrais dos alunos da escola, de uma forma geral, pois visa alcançar objetivos que coincidem com as metas que a escola desenhou para os alunos, tendo importância para os mesmos.

1.4. Limitações do projeto e dos instrumentos de recolha de informação para avaliação

O primeiro ponto que pretendo referir como limitação do projeto, e talvez o mais relevante, é o tempo de implementação do projeto que, a meu ver, é reduzido para que seja possível produzir os resultados desejados a longo prazo, tendo-se verificado apenas que os alunos atingiram os objetivos desenhados no projeto apenas durante a sua implementação e num curto período de tempo após o mesmo. Atendendo às necessidades de aprendizagem dos alunos turma, teria sido indispensável um período superior para implementação do projeto para que se verificassem mudanças eficazes, a longo prazo, na sua aprendizagem.

Outro aspeto importante a referir como limitação do projeto, é a falta de tempo para a construção deste relatório, o qual poderia ser valorizado ao aprofundar a revisão de literatura necessária para uma discussão mais abrangente dos dados, bem como ao utilizar exclusivamente fontes originais, e não fazer referência a fontes secundárias, pois a estas poderão estar associadas interpretações pessoais dos autores que referem a literatura original, se tivesse sido disponibilizado mais tempo para investir nesse sentido.

Em relação aos instrumentos de recolha de informação para avaliação, é de salientar que grande parte dos resultados foi registada com base nas observações naturalista e participante, que carregam um grau de subjetividade inerente ao observador, representando uma limitação na avaliação da implementação do projeto. Dado que essas observações podem, por este motivo, não constituir dados fidedignos, é de valor inquestionável a aplicação de

questionários, de autopreenchimento, que permitam fazer a triangulação das observações com dados objetivos obtidos com o preenchimento desses questionários pelos alunos. Também poder-se-á indicar como limitação dos questionários as condições em que foram aplicados pois, segundo Almeida e Freire (2007), a validade dos seus resultados está relacionada não com os instrumentos em si, mas com as condições em que foram usados, pois tratam-se de variáveis que se reportam às condições físicas, ao material e ao próprio sujeito, afectando os resultados obtidos e, conseqüentemente, as possíveis conclusões.

1.5. Estrutura geral do relatório

Este relatório encontra-se estruturado em vários capítulos. No capítulo I – *Introdução* – é feita a contextualização do projeto de intervenção pedagógica e são descritas as suas finalidades (1.2) e a sua importância atendendo à realidade da escola e da turma e ao conhecimento científico atual (1.3). Em seguida, são apresentadas as suas limitações bem como as dos instrumentos de recolha de informação para avaliação (1.4). Por fim, é apresentada a estrutura geral do relatório (1.5).

No capítulo II – *Contexto e plano geral de intervenção* – estão explicitados o contexto de intervenção (2.2), onde são explorados as características da escola e da turma onde se desenvolveu o projeto, a contextualização teórica do projeto de intervenção (2.3), de forma a fundamentar a sua implementação no contexto em questão, e as estratégias da intervenção pedagógica (2.4) seleccionadas para atingir os objetivos pretendidos na intervenção.

No capítulo III – *Desenvolvimento e avaliação da intervenção pedagógica* – encontra-se a avaliação da intervenção pedagógica, de forma pormenorizada, tendo em conta os seus objetivos e o conhecimento científico atual. Neste são analisados a evolução da capacidade dos alunos para estabelecerem objetivos de aprendizagem e as tarefas necessárias para os alcançar (3.2) e a evolução do conhecimento substantivo e processual dos alunos na unidade de ensino ‘obtenção de matéria – heterotrofia e autotrofia’ (3.3).

O capítulo IV – *Conclusões e recomendações* – é o espaço destinado à reflexão sobre a intervenção. Assim, neste capítulo encontram-se as conclusões (4.2), as recomendações didáticas (4.3) e investigações futuras (4.4), terminando com uma reflexão final de todo o trabalho desenvolvido (4.5).

CAPÍTULO II

CONTEXTO E PLANO GERAL DE INTERVENÇÃO

2.1. Introdução

Esta secção permite compreender melhor o porquê da implementação do projeto em questão, sendo, para isso, apresentados sinteticamente os documentos reguladores do processo de E/A (2.2.1), sendo eles, os projetos educativo e curricular da escola, o projeto curricular de turma, a planificação do departamento para o presente ano letivo e o programa nacional. Por ser essencial, são apresentadas algumas características, da turma em questão, relevantes para o projeto (2.2.2) e é feito um enquadramento teórico do projeto de intervenção de acordo com os objetivos traçados, como a autorregulação da aprendizagem (2.3.1), o construtivismo na sala de aula (2.3.2) e métodos e técnicas de ensino utilizadas (2.3.3). Por último são apresentadas, detalhadamente, as estratégias de intervenção pedagógica e de investigação, sendo definidos os objetivos desenhados (2.4.1), as estratégias de formação/investigação (2.4.2), os objetivos de investigação/avaliação (2.4.3), a seleção de técnicas e instrumentos de investigação (2.4.4), o plano de recolha de dados (2.4.5) e o tratamento e análise de dados (2.4.6).

2.2. Contexto de intervenção

2.2.1. Documentos reguladores do processo de E/A

O projeto educativo da escola em questão define as linhas orientadoras do projeto curricular de escola e dos projetos curriculares de turma; este caracteriza ainda a escola e a comunidade educativa.

A escola de que se trata é a mais antiga do distrito de Braga. É pública e é frequentada, essencialmente, por alunos da zona suburbana e zona rural da cidade, sendo que no início do ano letivo 2010/2011 o número total de alunos inscritos era de 1400.

De acordo com a análise das fichas individuais dos alunos e com o levantamento de dados do observatório de trajetos escolares dos estudantes do ensino secundário (descritos no

projeto educativo da escola), as famílias dos alunos desta escola inserem-se, maioritariamente, na categoria de artífices e trabalhadores similares, sendo que os pais e encarregados de educação dos alunos têm habilitações académicas de 2º CEB, na sua maioria, seguidos respetivamente, dos que têm o 1º CEB e o ensino secundário. Assim, cerca de 85% do universo escolar representa os encarregados de educação com a escolaridade básica (9º ano). Também é referido que 20% desse universo tem *internet* em casa. Estes dados permitem concluir que um número significativo de alunos provém de estratos socioculturais baixo a médio-baixo.

O projeto educativo refere que a escola se depara com um conjunto de situações/problemas, as quais representam as prioridades de intervenção: o insucesso/abandono escolar; o défice de autonomia e de responsabilidade; a participação cívica insuficiente e limitada a pequenos grupos; as lacunas na educação holística; e os procedimentos organizacionais pouco amigáveis. Para isso são identificados conjuntos de estratégias direcionadas para cada curso, organizadas em três dimensões: sucesso dos alunos, acompanhamento dos alunos e complemento das aprendizagens, e formação para a cidadania.

O projeto curricular desta escola tem como principais objetivos: a redução do insucesso/abandono escolar; a intensificação do trabalho interdepartamental; a adequação dos cursos profissionais às expectativas dos alunos e famílias, a promoção da diversidade do enriquecimento curricular; o reforço e a diversificação dos apoios educativos e a sua interligação com as estruturas escolares; e a promoção da cidadania nas suas várias vertentes. Como tal, o trabalho na escola com os alunos está organizado no sentido de articular o trabalho interdepartamental; acompanhar e reforçar as aprendizagens; apoiar os alunos com dificuldades de aprendizagem; e realizar atividades de complemento escolar. Estes objetivos fundamentais serão concretizados ao desenvolver um conjunto de competências que a escola considera como: competência do saber e saber fazer, competência estratégica, e competência da cidadania. Desta forma, são parâmetros de avaliação final, em todas as disciplinas, quer no 3º ciclo do ensino básico, quer no ensino secundário: a capacidade de comunicação oral e escrita; a responsabilidade, através da assiduidade e pontualidade, cumprimento das tarefas e regras; a participação; a cooperação; e a autonomia. A escola pretende valorizar a participação dos encarregados de educação e dos alunos na avaliação das suas aprendizagens, de forma a manter um envolvimento ativo destes elementos na aprendizagem.

Segundo o projeto curricular da escola, o projeto curricular de turma tem a função de organizar as atividades da turma ao longo do ano, usando o currículo nacional e o projeto

curricular de escola de acordo com as características da turma, sendo a sua construção da responsabilidade do conselho de turma, tal como estabelecido no Dec. Lei nº6/2001. No entanto, a turma em questão não dispunha deste projeto, o que talvez tenha tido um peso substancial no insucesso dos seus alunos. De acordo com o projeto curricular da escola é pretendido que se realize trabalho em equipa, sendo esta constituída pelos professores e alunos da turma, no sentido de atuar nas suas fragilidades, empatias e potencialidades.

Uma vez que o projeto educativo da escola visa a articulação interdepartamental, cada área de estudo/disciplina dispõe de uma proposta de planificação de atividades letivas organizada. A área em que se insere a disciplina que leccionei (biologia e geologia) insere-se no departamento curricular de ciências naturais, educação física e desporto. A planificação da disciplina de biologia e geologia proposta pelo departamento inclui os objetivos gerais a atingir na disciplina, os objetivos e competências a alcançar em cada componente da mesma, (a biologia e a geologia) e a programação dos conteúdos e das atividades de cada componente ao longo do ano. Enquadrando a minha lecionação nesta planificação, alguns dos objetivos propostos para a componente da biologia são: desenvolver capacidades e competências inerentes à biologia; apropriação dos conceitos fundamentais inerentes aos sistemas vivos que constituem o objeto de estudo da biologia; fomentar a construção de um sólido conjunto de conhecimentos, explícitos nas unidades didáticas e implícitos e decorrentes da implementação do programa na unidade curricular de biologia; promover o reforço das capacidades de abstração, experimentação, trabalho em equipa, ponderação e sentido de responsabilidade que se consideram alicerces relevantes na educação para a cidadania; e valorizar a interdependência Homem – ambiente. Fazendo de novo um enquadramento, a programação de atividades proposta para a unidade de ensino que leccionei (obtenção de matéria – heterotrofia e autotrofia) é a seguinte, para um total de doze blocos: realização das atividades propostas pelo manual; realização de sínteses com a participação dos alunos; trabalho de grupo; atividades laboratoriais propostas no manual; e interpretação de dados sob a forma de textos, gráficos e tabelas.

Segundo o programa nacional (DES, 2001), a unidade de ensino que leccionei concretiza-se numa questão central: “Que mecanismos garantem a obtenção de matéria pelos seres vivos?” e, os conteúdos conceituais estão organizados em torno desta questão. É estudada a forma como obtêm matéria, em primeiro lugar, os seres heterotróficos e, por último, os seres autotróficos. Os conteúdos estão organizados em conteúdos processuais, conteúdos atitudinais,

conteúdos para recordar/enfatizar, que são aqueles que os alunos já têm conhecimento de anos anteriores, conceitos a evitar e conceitos-chave.

A nível do conhecimento substantivo o programa estabelece que nesta unidade curricular os alunos deverão trabalhar os conteúdos conceituais: obtenção de matéria pelos seres heterotróficos, distinguindo os conceitos de unicelularidade e pluricelularidade, explorando a ingestão a digestão e a absorção, e a obtenção de matéria pelos seres autotróficos, sendo que que podem usar dois processos nessa obtenção, a fotossíntese ou a quimiossíntese.

Relativamente ao conhecimento processual, o programa sugere conteúdos processuais e atitudinais. Estes estão relacionados pois é ao adquirir conhecimento processual que se desenvolvem as atitudes, por exemplo: valorizar os processos críticos de seleção de informação; evitar a transcrição de informação e reconhecer a complexidade dos sistemas de obtenção de matéria como resultado de processos de evolução, que são alcançados por exemplo com trabalho colaborativo e exercícios de inquérito. É sugerido que o conhecimento processual se alcance: planificando e realizando atividades práticas, interpretando procedimentos experimentais simples e interpretando processos de transporte ao nível da membrana plasmática, para compreender a sua importância para a manutenção da integridade celular, e organizando e interpretando dados, de diversa natureza, sobre estratégias de obtenção de matéria.

São ainda referidos também conteúdos a recordar e/ou a enfatizar como os de: heterotrofia e autotrofia; organelos envolvidos no transporte transmembranar; endocitose e exocitose; ingestão, digestão e absorção, como conceitos distintos mas complementares; digestão extracelular e intracelular; tubos digestivos completos e incompletos e a sua diferente complexidade; relevância da autotrofia na hierarquia dos ecossistemas; fotossíntese como processo de transformação de energia luminosa em energia química; importância do cloroplasto para a fotossíntese; e exemplos variados de organismos fotoautotróficos e quimioautotróficos. O programa salienta ainda que se deve evitar o estudo pormenorizado de alguns conteúdos, sendo eles: a morfologia dos sistemas digestivos, as reações bioquímicas que ocorrem na fotossíntese, e a ultraestrutura do cloroplasto. Relativamente ao conhecimento epistemológico, o programa refere apenas que se deve evitar um estudo minucioso da evolução histórica dos modelos da ultraestrutura da membrana plasmática. Por último, são identificados vários conceitos-chave para esta unidade, tais como: seres heterotróficos; absorção; ultraestrutura da membrana plasmática; seres autotróficos; fotossíntese; cloroplasto; etc.

São nove as aulas propostas para esta unidade, cinco para o primeiro tema e quatro para o segundo tema.

2.2.2. Caracterização da turma

A turma tem vinte e quatro elementos, tendo uma homogeneidade de sexos. As idades variam entre catorze e dezassete anos, sendo a média de quinze anos.

Para melhor caracterizar a turma apresento e discuto, um conjunto de dados levantados com as fichas individuais dos alunos desta que, tal como as observações efetuadas na turma, antes da elaboração do projeto, tiveram importância na decisão do tema e planificação da intervenção pedagógica, pois, a meu ver, estão na origem, em parte, das atitudes e comportamentos dos alunos, como se poderá compreender a seguir. Como tal, de entre todas as questões colocadas aos alunos nestas fichas individuais, seleccionei as que têm relevância para o projeto.

Não foi possível conhecer os mesmos dados sobre todos os alunos da turma, tendo preenchido estas fichas individuais, cedidas pela diretora de turma (professora de biologia e geologia), apenas vinte e um ou vinte e dois elementos, consoante as questões colocadas.

A escolaridade e a profissão dos pais (Tabela 1 e 2, respetivamente) representam dos dados importantes para compreender os objetivos de aprendizagem dos alunos.

Como é possível verificar, as habilitações dos pais dos alunos são, na maioria, o 2º ciclo (27%) e o ensino secundário (23%), ao passo que as habilitações das mães são, na maioria, o ensino secundário (36%) e o 2º e o 3º ciclo (23%) (Tabela 1).

Assim, verifica-se que para a maior parte dos alunos, tendo em atenção as habilitações dos pais, o ambiente familiar poderá não ser o mais motivador para o estudo e para o prosseguimento das carreiras que exigem maior dedicação e estudos superiores.

Tabela 1. Escolaridade dos pais dos alunos

n=21	
Pai	Mãe

Habilitações	f	%	F	%
<i>Sem habilitações</i>	1	4,5	0	0
1º Ciclo	4	18,2	2	9,1
2º Ciclo	6	27,3	5	22,7
3º Ciclo	3	13,6	5	22,7
Secundário	5	22,7	8	36,4
<i>Habilitações</i>				
Superior	1	4,5	0	0
Não sei	1	4,5	1	4,5
Não tenho	0	0	0	0

O mesmo se pode dizer das profissões que os pais destes alunos têm, sendo que a maioria dos pais é pequeno empresário/empregado (55%) e operário/não qualificado (23%), e a maioria das mães é igualmente pequena empresária/empregada (45%) e doméstica (18%) (Tabela 2).

Tabela 2. Profissões dos pais dos alunos

Profissão	n=21			
	Pai		Mãe	
	F	%	f	%
Quadros superiores/Dirigentes	0	0	0	0
Especialistas intelectuais/científicos	0	0	0	0
Técnicos nível intermédio	2	9,1	2	9,1
Pequenos empresários/empregados	12	54,5	10	45,5
Operários/não qualificados	5	22,7	3	13,6
Reformado/Pensionista	0	0	0	0
Desempregado	1	4,5	1	4,5
Doméstica	0	0	4	18,2
Não sei	0	0	1	4,5
Não tem	1	4,5	0	0

Um dado importante a referir, também, é o facto de todos os alunos morarem com os seus pais em tempo de aulas (Tabela 3), sendo sempre possível um apoio presente.

Tabela 3. Com vivem os alunos em tempo de aulas

Agregado familiar	n=21	
	F	%
Com o agregado familiar	21	100
Com outros familiares	0	0
Outra situação	0	0

Na tabela 4, é possível verificar que 45% dos alunos têm subsídio escolar, o que reflete o nível social da mesma.

Tabela 4. Alunos com subsídio da ação escolar social
n=22

Subsídio	F	%
Sim	10	45,5
Não	12	54,5

Dado que a motivação dos alunos para aprender poderá estar relacionado com a sua perspetiva sobre a sociedade, são apresentados na tabela 5, alguns hábitos, gostos e vivências dos alunos desta turma.

Tabela 5. Hábitos/gostos/vivências dos alunos

Hábitos/gostos/vivências dos alunos	n=22			
	Sim		Não	
	f	%	f	%
Hábitos				
Faz parte de alguma associação	4	18,2	18	81,8
Costuma ir ao cinema	14	63,6	8	36,4
Vê televisão diariamente	15	68,2	7	31,8
Costuma ir à biblioteca da escola	13	59,1	9	40,9
Gostos				
Gosta de ler	12	54,5	10	45,5
Vivências				
Tem livros	15	68,2	7	31,8
Já foi ao teatro	15	68,2	7	31,8
Já foi a um museu	14	63,6	8	36,4
Já foi a uma exposição	12	54,5	10	45,5
Já foi a uma biblioteca	12	54,5	10	45,5

De acordo com a tabela 5, a maioria dos alunos da turma costuma ir ao cinema (63%) e vê televisão diariamente (68%). No entanto, apenas cerca de metade da turma costuma ir à biblioteca da escola (59%) e gosta de ler (55%), embora a percentagem dos alunos que tem livros seja superior (68%). Relativamente a experiências culturais, a maioria dos alunos já foi ao teatro (68%), a um museu (64%), a uma exposição (55%) e a uma biblioteca (55%). Apesar disto, é de estranhar que uma parte considerável da turma ainda não tenha experienciado estas vivências, dado que é usual a escola as proporcionar nos diversos anos de escolaridade, o que significa que os encarregados de educação não permitiram que os alunos em questão participassem nestas visitas de estudo, não lhes permitindo conhecer algumas experiências culturais nem no contexto escolar, nem no contexto familiar.

Além dos hábitos descritos na tabela 5, é ainda relevante assinalar que, segundo os dados levantados, cerca de 86% dos alunos da turma tem computador em casa e acesso à *internet*, e os mesmos usam-no com frequência, sendo que a mesma percentagem de alunos o usa para trabalhos escolares e cerca de 73% o usa como lazer.

Como forma de compreender melhor o empenho destes alunos na sua aprendizagem, são apresentadas as classificações e as classificações médias dos alunos no ano letivo anterior, nas principais disciplinas (Tabela 6).

Tabela 6. Classificações dos alunos no 9º ano de escolaridade

	Classificações					Média da turma
	n=22					
	5	4	3	2	1	
Português	0	8	10	1	0	2,9
Matemática	1	6	10	2	0	2,9
Ciências Físico-Químicas	1	6	12	0	0	3,0
Língua Estrangeira	1	7	9	1	0	2,8

Como mostra a tabela 6, a média dos alunos nas principais disciplinas é de três, tratando-se de uma turma mediana quando ingressou no 10º ano de escolaridade. Apenas um dos alunos reprovou alguma vez, e apenas um tem outro tipo de trabalho para além de estudar. Quando questionados acerca das perspetivas de estudo futuras, a maioria dos alunos pensa continuar a estudar (68%), mas apenas cerca de 41% tem ideia da profissão que gostaria de ter.

Para além destes dados, pretendo ainda referir alguns que foram levantados por notas de campo nas minhas observações das aulas de biologia e geologia antes de lecionar, e que deram origem ao tema do meu projeto.

Relativamente à disciplina que referi, a turma tem duas aulas de noventa minutos exclusivamente teóricas, à terça-feira e à sexta-feira de manhã numa sala, nas quais toda a turma está junta, e uma aula de cento e trinta e cinco (com um intervalo ao fim de noventa minutos de aula), à quinta-feira à tarde num laboratório, que poderá ser prática ou teórica de acordo as necessidades da turma, na qual esta está dividida em dois turnos, semanais. A sala é de pequenas dimensões, dispõe de mesas individuais, dispostas ordenadamente em quatro filas verticais, estando voltadas para a frente da sala (porta de entrada, secretária do professor, quadro e painel de projeção), embora estas estejam próximas, o que proporciona uma maior ordem na sala de aula do que se os alunos estivessem em pares. Esta disposição dificulta um pouco a comunicação entre os alunos para conversas paralelas, que são usadas como fatores

de distração na sala de aula, o que seria positivo para o rendimento escolar da turma, se um dos objetivos da aprendizagem das ciências não fosse promover a aprendizagem cooperativa. Assim, a melhor opção não é dispor as mesas em filas verticais na sala de aula, mas desenvolver competências de trabalho cooperativo nos alunos, o que implica que as mesas estejam distribuídas em pequenos grupos ou em “U”.

Uma das paredes da sala está voltada para a frente da escola, dispondo de várias janelas, pelo que tem uma luminosidade ótima, exclusivamente natural. O laboratório tem o dobro da dimensão da sala, possui mesas dispostas em filas horizontais voltadas para a frente da sala (porta de entrada, secretária do professor, quadro e painel de projeção), com seis lugares, sendo que os alunos estão agrupados em seis elementos. Uma das paredes da sala está voltada para uma das laterais da escola, dispondo de várias janelas, pelo que também tem uma luminosidade ótima, exclusivamente natural.

Estes dados são relevantes na medida em que o comportamento dos alunos variou em função da sala em que decorreram as aulas: tal como referi em cima, o facto de os alunos estarem próximos uns dos outros facilitou a comunicação entre eles, o que fez com que estes se dispersassem mais quando tinham aulas no laboratório, conversavam mais e distraíam-se com facilidade.

Os lugares que cada aluno ocupava nas salas eram relativamente fixos, oscilando muito pouco de aula para aula, isto é, eram sempre os mesmos alunos que trocam de lugar, e poucos, variando sempre num máximo de um ou dois lugares à sua volta.

Tal como foi referido na subsecção 1.2.1., no período inicial de observação da turma, verifiquei que: os alunos estavam constantemente distraídos nas aulas; brincavam e dispersavam-se dos assuntos abordados pela professora; tinham dificuldades de interpretação de enunciados de problemas; tinham dificuldade de concentração; não estudavam e não faziam os trabalhos de casa. Estes foram os comportamentos gerais que se destacaram na turma, que se resumem à falta de interesse e de motivação para aprender. Em baixo apresento um excerto das notas de campo de aulas que ilustra esse comportamento:

A aula começou alguns minutos depois da hora, pois a turma demorou a acalmar - os alunos estavam muito agitados.

Durante a exposição sintética que a professora fez sobre os conteúdos abordados na aula anterior, a maioria dos alunos demonstrou estar atenta, no entanto, alguns que aparentavam estar atentos estão distraídos, e alguns estão absortos (cerca de seis alunos).

Aquando da exploração do Sistema Solar, muitos dos alunos começaram a conversar e a dispersar-se no que a professora ia dizendo. Um deles (Pedro*) começou a fazer piadas das várias coisas que a professora ia abordando, distraindo alguns dos colegas à sua volta, que o ouviam e se riam do que dizia. Neste ponto da aula, vários alunos começaram a conversar pontualmente entre eles. Rapidamente, muitos deles dispersaram-se e ficaram distraídos, afastando-se do contexto da aula. O aluno que estava a dizer piadas (Pedro*) continuou a fazê-lo, embora com mais frequência, em voz alta, quase que usando cada frase que a professora dizia, o que levou a que toda a turma dispersasse. Um dos alunos começou a responder a cada piada do colega com outras e, pouco depois, mais um aluno o começou a fazer também (Nicole*). Uma colega (Clara*) pediu-lhes impacientemente que se calassem, por várias vezes, pois com certeza não conseguia concentrar-se na aula.

A quinze minutos da aula terminar a turma acalmou: a maioria dos alunos ficou atenta enquanto uma parte continua distraída.

Quando estavam a realizar a tarefa do manual, que a professora lhes pediu, alguns alunos perguntaram as respostas às questões do exercício uns aos outros. Raros foram os que escreveram as respostas no caderno (...). (4 de novembro de 2011) (*nome fictícios)

No entanto, também verifiquei que nalgumas aulas os alunos mostravam mais interesse, não pelos conteúdos explorados, mas pela forma como eram explorados, pois em aulas consecutivas sobre os mesmos conteúdos, só mostraram entusiasmo pela aprendizagem em determinados momentos específicos em que a professora não se limitava apenas a fazer uma aula expositiva, como se pode verificar no excerto seguinte:

(...) os alunos compreendem melhor os conceitos quando a professora faz uso de analogias, pois desperta-os da sua distração habitual, uma vez que deixa de ser tão difícil estar na aula, como mostram ser, e, de certa forma, passa a ser engraçado, o que notoriamente os motiva (...). (20 de outubro de 2011)

Foi também nestes momentos que a participação dos alunos foi mais evidente, apesar de as iniciativas serem raras na maioria das aulas.

Outro aspeto a salientar é o nível de formulação de partida destes alunos; aquando da correção das tarefas realizadas nas aulas e em casa pude identificar lacunas nos conhecimentos base dos alunos, que muito possivelmente representam a origem da dificuldade da apreensão de novos conhecimentos relacionados com os que já aprenderam em anos anteriores, tal como defende Giordan (1988). Em baixo está apresentada uma tabela com as classificações atribuídas aos alunos da turma nas primeiras fichas formativa e sumativa do ano letivo 2011/2012 e a

percentagem de trabalhos de casa que cada um efectuou no período inicial de observação de aulas, na disciplina de biologia e geologia (Tabela 7).

Tabela 7. Classificações dos alunos nas primeiras fichas formativa e sumativa e percentagem de trabalhos de casa completos efetuados pelos alunos no período de outubro a novembro

Aluno*	Classificações		% trabalhos de casa completos durante o período de outubro a novembro
	Ficha formativa	Ficha sumativa	
Vânia	6,4	8,9	33,3
Lúisa	7,2	13,3	100
Leonor	7,4	5,5	83,3
Rui	8,4	11,1	66,6
Filipe	9,6	12,5	83,3
Sónia	5,2	4,9	100
Miguel	8	7,1	16,6
Pedro	5,6	9,6	33,3
Raquel	10,8	11,4	100
Marco	5,6	8,5	66,6
Ricardo	15,6	17	100
Francisco	5,8	5,2	100
Paulo	7,2	7,3	33,3
Inês	8,4	7,5	100
Nicole	4	6,5	66,6
Viktor	F	3,3	16,6
Cláudio	8,8	7,7	100
Nuno	7,6	9,5	83,3
Clara	6	8,3	66,6
Cristiana	14,8	12,6	100
Bruno	6	11,2	100
Abel	9,6	11,9	100
Mónica	3,4	8,8	100
Marlene	4	7,4	50

*nota: os nomes dos alunos apresentados são fictícios

A média da primeira ficha formativa foi 7,6 valores e da primeira ficha sumativa foi 9 valores, em ambas, resultados negativos de uma forma geral. Apenas onze alunos fizeram os trabalhos de casa na totalidade no período de observação para planear o projeto. Como salientei anteriormente, estes dados também tiveram destaque na decisão do tema projeto e no seu planeamento, pois mostram que os alunos não estão interessados em aprender, não se empenhando para melhorar os seus resultados, não havendo uma melhoria da primeira para a segunda ficha de avaliação.

A reação dos alunos à receção das suas fichas sumativas acima referidas foi curiosa, apresentado, por isso, abaixo, o excerto das notas de campo em que este momento é referido:

(...) Com a receção da ficha formativa corrigida, alguns alunos ficaram inexpressivos, outros tristes. Os alunos interagiram com a professora e entre eles, aquando da sua correção. Destacaram-se alguns alunos (Paulo, Abel e Clara*) na participação, interação, interesse, preocupação e registo da correção da ficha. Só a meio da correção é que toda a turma começou a registar algumas notas. Os alunos mostraram, na generalidade, não ter conhecimento de muitos conceitos básicos, nem compreender os fenómenos e os processos a eles associados. A maioria dos alunos tem curtos períodos alternados de distração e atenção, o que levou a que alguns deles repetissem perguntas já feitas por colegas (...). (18 de outubro de 2011) (*nomes fictícios)

Um último aspeto que pretendo referir é o da falta de cooperação que verifiquei em alguns elementos, que embora não represente a generalidade, é relevante dado que a turma deveria ter um comportamento geral de equipa. Apresento em baixo um exemplo.

(...) Em todos os grupos verifiquei que os elementos cooperaram na realização da atividade e do relatório, com exceção do grupo 1 (Pedro, Miguel e Rui*): apenas um elemento fez o relatório, enquanto os outros dois (Pedro e Miguel*) começaram a brincar com a plasticina, a conversar, mostrando não se interessar minimamente no trabalho, nem se o colega do grupo estava a fazê-lo sozinho. Chamei a atenção de um deles sobre a sua atitude e comportamento, o que em nada mudou a sua conduta, dizendo ainda uma piada sobre a situação; o colega que está a fazer o trabalho sozinho (Rui*) pareceu não se importar com a situação e ainda se riu subtilmente das brincadeiras dos colegas (...). (3 de novembro de 2010) (*nomes fictícios)

Penso que a falta de sentido de responsabilidade e de objetivos tenha levado estes alunos a andarem “à deriva”.

2.3. Contextualização teórica do projeto de intervenção pedagógica

2.3.1. Autorregulação da aprendizagem

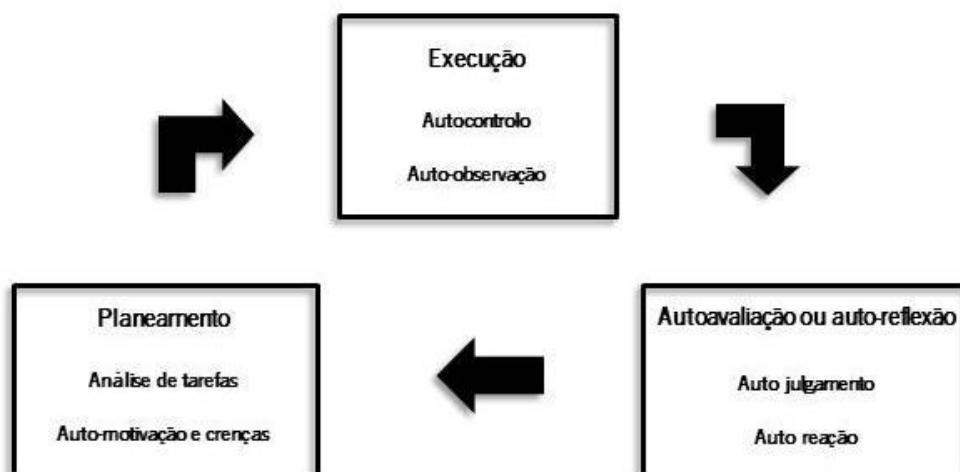
De acordo com Glaserfeld (1988), o conhecimento não é recebido passivamente, mas é ativamente construído pelo sujeito cognescente. Assim, aprender é olhar o mundo de forma diferente compreendendo de uma forma progressivamente mais substantiva os seus “quês” e “porquês”, o que implica a capacidade de regular a própria aprendizagem, conduzindo o querer na direcção do dever, ou seja, autorregular o querer e o fazer (Rosário, 2007). Desta forma, segundo Zimmerman (1998), a autorregulação diz respeito à capacidade de o aluno monitorizar, regular e organizar o seu estudo ao mesmo tempo que observa a sua contribuição na aprendizagem, sendo responsável pelo seu próprio processo de aprendizagem. Sendo que a aprendizagem regulada pelo próprio aluno resulta da interação de conhecimentos, competências e motivações, que são necessários para o planeamento, organização, controlo e avaliação dos processos adotados e dos resultados atingidos (Silva, 2004). Assim, os alunos autorreguladores tomam decisões sobre os objectivos, os meios e as etapas da sua aprendizagem, sentem-se motivados para investir e envolver-se nas tarefas, produzindo um trabalho autónomo, através da aplicação de várias estratégias, sendo que o papel central cabe ao sujeito, ou seja, a autorregulação desenvolve-se em torno de dois pilares: escolha e controlo (Zimmerman, 1998).

Zimmerman (1998), também argumenta que a autorregulação da aprendizagem ajuda o sujeito a compreender o significado da realidade assimilada e facilita os processos de mudança pessoal durante o ato de apreender - os significados que vai construindo resultam da interação do conhecimento anterior com as novas experiências num contexto social, permitindo que os alunos obtenham um conhecimento mais significativo, obtendo assim maior rendimento escolar. Quando os alunos planeiam, monitorizam e avaliam o seu pensamento, são mentalmente ativos durante a aprendizagem, exercendo um controlo sobre os processos cognitivos, metacognitivos e motivacionais, que conduzem à aquisição, organização e transformação da informação e conseguem atribuir um significado pessoal ao ato de aprender (Silva, 2004).

Para isso, é necessário que o aluno desenvolva uma ação que tenha o intuito alterar o comportamento atual que inicia com a definição de objetivos que pretende alcançar, continua com a preparação de um plano, onde as expectativas, crenças e cognições representam um papel importante na sua elaboração, e com a execução das ações planeadas em interação com o meio, onde as motivações e ambições se transformam em incentivos que ajudam a manter a persistência e a direcção do comportamento, e finaliza com a avaliação dos resultados,

comparando-os com os pretendidos, podendo, ao longo do processo, surgir sentimentos de satisfação ou de fracasso, que poderão interferir no caminho desenhado (Silva, 2004).

A autorregulação da aprendizagem ocorre, assim, em três fases – planeamento, execução e autoavaliação (identificadas na Figura 1), que vão sendo exploradas ao longo do texto.



Fonte: Zimmerman, 2002, p.67

Figura 1. Fases da autorregulação

O modelo cíclico representado na figura 1, permite compreender que as etapas não são independentes, mas sim interdependentes e, por isso, a análise de cada uma implica todo o conjunto de processos. Analisando-a brevemente, consideram-se as seguintes fases (Mahoney & Thorsen, 1974 cit. Silva, 2004; Rosário, 2004):

1 - a fase de planeamento, como a etapa em que o aluno reflete sobre uma tarefa específica de aprendizagem, o que implica apelar aos recursos pessoais e do meio, estabelecer objetivos e desenhar um plano estratégico para os alcançar, de forma a resolver a tarefa;

2 - a fase de execução, como a etapa em que o aluno executa o seu plano de estratégias de aprendizagens na tarefa e monitoriza a sua eficácia para atingir os seus objetivos definidos;

3 – a fase de autoavaliação, como a etapa em que o aluno compara os resultados, os produtos de aprendizagem, e os objetivos definidos inicialmente, de forma a refletir sobre as estratégias que usou e de que forma é que poderia minimizar as possíveis diferenças, fase na qual se identifica auto reação e o auto-reforço, que atuam quando se alegra ou se entristece com os resultados conseguidos.

A autorregulação da aprendizagem é multidimensional, no que se refere à sua construção, dado que atua a nível metacognitivo, motivacional e comportamental, sobre os

processos e aprendizagens, na realização das tarefas escolares, dos alunos, sendo estas as componentes implicadas na autorregulação de qualquer atividade (Zimmerman, 1986 cit. Silva, 2004).

A metacognição diz respeito: à autoapreciação cognitiva, isto é, à capacidade que cada indivíduo tem para refletir criticamente sobre o próprio pensamento e cognição - capacidade de conhecer, de aprender, de perceber algo como fator essencial para o querer aprender – que o permite ter noção dos seus conhecimentos e competências, e confrontá-los com as exigências da tarefa a realizar, levando-o a optar por determinadas estratégias para a executar, e sobre os resultados que pretende atingir; e ao autocontrolo cognitivo, isto é, à análise sobre o plano estratégico que se desenhou, no decorrer da realização de uma tarefa, em função dos objetivos pretendidos. A metacognição é a capacidade que conduz à noção da própria cognição e ao controlo e à monitorização da mesma, tendo em conta as crenças e os conhecimentos sobre os processos psicológicos do próprio e dos outros, que agem e interagem de forma a interferir no envolvimento do aluno na realização das tarefas, sendo acções metacognitivas, a planificação das acções, a utilização integrada de diversas estratégias, a testagem de conhecimentos, ou a sua correção (Paris & Winograd, 1990 e Flavell, 1979 cit. Silva, 2004; Frison, 2007). Em suma, a metacognição envolve a tomada de consciência, o conhecimento e o controlo dos processos cognitivos, representando a capacidade que o indivíduo tem de se conhecer e refletir, permitindo-lhe participar, envolver-se e pensar sobre o que já sabe, promovendo o desenvolvimento de competências (Noel, 1994 cit. Silva, 2004; Frison, 2007).

Uma vez que a autorregulação da aprendizagem implica um empenho na realização das tarefas, estas têm que ter valor para quem as realiza, têm que merecer o esforço despendido para a sua realização (Eccles & Midgley, 1989 cit. Silva, 2004). Por isso, para que uma ação seja autorregulada tem de haver um motivo que a estimule e a mantenha, para que o esforço se prolongue até se atingir a meta desejada, isto é, tem que ser definido um objetivo a atingir. Assim, destaca-se o papel da motivação na aprendizagem autorregulada.

Esta componente envolve alguns fatores determinantes, como as crenças que o aluno constrói ao longo do seu percurso escolar sobre as suas competências e aptidões, sobre as expectativas de sucesso e as perceções de controlo, sobre as atribuições das causas dos seus insucessos, sobre o próprio valor da aprendizagem, da escola e de si mesmo, e os sentimentos positivos e negativos que resultam dos seus processos de autoavaliação, que influenciam a sua motivação para aprender. Isto porque se os alunos não acreditam que são capazes de atingir os

seus objetivos, nada fazem para alterar o seu caminho, pelo que é fundamental que as ações sejam reguladas pelo *self*², de modo a que o aluno exerça algum controlo sobre as próprias ações, tendo em conta a sua identidade, para alcançar as suas aspirações (Silva, 2004).

Muitos autores têm ressaltado que os alunos são motivados a aprender a aprender quando perseguem objetivos de aprendizagem (Dweck, 1986 cit. Silva, 2004), quando não têm medo de falhar, quando atribuem um significado especial e relevante aos temas que estão a aprender e quando a escola respeita as suas necessidades de autonomia e de competência (Deci & Ryan, 1991 cit. Silva, 2004). Dadas as características da turma é interessante mencionar que há algumas estratégias motivacionais que se caracterizam por medo de falhar, sentimentos de incompetência, aversão às tarefas ou perfeccionismo, que podem levar o aluno ao insucesso escolar. Como tal, estas estratégias são usadas pelos alunos para proteger a imagem positiva que têm de si, que são: estratégias de auto desvantagem, isto é, os alunos justificam que não lhes foi possível realizar as tarefas atempadamente com obstáculos comportamentais, afetivos ou sociais que criam; estratégias de pessimismo defensivo, que são utilizadas quando, os alunos despendem um grande esforço na realização das tarefas, ao antecipar maus resultados (a qual identifiquei em dois alunos da turma); estratégias de auto-afirmação, que são usadas pelos alunos quando se valorizam a si mesmos noutros domínios, em que se sintam mais competentes, que não o da presente tarefa, ao experienciarem fracasso na mesma (a qual identifiquei em vários alunos da turma); e estratégias de atribuição, que são reativas ao insucesso, ou seja, o aluno pode atribuir certas incapacidades pessoais, sobre as quais não considera ter responsabilidade, às causas do seu insucesso (Garcia & Pintrich, 1991 cit. Silva, 2004). Estas características dificultam a autorregulação, ativa e bem-sucedida da motivação. Por este motivo, muitas intervenções, apoiadas em teorias da motivação, procuram estimular os alunos a crer nas suas competências para organizar e executar tarefas bem-sucedidas, a seguir objetivos de aprendizagem e a dedicar-se na realização das tarefas, compreendendo a relação entre o esforço e sucesso educativo, e a saber lidar com os obstáculos e com o fracasso (Silva, 2004).

Para que haja motivação é necessário considerar as variáveis volitivas, pois são responsáveis pelo nível de empenho na realização das tarefas e pela gestão do esforço, necessários para atingir os objetivos pretendidos. De que forma? Facilitam: a manutenção da

² O *self* diz respeito à afirmação de uma identidade que age sobre processos e sobre comportamentos, que conjuga desejos e competências, e que se faz acompanhar de um vasto conjunto de crenças e de conhecimentos sobre si próprio, sobre a sua forma de ser e de agir, sobre as suas relações com o mundo (McCombs, 1986 cit. Silva, 2004, p.27).

atenção na realização da ação, ajudando a evitar respostas impulsivas; a perseverança, que apoiada na monitorização e nas auto-instruções no controlo do comportamento, pode facilitar o confronto com obstáculos ou dificuldades, mantendo a ação focada no seguimento do plano desenhado para a realização da ação; e a gestão do tempo, pois as estratégias volitivas promovem a procura de condições favoráveis à realização bem-sucedida de uma ação e ajudam a controlar emoções e sentimentos, como o desânimo ou a ansiedade, que podem interferir negativamente no decurso da ação. Assim, as estratégias volitivas reforçam o caráter voluntário da ação autorregulada (Silva, 2004).

Para Bandura (1986, 2002 cit. Silva, 2004), o sistema pessoal de crenças é um aspeto crucial da adoção de uma ação autorregulada, pois se o aluno não acredita que pode agir de forma a atingir as aspirações pessoais, nada faz para mudar o seu caminho. O aluno tem que ser capaz de ter algum controlo sobre a sua própria ação, de fazer opções e de perseguir objetivos em função dos seus próprios interesses, afetos, emoções e valores, de persistir e de se esforçar para vencer as dificuldades e obstáculos.

Por último, a autorregulação de uma ação tem uma componente comportamental, pois exige que o aluno escolha as estratégias e os métodos que julga mais eficazes, experimente os procedimentos possíveis para as conduzir e conjugue recursos pessoais, materiais e sociais na realização do plano desenhado, fazendo alterações e correções quando os resultados não forem os pretendidos - é importante, em primeiro lugar, saber o que fazer e como fazer, mas por si só não é suficiente, é preciso realizar as tarefas e assimilar os procedimentos adequados para as mesmas e corrigir os que não possibilitem alcançar os resultados esperados (Silva, 2004). No entanto, segundo Silva (2004) só a prática continuada das estratégias permite tornar o seu uso eficaz.

Assim, a autorregulação da aprendizagem é um processo em que os alunos estabelecem objetivos que interagem com as suas expectativas, desenvolvendo estratégias para alcançá-las, de forma a criar condições para que a aprendizagem se efetive, e refletindo conscientemente sobre o significado das dificuldades ou obstáculos que surgem para que possam optar por uma ação em detrimento de outras (Veiga Simão, 2004 cit. Frison, 2007). Cada aluno pode conduzir o seu próprio comportamento em função dos seus objetivos e ambições pessoais e das exigências do meio e ter algum controlo sobre os seus sentimentos, pensamentos, comportamentos e meio, de modo a manter essas ações até à concretização da meta planeada (Bandura, 1986 cit. Silva, 2004).

Tendo em conta todos os aspetos referidos anteriormente, segundo Silva (2004) o foco da intervenção deve ser, sobretudo, nas variáveis internas do aluno, como as expectativas, as crenças e as aspirações do aluno, pretendendo-se alterar o seu meio interno e as suas cognições, que não lhe permitem obter os resultados desejados nas suas tentativas para controlar o seu caminho. Desta forma, a intervenção deve incidir: na construção dos conhecimentos e processos que tenham mais potencial de sucesso e transferência, proporcionando uma participação mais ativa e construtiva dos alunos; na aprendizagem de estratégias metacognitivas (planeamento, monitorização e resolução de problemas) e de outras cognitivas mais específicas inerentes à compreensão do texto e à composição escrita, por exemplo, para promover um maior controlo na realização das tarefas; na promoção da autonomia na gestão das tarefas para a estimular a atitude reflexiva, conseguindo-se promover um aumento do repertório cognitivo e comportamental do aluno, possibilitando-lhe ser mais competente no controlo futuro do seu próprio comportamento.

Para que se atinjam estas metas, a intervenção visa, fundamentalmente (Silva, 2004):

- estimular o aluno a analisar as tarefas antes de as executar, para que desenvolva estratégias mais adequadas à sua realização;
- promover a tomada de consciência sobre as competências, problemas, dificuldades e atitudes suscitadas na realização das tarefas;
- desenvolver os processos de autocontrolo, através da automonitorização e da autoavaliação, que ajudem o aluno a fazer uma selecção mais adequada dos processos que lhe permitem planejar, estar atento, experimentar, refletir, corrigir e apreciar os efeitos do melhoramento da adequação dos processos e estratégias na realização das tarefas, de modo a proporcionar-lhe um envolvimento mais ativo e construtivo nos processos de aprendizagem e estimular e valorizar o desenvolvimento das competências de “poder” pessoal na utilização desses processos.

Por estes motivos, é importante considerar as competências dos professores, pois é necessário que estes tenham a capacidade para criar situações que estimulem os alunos a desenvolver processos de autorregulação e a construir as suas aprendizagens com motivação e autónoma e criticamente. Para isso, devem ser ensinados a usar os seus recursos pessoais, o que lhes permite alcançar as suas metas tanto a nível intelectual, como afectivo, social e profissional, tornando possível a sua interação ativa e responsável na sociedade (Silva, 2004).

Considerando como principal foco de intervenção pedagógica a autorregulação da aprendizagem dos alunos, a teoria da educação que adoptei nas aulas não poderia deixar de ser construtivista, na qual se destaca o ênfase que atribui à construção do conhecimento. Esta teoria aproxima-se mais das teorias psicocognitivas, que estão mais direcionadas para o desenvolvimento dos processos cognitivos do aluno, bem como o raciocínio, a análise, a resolução de problemas e a metacognição (Bertrand, 2001), como se poderá ver na subsecção seguinte.

2.3.2. O construtivismo na sala de aula

A origem do construtivismo foi marcada pelo trabalho de Piaget, que concluiu que o conhecimento não resulta apenas do registo de observações sem uma estruturação devida às atividades do sujeito e implica a elaboração contínua de operações e de novas estruturas. Bertrand (2001) destaca uma das primeiras reflexões sobre o construtivismo, a de Bachelard, que diz que o conhecimento científico é uma construção incessantemente em evolução, ou seja, cada pessoa tem uma cultura científica que evolui segundo determinados estádios, passando do realismo ingénuo ao racionalismo discursivo. É interessante refletir sobre o paradoxo publicado por este investigador, pois elucida e enuncia a teoria construtivista com eloquência:

A ignorância é uma forma de conhecimento! O sábio não vê, diz ele, que a ignorância é um tecido de erros positivos, tenazes, solidários. Não se dá conta de que as trevas espirituais têm uma estrutura e que, nestas condições, qualquer experiência objetiva correta deve determinar sempre a correção de um erro subjetivo. No entanto, não se destrói os erros um a um assim com facilidade. Estão coordenados. O espírito científico só pode construir-se destruindo o espírito não científico. Com demasiada frequência, o sábio confia numa pedagogia fracionada, ao passo que o espírito científico deve visar uma reforma subjectiva total. Qualquer progresso real no pensamento científico necessita de uma conversão.

O aluno chega à aula com conhecimentos empíricos já construídos. Não se trata de adquirir uma cultura experimental e sim de mudar de cultura, de derrubar os obstáculos amontoados pela vida quotidiana. (Bertrand, 2001, p.66)

Ao adotar o construtivismo como filosofia de ensino, é inevitável, de acordo com o que foi descrito anteriormente, conhecer as concepções alternativas dos alunos, para ser possível desconstruí-las e, só depois, permitir-lhes construir concepções válidas cientificamente. Estas

concepções alternativas, também designadas como concepções preliminares ou espontâneas, na literatura, são, segundo Giorgan (1998), representações que desempenham um papel de intermediário entre o conhecimento e as estruturas de pensamento do indivíduo, isto é, os alunos elaboram o seu conhecimento em função das suas concepções alternativas e as informações que podem encontrar graças a elas, numa interação. São os instrumentos próprios da construção do conhecimento, remodelando-se constantemente, sendo que o novo conhecimento deve ser integrado nas estruturas preexistentes de que os alunos dispõem. A literatura sugere algumas didáticas construtivistas propostas para o tratamento das concepções alternativas, bem como apresenta uma coleção de concepções alternativas levantadas no âmbito de estudos nos diversos temas da biologia (Giorgan, 1998).

É frequente, hoje em dia, que o docente tenha necessidade de cativar a atenção dos alunos, para que estes estejam, também, com a mente presente nas aulas e, em simultâneo, consigam assimilar os conteúdos discutidos, pois o seu feedback mais usual é não conseguirem aprender por não verem utilidade nos conteúdos estudados para as suas vidas, ficando sem vontade de aprender. Desta forma, pode conseguir-se uma maior motivação dos alunos se estes virem alguma utilidade na aprendizagem das ciências, como compreender o mundo que os rodeia, expressar as suas opiniões e tomar decisões sobre diversas questões sócio-científicas (Wellington, 2000). A chave para este sucesso é mostrar a relação da ciência com a vida quotidiana aos alunos, pois ao fazer isso dar-se-ão conta que a aprendizagem das ciências é importante para tomar decisões na sua vida, que poderão estar ou não mais ou menos relacionados com os problemas sociais e/ou do planeta (Díaz, 2002). Assim, a aprendizagem das ciências passa a ter um sentido para os alunos, o que promove o seu interesse, envolvimento e motivação para aprender, permitindo-lhes a aquisição de conhecimento e outras competências (Vilaça & Jensen, 2010).

Como tal, a ciência não representa a realidade, mas sim interpreta-a, pois não se trata de um corpo de conhecimentos acabado, é, antes, um processo de construção de conhecimentos e interpretações, que permite a alunos e professores discutirem questões para as quais a ciência ainda não encontrou resposta e, assim, usarem os conhecimentos apreendidos para tentar compreender e interpretar os fenómenos da vida e do meio em que nos inserimos. A ciência fala-nos da natureza, oferecendo-nos respostas acerca da mesma; o que observamos não é a natureza em si, mas sim a natureza através da nossa forma de a questionar. Para que o ensino das ciências tenha sucesso neste sentido, é necessário que a

aplicação dos conceitos e das atividades da aula estejam formulados em contextos reais da vida cotidiana dos alunos e que sejam variados, pois como é sabido, a transferência de um conhecimento de um contexto para outro não é uma tarefa fácil. É desta forma que se consegue uma maior motivação dos alunos, já que vêem utilidade na aprendizagem das ciências (como compreender o mundo que os rodeia, expressar as suas opiniões e tomar decisões sobre diversas questões) (Díaz, 2002).

Segundo Giordan (1982), o ensino das ciências deveria, por isso, ser abordado, inicialmente, a partir do conhecimento que os alunos têm do mundo, permitindo-lhes pesquisar e refletir sobre ele e conduzindo-o a uma prática laboratorial que o ajude a compreender de forma cientificamente válida os fenómenos. Portanto, interessa, em primeiro lugar, desconstruir as concepções que os alunos têm que não são cientificamente válidas, para que possam construir um conhecimento cientificamente válido, sendo, por este motivo, importante partir das suas motivações e das questões que colocam, e usar as suas ferramentas conceptuais e forma de pensar, para os conduzir a formalizar cientificamente os seus conhecimentos. Há algumas estratégias e metodologias mais adequadas para se aplicar o construtivismo na sala de aula.

2.3.3. Métodos e técnicas de ensino

De acordo com Aguado (2003), a aprendizagem cooperativa é uma estratégia de ensino baseada na interação social, que implica trabalho de grupo (mas nem todo o trabalho de grupo é cooperativo), para estruturar os objectivos de modo a que na organização da aula se criem situações de socialização positivas face às situações clássicas do tipo competitivo. Consequentemente, segundo Ribeiro (2006), esta estratégia tem uma concepção de aprendizagem ativa, construída pelo aluno em interação com os colegas e com o professor; assume que o aluno é autónomo, pois ele necessita dessa autonomia para assumir a responsabilidade própria e para tomar decisões no desenrolar da tarefa. Assim, de acordo com autores revistos por Lopes e Silva (2009), a aprendizagem cooperativa é definida como o trabalho em grupo, estruturado cuidadosamente, de forma a que todos os alunos do grupo interajam, maximizando a sua própria aprendizagem e a dos colegas, e possam ser avaliados individualmente pelo seu desempenho, sendo que cooperar é atuar em conjunto, de forma organizada para atingir objetivos comuns, tanto pelo prazer da distribuição de tarefas numa atividade como pela obtenção de benefícios mútuos. Este tipo de aprendizagem tem sucesso

porque os alunos compreendem que cooperar tem vantagens para si adotando de forma intuitiva uma perspectiva intuitiva social no processo de aprendizagem (Lopes & Silva, 2009).

De acordo com Bessa e Fontaine (2002), uma das condições básicas para que o trabalho de grupo seja cooperativo é que se estabeleça uma interdependência positiva entre os seus membros e que os grupos, de quatro/cinco elementos, tenham uma heterogeneidade de competências, pois é deste modo que os alunos desenvolvem alguma atividade em conjunto. Trabalhar em conjunto potencia as interações entre os alunos. Os alunos têm opiniões, idealizam cenários, constroem imagens e estratégias, e com estas interações são ativados os processos de reestruturação cognitiva e os fenômenos de conflito cognitivo ou sociocognitivo, que estão na origem da construção das aprendizagens. Assim, a estrutura da atividade tem uma grande importância para a colaboração entre pares: deve ser atrativa e ter um mínimo de complexidade concetual, sendo estas as duas condicionantes do sucesso das aprendizagens efetuadas, nomeadamente pela sua influência sobre a qualidade e quantidade das interações geradas. De referir que não há um consenso relativamente ao número de elementos que um grupo de trabalho cooperativo deve ter, dentro da bibliografia consultada (Bessa & Fontaine, 2002; Lopes & Silva, 2009; Fontes & Freixo, 2004).

As componentes da aprendizagem cooperativa foram definidas por Johnson e Johnson (1999a cit. Fontes & Freixo, 2004) (Figura 2).



(Fonte: Johnson & Johnson, 1999a cit Fontes & Freixo, 2004)

Figura 2. Componentes essenciais da aprendizagem cooperativa

Desta forma, trata-se de uma alternativa eficaz ao ensino tradicional baseado fundamentalmente em formas de aprendizagem individual e/ou competitiva. Como tal, para melhor compreender essas diferenças e as potencialidades da aprendizagem cooperativa, estão

apresentadas, no quadro 1, as principais características de um grupo de trabalho cooperativo e de um grupo de trabalho tradicional, segundo Pujolás (2001 cit. Fontes & Freixo, 2004).

Quadro 1. Principais características de um grupo de trabalho cooperativo e de um grupo de trabalho tradicional

<i>Grupo de trabalho cooperativo</i>	<i>Grupo de trabalho tradicional</i>
<i>Interdependência positiva</i>	<i>Não ocorre interdependência positiva</i>
<i>Responsabilidade individual</i>	<i>Não garante a responsabilidade individual</i>
<i>Aplicação de competências cooperativas</i>	<i>As competências cooperativas podem ser espontaneamente exercidas</i>
<i>Liderança partilhada e partilha de responsabilidades</i>	<i>A liderança, geralmente, é feita por um aluno e as responsabilidades não são necessariamente partilhadas</i>
<i>Contribuição de todos os elementos para o êxito do Grupo</i>	<i>O êxito do grupo, por vezes, depende da contribuição de um ou de alguns dos elementos</i>
<i>Observação e feedback por parte do professor ao grupo</i>	<i>O professor não observa o grupo ou fá-lo de uma forma esporádica. O desenvolvimento do trabalho faz-se, normalmente, fora da sala de aulas</i>
<i>O grupo avalia o seu funcionamento e propõe objetivos para o melhorar</i>	<i>O grupo não avalia de forma sistemática o seu Funcionamento</i>

(Fonte: Pujolás, 2001 cit. Fontes & Freixo, 2004)

Há uma *interdependência positiva* se cada aluno compreender que o seu sucesso está dependente do sucesso de todo o grupo e, conseqüentemente, o fracasso de um dos elementos do grupo, representa, também, o seu fracasso, pelo que todos os elementos do grupo são responsáveis pela aprendizagem uns dos outros; quando o grupo consegue atingir os seus objetivos festeja o que conseguiram juntos.

Este aspeto é importante na medida em que permite que cada elemento se sinta recompensado, apreciado e respeitado, o que, conseqüentemente, aumenta o sentimento de auto-eficácia e auto-estima de cada, estimulando a realização futura de tarefas em grupo. Esta interdependência engloba ainda o desempenho de um papel diferente por cada elemento mas complementar ao dos restantes elementos, atribuindo-se igual responsabilidade a cada um (Pujolás, 2001 cit. Fontes & Freixo, 2004).

Como resultado da interdependência positiva verificada num grupo de trabalho cooperativo, ocorre uma *interação estimulante frente a frente*, quando se desenvolve uma interação que representa um incentivo e uma facilidade para o grupo realizar a tarefa e atingir os seus objetivos, de forma a que o esforço de cada elemento tenha valor na mesma (Pujolás, 2001 cit. Fontes & Freixo, 2004).

A *responsabilidade individual* tem lugar quando cada elemento do grupo de trabalho cooperativa faz uma avaliação do rendimento individual em relação ao rendimento do grupo, para que compreenda em que medida foi cooperante e contribuiu para o rendimento global, característica de grande relevo para a aprendizagem cooperativa pois possibilita que cada elemento conheça os colegas e: saiba quem mais precisa de apoio e incentivo à realização das tarefas, para que posteriormente as suas capacidades sejam ajustadas às mesmas; evite que algum elemento se aproveite do trabalho dos outros para benefício próprio; tenha consciência dos seus direitos e responsabilidades e, conseqüentemente, um sentido de compromisso individual (Pujolás, 2001 cit. Fontes & Freixo, 2004).

Segundo Fontes e Freixo (2004), para que o grupo tenha sucesso na tarefa a realizar, é também necessário que cada elemento desenvolva e utilize *competências sociais e de pequeno grupo* para que todos os elementos se conheçam e confiem uns nos outros, devendo ocorrer, para isso: um diálogo aberto e claro, uma aceitação das diferenças individuais por todos os elementos; uma entreatajuda e uma resolução positiva e construtiva dos problemas que possam surgir. Os autores também defendem que estas competências devem ser praticadas e ensinadas, já que não surgem espontaneamente nos alunos, e conduzem a um maior rendimento dos alunos no grupo cooperativo.

A *avaliação do grupo* é essencial para o sucesso da aprendizagem cooperativa, pois permite que o grupo reflita sobre o seu funcionamento, conhecendo o seu desempenho para que possam decidir quais as ações e comportamentos em que necessitam intervir para que consigam um maior rendimento (Fontes & Freixo, 2004).

Para além destas características, nas quais se identificam as vantagens significativas da aprendizagem cooperativa sobre a aprendizagem tradicional, a aprendizagem cooperativa apresenta, ainda, maiores potencialidades sobre a aprendizagem tradicional, que, segundo Johnson e Johnson (1999a cit. Fontes & Freixo, 2004) são as seguintes:

- Uma vez que os elementos do grupo se esforçam para terem um bom desempenho, os seus rendimento e produtividade aumentam; a retenção de conhecimentos ocorre a mais longo prazo; há uma maior motivação para se atingir objetivos de aprendizagem; o tempo que dedicam à realização das tarefas é maior; e é estimulado o pensamento crítico e reflexivo.
- As relações entre os elementos do grupo são mais positivas, pois: é desenvolvido o espírito de grupo, a solidariedade, bem como o respeito pessoal e académico.

- Há um fortalecimento do eu pois: ocorre um maior desenvolvimento social e integração, aumentando a auto-estima; é proporcionado um aumento da capacidade de enfrentar e resolver problemas.

Para que estas metas sejam conseguidas, é crucial que o professor assuma algumas funções (Mir et al., 1998 cit. Fontes & Freixo, 2004):

- garantir que cada aluno conheça os objetivos do grupo;
- proporcionar um feedback a cada elemento e ao grupo
- verificar se ocorre a cooperação necessária dentro do grupo, controlando o cumprimento e rotatividade dos papéis;
- estimular a troca de ideias/explicações que tenham que ver com a realização das tarefas;
- estimular a argumentação sempre que haja opiniões divergentes;
- assegurar a disponibilidade dos recursos básicos para a realização do trabalho;
- garantir o sucesso de todos os elementos, incluindo aqueles com menos competências;
- fornecer ao grupo critérios e instrumentos de avaliação do seu trabalho;
- controlar o tempo que o grupo utiliza na realização das tarefas (mas incentivá-lo a uma gestão autónoma do mesmo);
- responder apenas a questões que tenham que ver com decisões do grupo, mas proporcionar sempre apoio a cada elemento e ao grupo;
- valorizar o papel que cada elemento desempenha dentro do grupo bem como o seu esforço.

Quando se refere a aprendizagem cooperativa, considera-se um conjunto de três estratégias alternativas de ensino e aprendizagem: aprendizagem cooperativa, explicação por pares e colaboração entre pares. Embora haja diferenças entre elas, estas apresentam na sua base de concetualização um ponto comum: a importância da utilização dos pares para a promoção da aprendizagem. Este trabalho representa um espaço de “conflito sociocognitivo” onde os alunos, orientados para uma reflexão pessoal, podem desenvolver novas reflexões. Por este motivo, é essencial que durante este tipo de trabalho os alunos tenham feedback do professor e/ou dos colegas sobre o seu trabalho, o que lhes permite compreender se estão a conseguir alcançar os objetivos pretendidos, ou seja, compreender se vão no caminho certo ou se é necessário fazer ajustes, para atingir esses objetivos. Para além disto, ao estruturar-se o trabalho letivo com base na cooperação entre pares, na aprendizagem cooperativa, está a

contribuir-se para a responsabilização da escola pelo aprofundamento do exercício de cidadania, sendo valorizados os aspetos sociais da aprendizagem, o que implica que a própria aula seja organizada de forma democrática (Bessa & Fontaine, 2002; Silva, 2004). Na sequência dos resultados positivos do trabalho cooperativo, destaca-se a promoção da autorregulação da aprendizagem, objetivo principal a atingir com os alunos.

O trabalho cooperativo é uma estratégia de elevado potencial para aprendizagem dos alunos, pois dinamiza uma aula na medida em que promove uma aprendizagem ativa, construída pelo aluno em interação com os colegas e com o professor, e assume que o aluno é autónomo, pois necessita dessa autonomia para assumir a responsabilidade própria e para tomar decisões no desenrolar da tarefa (Ribeiro, 2006). Deste modo, proporcionei aos alunos uma aprendizagem cooperativa durante trabalhos laboratoriais, resolução de fichas de trabalho, entre outras. Para além disto, o desenvolvimento de dinâmicas de grupo permitem aos alunos elevar o sentimento de auto eficácia e, assim, fomentar a participação e melhoria do seu desempenho escolar. De acrescentar que a aprendizagem cooperativa não só é bastante relevante para a o processo de ensino-aprendizagem mas também para a preparação dos alunos para situações futuras no ambiente de trabalho, onde cada vez mais atividades exigem pessoas aptas para trabalhar em grupo (Lopes & Silva, 2009).

Para além da autorregulação da aprendizagem poder ser promovida com o trabalho cooperativo, pode ainda ser reforçada aliando-se o condicionamento operante, através de uma comunicação frequente com os alunos. É aqui que começa a ter relevância apelar para algumas teorias da psicologia.

Foi importante referir Piaget com os seus contributos para a educação escolar, sendo este investigador, naturalmente, associado à psicologia. Nas minhas aulas, apliquei alguns conhecimentos sobre a psicologia, a nível das relações interpessoais, sem os quais estas teriam tido uma dinâmica e resultado completamente diferentes daqueles que tiveram. Devo, portanto, ressaltar o enquadramento teórico de alguns aspetos que referi na minha perspetiva de ensino, acima descrita, que facilmente qualquer docente poderia aplicar nas suas aulas e, assim, melhorá-las, bem como a sua relação com os alunos, poupando-se a muitos queixumes que tanto se ouvem nas escolas.

Penso que o condicionamento operante seja uma estratégia de valor a aliar ao construtivismo em sala de aula, através de reforços positivo e negativo, e, assim, ter um maior sucesso na motivação, problemas de comportamento e de aprendizagem dos alunos. O

condicionamento operante diz respeito ao comportamento associado às suas consequências. Isto é, é possível aprender um novo comportamento, se este constituir uma resposta a um estímulo com uma determinada consequência - um estímulo reforçador -, sendo esse resultado que definirá a frequência do comportamento (será mais frequente se as consequências forem agradáveis; o comportamento é controlado pelas consequências, positivas e negativas, da interação com o meio) (Sprinthall & Sprinthall, 1993).

Assim, o professor tem um papel crucial no condicionamento do comportamento dos alunos, usando o reforço para aumentar a probabilidade dos comportamentos que pretende que tenham, adicionando estímulos estratégicos – reforço positivo – e/ou retirando os estímulos que conduzam os alunos a ter comportamentos que pretende eliminar. Consequentemente, promove-se a confiança com o professor e a sensação de auto eficácia dos alunos, que lhes permitirá interagir com o professor e participar nas aulas; o professor deve, ainda, complementar com reforço positivo, o comportamento do aluno, pois exerce um efeito mais sólido e duradouro, dando sinais de encorajamento, elogios e ocasionalmente premiando-os pela alteração pretendida do seu comportamento: se a consequência dos seus comportamentos passar a ser agradável, certamente que a frequência com que passarão a ocorrer será maior. Nas situações de avaliação e nas respostas solicitadas na aula ou exercícios de trabalho de casa, o professor deve enfatizar o esforço do aluno e só depois referir as falhas.

2.4. Estratégias de intervenção pedagógica

2.4.1. Objetivos de formação

Os objetivos da estratégia de formação, a seguir descritos, foram definidos em função das necessidades de formação detetadas na turma em estudo e dos objetivos inicialmente formulados para o projeto de intervenção pedagógica.

Objetivos:

- proporcionar situações de aprendizagem que levem os alunos a identificar os seus objetivos de aprendizagem e a estabelecer estratégias para os alcançar;

- promover a (re)construção do conhecimento substantivo na unidade de ensino “Obtenção de matéria – heterotrofia e autotrofia”, lecionada no 10º ano de escolaridade;
- proporcionar algumas situações de aprendizagem que contribuam para o desenvolvimento do conhecimento processual (como por exemplo, a realização de atividade laboratorial);
- promover a clarificação dos objetivos com que aprendem biologia e geologia e, mais especificamente, a unidade de ensino “Obtenção de matéria – heterotrofia e autotrofia”, lecionada no 10º ano de escolaridade;
- motivar os alunos para a aprendizagem através da sua participação na planificação do processo de ensino e avaliação;
- desenvolver competências de trabalho cooperativo.

2.4.2. Estratégia de formação/investigação

A estratégia de formação recorreu, fundamentalmente, ao trabalho de grupo cooperativo que envolveu, principalmente, a realização das tarefas mais selecionadas pelos alunos, em conjunto com a estagiária/investigadora (Figura 3).

No início do projeto de intervenção foram elaborados e validados os instrumentos de recolha de dados: questionário de autopreenchimento anónimo sobre atitudes e comportamentos dos alunos face às ciências e à unidade de ensino; questionário de conhecimentos sobre a unidade de ensino “Obtenção de matéria – heterotrofia e autotrofia”; e linhas orientadoras para elaboração do diário de aula. Depois de aplicado o primeiro questionário, foi feita a planificação da unidade “Obtenção de matéria – heterotrofia e autotrofia” e, posteriormente, foi desenvolvido o projeto. Dado que se pretendia avaliar a evolução das conceções dos alunos sobre os conhecimentos substantivo e processual na aprendizagem da biologia, durante a leção da unidade de ensino em questão, o segundo questionário foi implementado no início e no final da leção da unidade. Assim, no final da unidade, foi aplicado um questionário para avaliar a evolução dos alunos ao nível do envolvimento na sua aprendizagem e das estratégias de estudo utilizadas, visando cruzar com os resultados do primeiro questionário para compreender em que medida os métodos utilizados tiveram sucesso na autorregulação da aprendizagem dos alunos.

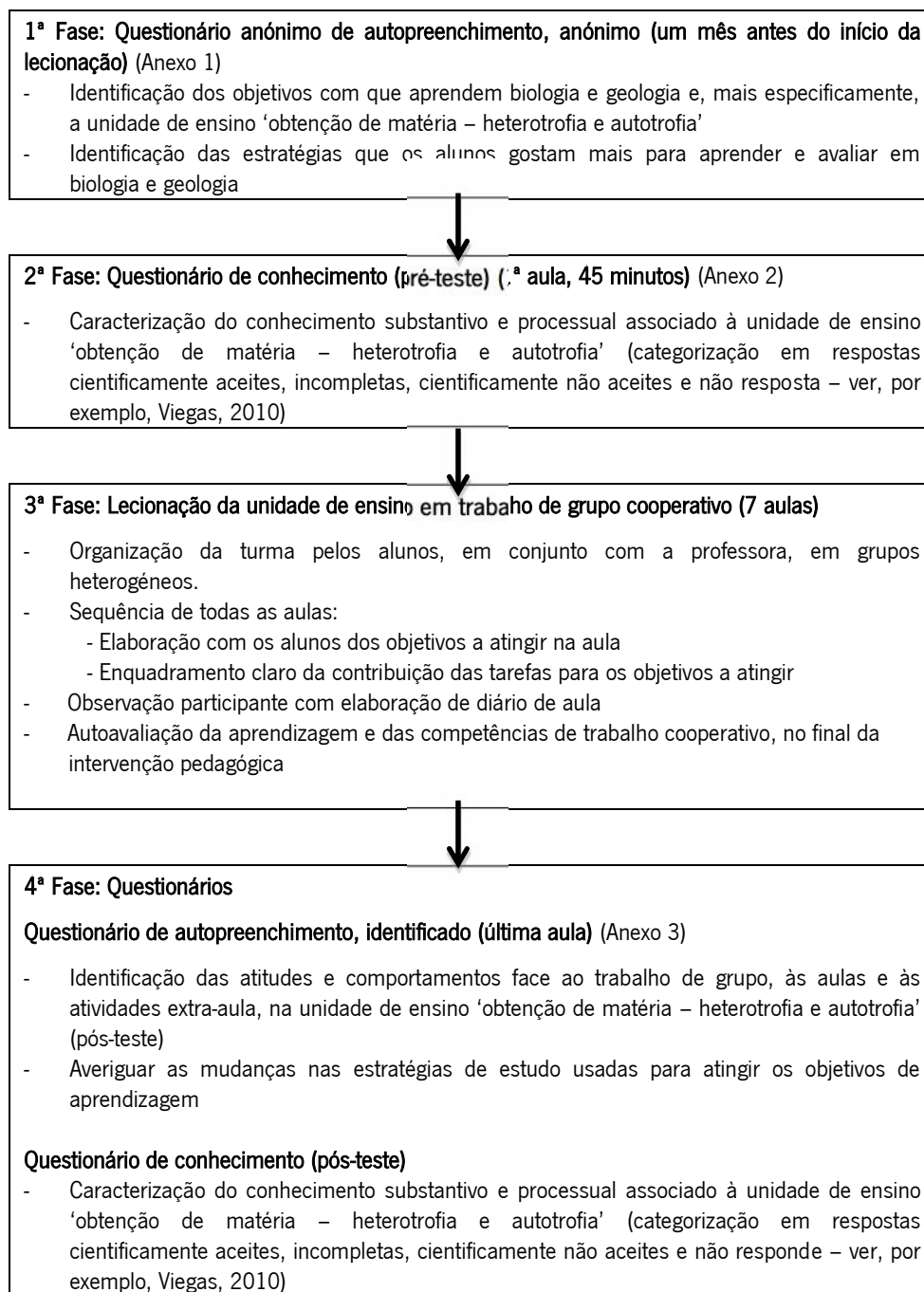


Figura 3. Estratégia de formação/investigação

Em baixo, segue-se o quadro 2, de estruturação das estratégias de intervenção, onde é possível consultar a sua sequência em função dos objetivos e das aulas em que estas foram implementadas.

Quadro 2. Estruturação das aulas em função dos objetivos e das estratégias de intervenção

Sequência	Objetivos	Estratégias	Duração
-----------	-----------	-------------	---------

<p>Aula 1</p> <p>23 de fevereiro de 2012</p> <p>(Anexo 4)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Compreender os conceitos de autotrofia e heterotrofia. - Conhecer que tipo de estratégias utilizam os seres heterotróficos para obter os alimentos. - Compreender a ultraestrutura da membrana plasmática. - Conhecer a importância da membrana plasmática na obtenção de matéria dos seres heterotróficos unicelulares e pluricelulares 	<ul style="list-style-type: none"> - Clarificar, em diálogo com a turma, os objetivos da aula. - Realização, individual, de uma ficha diagnóstica. - Realização, em grupo de 4/5 elementos, de uma atividade laboratorial - Discussão, com cada grupo, sobre o procedimento da atividade laboratorial e sobre os resultados que alcançou e os esperados - Discussão em turma sobre os conteúdos, analisando esquemas conceituais e imagens 	<p>90 + 45 minutos</p>
<p>Aula 2</p> <p>24 de fevereiro de 2012</p> <p>(Anexo 5)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Compreender que a membrana plasmática é responsável pela passagem de substâncias entre o meio intracelular e o extracelular - Compreender como se processam os diferentes movimentos transmembranares (mediados – transporte ativo e difusão facilitada -, não mediado – osmose e difusão simples -, e em quantidade – endocitose: fagocitose e pinocitose; exocitose) - Compreender a utilidade dos movimentos transmembranares de substâncias para as células e, conseqüentemente, para os organismos 	<ul style="list-style-type: none"> - Breve discussão em turma sobre os conteúdos abordados na aula anterior, resumindo-os num sumário com clarificação dos objetivos da presente aula - Discussão em turma sobre os conteúdos, através da exploração de esquemas conceituais e imagens - Partilha, em turma, pelo porta-voz de cada grupo, dos resultados obtidos na atividade laboratorial realizada na aula anterior e interpretação desses resultados em função dos assuntos tratados na aula - Realização de uma atividade “lápiz e papel” em pares, e discussão das respostas obtidas - Construção de um mapa de conceitos em grupos de 4/5 elementos, e sua discussão 	<p>90 minutos</p>
<p>Aula 3</p> <p>1 de março de 2012</p> <p>(Anexo 6)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Compreender que a digestão dos seres vivos pode ocorrer intra e extracelularmente - Conhecer a função enzimática - Compreender a importância das enzimas nos processos digestivos - Compreender a importância do complexo endomembranar na digestão intracelular - Compreender como se processa a digestão intracelular - Compreender a importância do retículo endoplasmático (liso e rugoso), do complexo de Golgi e dos lisossomas na digestão intracelular - Compreender a digestão extracelular como um mecanismo de digestão para alguns seres vivos 	<ul style="list-style-type: none"> - Síntese das aulas anteriores com recurso a esquemas feitos no Quadro da sala de aula, relacionando os conceitos envolvidos - Clarificar os conteúdos que vão ser lecionados, resumindo-os num sumário - Discussão em turma, sobre os conteúdos, através da exploração de esquemas conceituais e imagens - Reprodução de um clip de vídeo - Síntese dos conteúdos abordados com perguntas direcionadas a alunos selecionados - Realização, em pares, de uma atividade “lápiz e papel” e discussão das respostas - Realização, em grupo, de uma atividade laboratorial - Discussão, com cada grupo, sobre o procedimento da atividade laboratorial e sobre os resultados alcançou e os esperados 	<p>90 + 45 minutos</p>

Quadro 2. Estruturação das aulas em função dos objetivos e das estratégias de intervenção (continuação)

Sequência	Objetivos	Estratégias	Duração
-----------	-----------	-------------	---------

<p>Aula 4</p> <p>2 de março de 2012</p> <p>(Anexo 7)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Compreender a relação entre a complexidade dos animais e a estrutura dos sistemas digestivos – noção da diversidade de sistemas digestivos nos seres heterotróficos multicelulares. - Compreender como se processa a digestão em alguns animais (hidra, planária, minhoca, Homem). - Compreender que a obtenção de matéria pelos seres heterotróficos multicelulares compreende a ingestão e a digestão de alimentos, e a absorção dos nutrientes resultantes da digestão. - Compreender, com maior pormenor, como ocorre o processo digestivo humano. - Compreender a importância da absorção dos nutrientes para o Homem e como esta se processa 	<ul style="list-style-type: none"> - Clarificar os conteúdos que vão ser lecionados, resumindo-os num sumário - Breve discussão, em turma, sobre os conteúdos abordados na aula anterior com elaboração de um esquema no Quadro da sala - Discussão em turma, sobre os conteúdos, através da exploração de esquemas conceituais e imagens - Brainstorming 	<p>90 minutos</p>
<p>Aula 5</p> <p>15 de março de 2012</p> <p>(Anexo 8)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Compreender que os seres autotróficos são capazes de produzir compostos orgânicos a partir de substâncias minerais utilizando a energia luminosa - Reconhecer a fotossíntese como um dos processos de obtenção de matéria pelos seres autotróficos - Compreender a relação entre o espectro de absorção dos pigmentos fotossintéticos e a eficácia do processo fotossintético - Compreender a importância dos pigmentos fotossintéticos para a fotossíntese - Compreender de que forma a energia luminosa é absorvida e utilizada pelas plantas - Conhecer a reação química principal envolvida na fotossíntese - Compreender a importância da evolução do conhecimento científico para o conhecimento da obtenção de matéria pelos seres autotróficos 	<ul style="list-style-type: none"> - Breve discussão em turma sobre os conteúdos abordados na aula anterior - Clarificar os conteúdos que vão ser lecionados, resumindo-os num sumário - Realização, em pares, de uma atividade “lápiz e papel” e discussão das respostas - Discussão, em turma, através da exploração de esquemas conceituais e imagens - Partilha, em turma, pelo porta-voz de cada grupo, dos resultados obtidos na atividade laboratorial realizada na aula anterior e interpretação desses resultados em função dos assuntos tratados na aula - Realização de um exercício de inquérito 	<p>90 + 45 minutos</p>

Quadro 2. Estruturação das aulas em função dos objetivos e das estratégias de intervenção (continuação)

Sequência	Objetivos	Estratégias	Duração
-----------	-----------	-------------	---------

<p>Aula 6</p> <p>16 de março de 2012</p> <p>(Anexo 9)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Reconhecer a fotossíntese como um dos processos de obtenção de matéria orgânica pelos seres autotróficos - Compreender que a fotossíntese envolve duas etapas interdependentes - Compreender como se processa cada etapa da fotossíntese - Compreender a importância de cada composto/molécula interveniente no processo fotossintético de cada fase - Compreender como se mobiliza a energia durante o processo fotossintético 	<ul style="list-style-type: none"> - Clarificar os conteúdos que vão ser lecionados, resumindo-os num sumário, e relacionando-os com a matéria lecionada na aula anterior - Discussão, em turma, através da exploração de esquemas conceituais e imagens - Reprodução de um clip de vídeo 	<p>90 min</p>
<p>Aula 7</p> <p>20 de março de 2012</p> <p>(Anexo 10)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Reconhecer a quimiossíntese como processo de obtenção de matéria de alguns seres autotróficos - Compreender como se processa a quimiossíntese - Compreender o que distingue a fotossíntese da quimiossíntese - Compreender quais os mecanismos que garantem a obtenção de matéria pelos seres vivos 	<ul style="list-style-type: none"> - Clarificar os conteúdos que vão ser lecionados, resumindo-os num sumário, e relacionando-os com a matéria lecionada na aula anterior - Discussão, em turma, através da exploração de esquemas conceituais e imagens - Realização de jogo (concurso de equipas) em grupos de 4/5 elementos, com perguntas direcionadas a cada grupo alternadamente sobre todos os conteúdos estudados na unidade de ensino 	<p>90 min</p>

Os objetivos destacados são coincidentes com os objetivos obstáculo definidos nas planificações das aulas (apresentadas nos anexos referidos) pois verificou-se no questionário de conhecimentos que a maioria dos alunos tinha conceções alternativas sobre todos os conteúdos por ele abrangidos.

2.4.3. Objetivos de investigação/avaliação

Os objetivos de investigação subjacentes às estratégias apresentadas visam avaliar o grau de consecução dos objetivos do projeto de intervenção pedagógica inicialmente formulados e serão apresentados a seguir.

Objetivos:

- 1 - caracterizar como evolui a capacidade dos alunos para estabelecer objetivos de aprendizagem e para realizar as tarefas necessárias para os alcançar;
- 2 - analisar a evolução dos conhecimentos substantivo, epistemológico e processual na unidade de ensino 'obtenção de matéria – heterotrofia e autotrofia'.

2.4.4. Seleção de técnicas e instrumentos de investigação

Foi crucial, para uma maior personalização na implementação da intervenção pedagógica e para a avaliação da mesma, a construção e uso de instrumentos que evidenciam, fundamentadamente, os resultados que estiveram em estudo. Como tal, selecionei o inquérito por *questionário* como técnica de investigação para recolher os dados necessários. Segundo McMillan e Schumacher (2001), esta técnica permite obter dados, anónimos ou não, num curto espaço de tempo. As questões podem ser abertas ou fechadas, sendo que as questões abertas desencadeiam reações, crenças e atitudes que o sujeito representa na sua resposta. Esta técnica permite que os dados recolhidos não sejam influenciados pelo investigador no momento da sua recolha. Por todos estes motivos, considerei o questionário como a técnica mais adequada a adotar. Assim, construí questionários, de acordo com uma sequência: definição dos objetivos, estruturação, construção dos itens, revisão e validação científica. Foram construídos três questionários que permitiram concluir acerca dos objetivos que se pretenderam atingir com a intervenção pedagógica.

Para além deste instrumento, foi ainda usada, nesta avaliação, a *observação participante*, tendo sido de grande importância as notas de campo. Neste caso, a observação participante trata-se de uma técnica interativa, em que o observador interage com os sujeitos, isto é, o professor observa e interage com os alunos ao longo da leção, mais concretamente, da intervenção pedagógica, e toma notas das suas observações, que se tratam de notas indutivas tendo em conta as reações (comportamentos e atitudes) dos alunos observados e o contexto da observação, constituindo também, por isso, reflexões pessoais (McMillan & Schumacher, 2001).

Estão apresentados, seguidamente, os questionários construídos e aplicados no projeto de intervenção.

Questionário sobre atitudes e comportamentos dos alunos face às ciências e à unidade de ensino

A aplicação de um questionário sobre as atitudes e comportamentos dos alunos face às ciências e à unidade de ensino destinada à minha lecionação, antes da intervenção pedagógica, (Anexo 1) teve como finalidade compreender, principalmente, quais os objetivos de aprendizagem dos alunos e as suas motivações para aprender ciências. Mas, para além disto, permitiu, também, compreender quais são as suas dificuldades e facilidades na aprendizagem na disciplina de biologia e geologia, conhecer quais são as estratégias que usam para estudar esta disciplina e as estratégias de ensino que consideram ter mais potencial para a sua aprendizagem na mesma. Assim, pôde inferir-se em que medida os alunos se sentem responsáveis pela sua aprendizagem e qual o compromisso que têm para com esta, pontos-chave para o alcance do principal objetivo da intervenção pedagógica – promoção da autorregulação. Desta forma, foi possível construir uma planificação das aulas à luz das necessidades específicas dos alunos, visando alcançar o seu sucesso escolar. Este questionário, quando complementado com as notas de campo e o questionário final de autoavaliação (Anexo 3), também visou atingir o primeiro objetivo da minha intervenção pedagógica: 1 – caracterizar como evolui a capacidade dos alunos para estabelecer objetivos de aprendizagem e para realizar as tarefas necessárias para os alcançar.

Para que os alunos que preenchessem este questionário, fui-lhes explicando, claramente o seu objetivo: “...conhecer as suas motivações e fontes de desmotivação, conhecer o que contribui mais para a sua aprendizagem e de que forma a sua atenção é cativada mais facilmente e quais os seus objetivos de aprendizagem, para, com esses dados, poder ajustar as metodologias das aulas à turma e podermos trabalhar em equipa no sentido de alcançar o sucesso escolar de todos.”

No quadro abaixo representado (Quadro 3), é possível consultar brevemente a estruturação do questionário sobre as dimensões e respetivos objetivos e questões em que estas se avaliam.

Quadro 3. Estruturação das dimensões, objetivos e questões do *questionário sobre atitudes e comportamentos dos alunos face às ciências e à unidade de ensino*

Dimensões	Objetivos	Questões
Dados pessoais	Descrever os dados pessoais dos alunos	1, 2
Motivações para a aprendizagem das ciências	Identificar as razões pelas quais escolheram o curso Científico-Humanístico	3, 4
Motivações para a aprendizagem de biologia e geologia no 10º ano	Averiguar os objetivos que têm para a disciplina de biologia e geologia no 10º ano	5, 6
Estratégias de aprendizagem	Averiguar os fatores que dificultam a sua aprendizagem em biologia e geologia no 10º ano	7, 7.1
	Averiguar os fatores que facilitam a sua aprendizagem em biologia e geologia no 10º ano	8, 8.1
	Identificar as estratégias usadas para aprender biologia e geologia no 10º ano	9, 10.1, 10.2
	Averiguar se utilizam estratégias de resolução de testes/fichas de trabalho que contribuem para a sua aprendizagem	11, 12.1, 12.2
Opinião sobre as estratégias de ensino da biologia e geologia	Averiguar as atividades de ensino de biologia e geologia do público-alvo	13, 13.1, 14, 14.1
	Identificar as estratégias que gostavam de utilizar na unidade	15, 16, 17
	Averiguar a importância atribuída à participação dos alunos na selecção das atividades a usar	18, 18.1

Questionário de conhecimentos sobre a unidade de ensino

Para conhecer as concepções alternativas, sobre o tema que iria lecionar, analisei as concepções estudadas por Giordan (1988), que correspondem às que os alunos apresentam mais frequentemente e, deste modo, ter uma primeira perspetiva sobre as possíveis concepções dos meus alunos. Assim, optei por fazer uma ficha diagnóstica, para conhecer as concepções alternativas de cada um dos alunos e, desta forma poder lecionar de acordo com os conhecimentos prévios sobre os conteúdos a abordar. Penso ter sido uma estratégia didática adequada pois consegui obter respostas que explicitaram as concepções dos alunos, permitindo-me transformá-las nas aulas. Da mesma forma, pude avaliar o impacto da intervenção pedagógica no sentido da (re)construção do conhecimento dos alunos, sendo-lhes pedido que respondessem a um mesmo questionário antes e depois da leção da unidade de ensino em questão (Anexo 2). Foi o facto do mesmo questionário ser aplicado antes (pré-teste) e depois da leção (pós-teste), que permitiu avaliar a evolução das concepções dos alunos comparando os resultados obtidos inicialmente e no final da unidade de ensino. Estes resultados foram complementados com a observação na sala de aula.

Este questionário contém apenas questões relacionadas com a unidade de ensino em questão, sendo unicamente referentes a conteúdos de nível de formulação de partida dos alunos (Quadro 4).

Quadro 4. Estruturação do pré/pós-teste sobre as dimensões, objetivos e questões do *questionário de conhecimentos sobre a unidade de ensino*

Dimensões	Objetivos	Questões
		Grupo I
Heterotrofia e autotrofia	Explicar a autotrofia e heterotrofia	1
Membrana plasmática	Explicar a importância atribuída à membrana plasmática	2 a)
	Descrever a estrutura e composição da membrana plasmática	2 b)
	Interpretar resultados experimentais sobre os movimentos transmembranares na osmose*	3.1, 3.1.1
	Formula hipóteses sobre a osmose para situações experimentais novas*	3.2, 3.3
Digestão intracelular	Identificar os organelos celulares e respetivas funções	4
	Explicar como se processa a digestão intracelular	5
Digestão extracelular	Explicar o que é a digestão extracelular	6
	Indicar as estruturas que contribuem para a eficácia do sistema digestivo	7.1, 7.2
		Grupo II
Fotossíntese	Fazer previsão de resultados sobre a importância da energia luminosa para a sobrevivência dos seres autotróficos	8
	Identificar a hipótese subjacente à realização de uma experiência*	9.1
	Descrever resultados experimentais*	9.2
	Tirar conclusões a partir de resultados experimentais*	9.3
	Explicar como ocorre o processo fotossintético	9.4
	Explicar a importância da fotossíntese para as plantas	9.5

*Os objetivos assinalados correspondem ao conhecimento processual avaliado. Os objetivos não assinalados correspondem ao conhecimento substantivo.

Com este questionário foi possível conhecer as conceções que os alunos tinham sobre os conteúdos da unidade e detetar possíveis conceções alternativas. Como tal, construiu-se um quadro com o nível de formulação desejado que permite definir se as respostas, de cada questão, são cientificamente aceites (ver subsecção 2.4.6). Por uma questão de limitação de páginas, do presente relatório, os exemplos das categorias de respostas, *Cientificamente Aceites (CA)*, *Incompletas (Inc)* e *Cientificamente não Aceites (CnA)*, dos alunos serão referidos na apresentação e discussão dos resultados.

Em termos de avaliação dos alunos, este questionário teve o valor de ficha diagnóstica e ficha formativa.

Aquando da análise das respostas dos alunos neste questionário, compreendi a importância de esclarecer algumas das concepções apresentadas, tendo sido relevante fazer uma entrevista de caráter individual. No entanto, devido à falta de tempo, não foi possível ser realizada.

Questionário de autoavaliação

Com o questionário de autoavaliação a que os alunos responderam depois da lecionação da unidade de ensino (Anexo 3) foi possível, para além de fornecer orientações introspectivas de avaliação do trabalho de cada aluno, constituindo um instrumento reforçador para a promoção da sua autorregulação, avaliar a evolução dos alunos ao nível do envolvimento na sua aprendizagem e das estratégias de estudo, e conseqüentemente, de que forma as aulas em que foi lecionada a unidade de ensino em questão, contribuíram para a variação destes parâmetros.

Esta avaliação poderia ter sido feita com base em apenas um mesmo questionário, respondido antes e depois da implementação do projeto. No entanto, valorizando a observação naturalista e observação participante regulares da turma, foi mais adequada a construção de um questionário mais curto e objetivo que permitisse, de uma forma geral, concluir acerca de alguns dos parâmetros mais importantes avaliados inicialmente, pois o período de intervenção foi muito curto para se observarem mudanças significativas. No quadro, abaixo representado (Quadro 5), é possível consultar brevemente a estruturação do questionário sobre as dimensões e respetivos objetivos e questões em que estas se avaliam.

Quadro 5. Estruturação das dimensões, objetivos e questões do questionário de autoavaliação

Dimensões	Objetivos	Questões
Dados pessoais	Descrever os dados pessoais dos alunos	1, 2
Atitude e comportamento face ao trabalho em grupo	Averiguar o envolvimento nas atividades realizadas em grupo	3.1.1., 3.1.4,
	Averiguar a gestão do trabalho pelos elementos do grupo	3.1.2, 3.1.3
	Averiguar as dificuldades de trabalhar em grupo	3.1.5, 3.1.6, 3.1.7
	Averiguar a gestão do trabalho pelos elementos do grupo	3.1.8
	Averiguar o contributo do trabalho em grupo para a aprendizagem dos alunos	3.1.9, 3.1.10, 3.1.11
Atitude e comportamento durante as aulas	Averiguar o envolvimento nas discussões e atividades realizadas	3.2.1., 3.2.2, 3.2.3, 3.2.4, 3.2.5
	Averiguar o envolvimento nos assuntos abordados	3.2.5, 3.2.6
	Averiguar as dificuldades sentidas	3.2.7, 3.2.8
	Averiguar o contributo das aulas para a aprendizagem dos alunos	3.2.10, 3.2.11

Quadro 5. Estruturação das dimensões, objetivos e questões do questionário de autoavaliação (continuação)

Dimensões	Objetivos	Questões
Atitude e comportamento durante as aulas	Averiguar o contributo das aulas para a motivação dos alunos	3.2.9, 3.2.12
Atitude e comportamento sobre a própria aprendizagem fora da sala de aula	Averiguar o envolvimento nas atividades sugeridas	3.3.1
	Averiguar as dificuldades sentidas	3.3.2, 3.3.3
	Averiguar o envolvimento a gestão do estudo	3.3.4, 3.3.5, 3.3.6, 3.3.7, 3.3.8
	Averiguar o contributo das aulas nas estratégias de estudo	3.3.9, 3.3.10, 3.3.11, 3.3.12
Aspetos das aulas mais relevantes para a aprendizagem dos alunos	Identificar os aspetos das aulas de que mais gostaram	4.1
	Identificar os aspetos das aulas que contribuíram mais para a aprendizagem dos alunos	4.2
	Identificar os aspetos das aulas de que menos gostaram	4.3
Estratégias de estudo	Identificar as estratégias de estudo usadas antes da lecionação da unidade de ensino “Obtenção de matéria – heterotrofia e autotrofia”, na disciplina de biologia e geologia	5
	Identificar as estratégias de estudo usadas depois da lecionação da unidade de ensino “Obtenção de matéria – heterotrofia e autotrofia”, na disciplina de biologia e geologia	6

2.4.5. Plano de recolha de dados

Todos os dados foram recolhidos durante as aulas de biologia e geologia desde outubro de 2011 a março de 2012, isto é, antes e durante a implementação do projeto de intervenção. A intervenção pedagógica ocorreu entre o final de fevereiro e o início de março de 2012, tendo a duração de sete aulas (quatro semanas) cuja duração, variável, foi já mencionada anteriormente.

Os primeiros dados recolhidos foram as notas de campo obtidas nas aulas de biologia e geologia ao longo de um mês, no período de outubro a novembro de 2011, que muito contribuíram para conhecer as características gerais da turma e definir um plano de intervenção que se adequasse a essas características.

Depois de desenhado o plano de intervenção, foi necessário construir um “questionário sobre atitudes e comportamentos dos alunos face às ciências e à unidade de ensino”, anónimo e individual, para determinar quais as estratégias de intervenção a seguir para atingir os resultados pretendidos, tendo em conta as motivações e fontes de desmotivação dos alunos. Este questionário foi respondido cerca de um mês antes da implementação do projeto.

Cerca de uma semana antes da intervenção pedagógica foi pedido aos alunos que preenchessem um “questionário de conhecimentos sobre a unidade” para conhecer as suas conceções iniciais sobre a unidade de ensino em questão e, desta forma, ajustar a intervenção às lacunas que os alunos apresentaram, como ficha diagnóstica, o pré-teste. No final da

intervenção pedagógica foi aplicado o mesmo questionário, como ficha formativa, o pós-teste e, assim, foi compreender a evolução dos conhecimentos dos alunos e avaliar a eficácia da implementação do projeto de intervenção num dos seus objetivos. Como tal, em ambos os momentos, o questionário foi de preenchimento individual e identificado.

Durante a intervenção pedagógica foram constantes as notas de campo de forma a ter um registo frequente dos comportamentos e atitudes dos alunos ao longo da mesma e, assim, poder compreender a sua evolução de aprender a aprender.

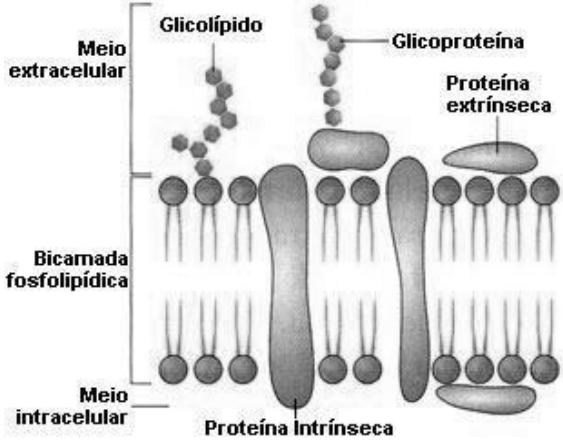
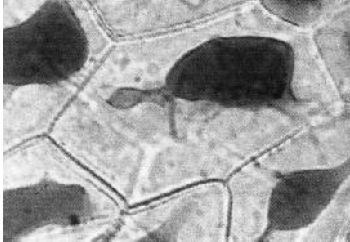
No final da intervenção pedagógica, os alunos preencheram um “questionário de autoavaliação”, individualmente e identificado, no qual puderam confrontar o comportamento e as atitudes perante o seu desempenho, e refletir sobre estes, durante as aulas abrangidas pelo projeto e, assim, foi-lhes permitido aperceberem-se dos aspetos que mais contribuíram para a sua aprendizagem, bem como os que menos contribuíram, ou até prejudicaram, de forma a reforçar comportamentos que os beneficiaram e evitar comportamentos que não os ajudaram a progredir.

Nenhum aluno recusou preencher qualquer dos questionários. No entanto, houve uma diminuição significativa da amostra desde os primeiros questionários para os últimos uma vez que a turma tinha ficado reduzida devido a anulações de matrícula pelos alunos.

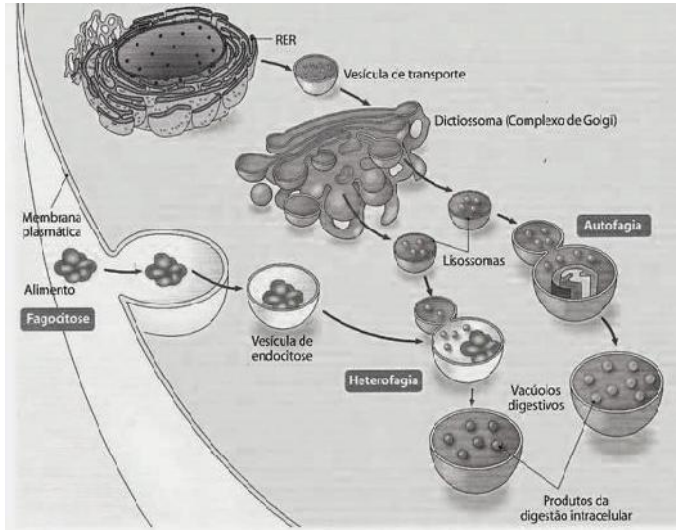
2.4.6. Tratamento e análise de dados

Como forma de tratamento dos dados obtidos nos questionários, foram recolhidas as respostas dos alunos e feita uma análise quantitativa, na qual foram descritas as suas frequências e percentagens. No entanto, no pré e no pós-teste, o tratamento dos dados foi ligeiramente diferente, pois interessou, sobretudo, analisar o conteúdo das respostas dadas pelos alunos no questionário de conhecimentos. Assim, em primeiro lugar estabeleceu-se uma correspondência entre cada tópico/conceito e as questões do questionário, definindo, para cada uma, um nível de formulação desejado que representa uma resposta cientificamente aceite (CA), isto é, a meta a atingir pelos alunos, tal como apresentado no quadro 6.

Quadro 6. Nível de formulação desejado a atingir pelos alunos nos tópicos/conceitos da unidade de ensino “Obtenção de matéria – heterotrofia e autotrofia”, do 10º ano de escolaridade, no pré/pós-teste

Tópico/Conceito	Questão	Nível de formulação desejado
Formas de obtenção de matéria pelos seres vivos – plantas e animais	1	Há nítidas diferenças na forma como os animais e as plantas obtêm a matéria de que precisam para viver. Partindo de um nível geral, pode, desde já, fazer-se uma categorização distinta para ambos, sendo os animais organismos consumidores - já que necessitam de obter matéria do meio em que vivem - e as plantas, organismos produtores – já que são capazes de produzir a sua própria matéria.
Membrana plasmática – função e estrutura	2 a)	A membrana plasmática permite o intercâmbio de substâncias entre a célula e o meio envolvente; sendo esta semipermeável, possibilita apenas a entrada de substâncias (nutrientes) nas células necessárias às suas atividades vitais que, a nível ampliado, seja de um organismo uni ou pluricelular, tem uma importância fundamental na sua obtenção de matéria.
	2 b)	Esquema, legendado, que represente o modelo de Singer e Nicholson para a membrana plasmática (identificando, corretamente, no mínimo os fosfolípidos dispostos numa bicamada e as proteínas intrínsecas e extrínsecas): 
Transportes transmembranares – osmose nas plantas, meios isotónico, hipertónico e hipotónico	3.1 e 3.1.1	 <p>Uma vez que o conteúdo celular se encontra concentrado num ponto da célula e o vacúolo apresenta pequena dimensão relativamente à usual, significa que a célula está plasmolisada, ou seja, a água contida no vacúolo saiu para o exterior da célula por osmose, para contrabalançar o aumento da concentração de soluto no meio extracelular, o que leva a concluir que a célula foi submetida a um meio hipertónico.</p>
	3.2	Se as células da planta estão a libertar a maioria das moléculas de água nelas presentes, a planta irá ficar com as suas células menos estiradas dado o défice de água e não terão possibilidade de realizar a sua atividade vital – é necessária água para que ocorra fotossíntese -. Consequentemente, a planta irá murchar, o que acabará por comprometer a sobrevivência da planta.

Quadro 6. Nível de formulação desejado a atingir pelos alunos nos tópicos/conceitos da unidade de ensino “Obtenção de matéria – heterotrofia e autotrofia”, do 10º ano de escolaridade, no pré/pós-teste (continuação)

Tópico/Conceito	Questão	Nível de formulação desejado
Transportes transmembranares – osmose nas plantas, meios isotónico, hipertónico e hipotónico	3.3	Quando células são colocadas num meio hipotónico há uma tendência de entrada de água por osmose para contrabalançar a concentrações de solutos nos meios intra e extracelular. Dado que as células animais dispõem apenas de uma membrana celular a delimitá-las do meio externo, e esta apresenta um limite de elasticidade, quando a entrada de água na célula excede esse limite de elasticidade, a membrana plasmática rompe, sendo que a célula sofre lise.
Digestão intracelular	4	“O retículo endoplasmático, o complexo de Golgi e os lisossomas são organelos celulares que desempenham respetivamente funções de síntese proteica, secretora e transporte.”
	5	 <p>Um esquema semelhante ou um texto equivalente serão válidos. Os pontos fundamentais a referir são: a importância do complexo endomembranar neste processo, sendo ele constituído pelo retículo endoplasmático, liso e rugoso, pelo complexo de Golgi e pelos lisossomas; o retículo endoplasmático sintetiza proteínas com função enzimática que são transportadas por vesículas de transporte para o complexo de Golgi, de onde se destacam os lisossomas que contém as enzimas sintetizadas no RE e substâncias segregadas pelo CG; os lisossomas fundem-se com as vesículas endocíticas contendo partículas alimentares, formando vacúolos digestivos, onde ocorre a digestão dessas partículas; os produtos resultantes da digestão são, depois, libertados para o exterior da célula por exocitose.</p>
Digestão extracelular, extracorporal	6	“As moléculas antes de serem absorvidas pelas células terão de sofrer uma digestão química, em reações de hidrólise, podendo essa digestão, nalguns seres pluricelulares ser completada em meio extracelular.”
Digestão extracelular, intracorporal - sistema digestivo humano	7.1	Algumas das características estruturais do sistema digestivo humano que contribuem para a eficácia da digestão são o esfago contráctil, a dentição e o estômago contráctil, por exemplo.
	7.2	As características estruturais do sistema digestivo humano que contribuem para a eficácia da absorção são as pregas intestinais, as vilosidades intestinais e as microvilosidades intestinais

Quadro 6. Nível de formulação desejado a atingir pelos alunos nos tópicos/conceitos da unidade de ensino “Obtenção de matéria – heterotrofia e autotrofia”, do 10º ano de escolaridade, no pré/pós-teste (continuação)

Tópico/Conceito	Questão	Nível de formulação desejado
Atividade biológica de uma planta – necessidades básicas de sobrevivência e produtos resultantes da sua atividade - fotossíntese	8	É possível manter uma planta na obscuridade, por algum tempo, desde que antes tenha sido iluminada, pois as plantas utilizam uma fonte de luz para realizar fotossíntese e, conseqüentemente produzir os seus compostos orgânicos de que necessita para efetuar as suas atividades vitais. No entanto, as plantas à medida que produzem matéria vão utilizando uma parte e reservando outra, o que permite às plantas sobreviver de noite, por exemplo.
	9.1	A hipótese que o investigador colocou para a realização desta experiência foi a influência da distância de um ser fotoautotrófico à fonte de luz na sua atividade fotossintética.
	9.2 e 9.3	Quanto mais próxima a elódea estiver da fonte de luz mais bolhas de oxigénio liberta. Estes resultados permitem concluir que quanto mais próxima estiver a fonte de luz, maior a intensidade da atividade fotossintética da elódea.
	9.4	<p>O processo fotossintético ocorre em duas fases, uma dependente diretamente da luz - a fase fotoquímica, através da qual os seres fotoautotróficos transformam a energia luminosa em energia química, isto é, a energia luminosa é usada para despoletar as reações químicas iniciais, ocorrendo a fotólise da água, síntese de ATP e formação de moléculas e NADPH, e ocorre ao nível das membranas tilacoidais dos cloroplastos das células fotossintéticas - e uma fase não dependente diretamente da luz – a fase química – através da qual o CO₂ é incorporado, são sintetizados os compostos orgânicos, na qual intervêm o poder redutor das moléculas de NADPH e a energia química contida no ATP (formados na fase fotoquímica), e há regeneração das pentoses usadas para formar os compostos orgânicos, ocorrendo ao nível do estroma dos cloroplastos das células fotossintéticas.</p> <p>Na fase inicial, as moléculas de clorofila absorvem a energia luminosa quando a luz solar atinge estes pigmentos, deixando os seus eletrões ficam excitados, que passam para níveis de energia superiores; os eletrões excitados são cedidos a moléculas vizinhas aos pigmentos – aceitadores de eletrões – conduzindo a uma reação fotoquímica de oxidação-redução; gera-se uma corrente eletrões ao longo de uma série de proteínas dispostas pela membrana interna dos cloroplastos, o que proporciona uma libertação de energia, que é usada para formar ATP a partir de ADP e um fosfato – fosforilação;</p> <p>este fluxo de eletrões permite ainda formar moléculas de NADPH por redução de NADP; as moléculas de NADPH, tal como o ATP, são fundamentais para a formação de compostos orgânicos (na fase química). A água captada do meio é oxidada por ação da luz - fotólise – resultando eletrões (hidrogénios e oxigénios).</p> <p>Na fase seguinte, uma molécula de CO₂, captada do meio, reage com uma pentose (presente no estroma) – RuDP -, resultando uma molécula instável de seis átomos de carbono. Esta molécula origina duas moléculas com três átomos de carbono – fosfoglicerato (PGA), sendo que cada uma destas moléculas é fosforilada pelo ATP e, depois, é reduzida por hidrogénios provenientes das moléculas de NADPH, formando aldeído fosfoglicérico (PGAL). A maior parte das moléculas de PGAL formadas são usadas para regenerar a RuDP, sendo que uma pequena minoria é usada para sintetizar compostos orgânicos.</p>
	9.5	A fotossíntese é o processo através do qual as plantas produzem a sua própria matéria orgânica necessária para a sua sobrevivência.

Numa segunda etapa analisaram-se as respostas dos alunos em função do nível de formulação desejado, o que permitiu considerar uma resposta como cientificamente aceite. Desta forma, foi feita uma análise qualitativa das respostas dos alunos, o que exigiu a categorização das mesmas, dada a sua variedade. As categorias de análise usadas, que estiveram também presentes noutros estudos (Vieira, 2007; Viegas 2010), foram:

- *Respostas cientificamente aceites (CA)*, que contêm as ideias científicas requeridas pela questão
- *Respostas incompletas (Inc)*, que contêm apenas algumas das ideias científicas requeridas pela questão, mas não contêm aspetos cientificamente não válidos, pois, se simultâneo, contiver ideias cientificamente aceites e não aceites são consideradas respostas cientificamente não aceites, não sendo incluídas nesta categoria
- *Respostas cientificamente não aceites (CnA)*, que são compreensíveis mas que não contêm aspetos cientificamente aceites ou, então, contêm, em simultâneo, ideias cientificamente não aceites e aceites
- *Não responde (Nr)*, que inclui as situações em que a questão é deixada em branco (ausência de resposta) e respostas compreensíveis mas que contêm uma repetição da questão
- *Respostas ambíguas*, que não são compreensíveis

De forma a explicitar estas categorias, serão referidos exemplos de respostas dos alunos na discussão dos resultados.

Por fim, procedeu-se da mesma forma para o tratamento dos dados recolhidos nos restantes questionários, efectuando-se uma análise quantitativa na qual se descreveram as frequências e as percentagens de respostas para cada categoria definida.

Os dados obtidos com as notas de campo foram usados para cruzar com os dados obtidos nos questionários.

CAPÍTULO III

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA

3.1. Introdução

Para avaliar, metodicamente, a intervenção pedagógica serão analisados os resultados obtidos com os instrumentos construídos - questionários e notas de campo -, em função dos objetivos de investigação, por secções: evolução da capacidade dos alunos para estabelecerem objetivos de aprendizagem e as tarefas necessárias para os alcançar (3.2), analisar a evolução dos conhecimentos substantivo, epistemológico e processual na unidade de ensino “Obtenção de matéria – heterotrofia e autotrofia” (3.3), e analisar se há alguma relação entre a mudança nos objetivos com que os alunos aprendem biologia e geologia, mais especificamente na unidade de ensino “Obtenção de matéria – heterotrofia e autotrofia”, e na sua motivação para aprender (3.4).

3.2. Evolução da capacidade dos alunos para estabelecerem objetivos de aprendizagem e as tarefas necessárias para os alcançar

3.2.1. Objetivos para a escolha do curso “científico-humanístico de ciências e tecnologias” e estratégias de aprendizagem na disciplina de biologia e geologia

3.2.1.1. Perceção inicial sobre os objetivos

Tendo em conta o registo das observações efetuadas na turma em estudo, no início do estágio, verificou-se que o insucesso evidente dos alunos, já descrito na subsecção 2.2.2., era resultado, muito provável, das atitudes e comportamentos não regulados dos alunos. Como tal, pretendeu-se determinar as origens concretas desses mesmos comportamentos e atitudes para

neles intervir e, deste modo, conduzir os alunos a aprenderem a aprender e a autorregular a sua aprendizagem. Esses resultados estão descritos a seguir.

Em primeiro lugar, pretendeu-se determinar o que levou os alunos a escolher o curso ‘científico-humanístico de ciências e tecnologias’ (Tabela 8), já que era uma questão que também os professores das outras disciplinas levantavam, dado o seu insucesso escolar nas mesmas, tal como já foi referido na subsecção 1.2.1.

Tabela 8. Frequência e percentagem das motivações dos alunos para a escolha do curso “científico-humanístico de ciências e tecnologias”

Categorias de respostas	(N=24)	
	f	%
- Dentro das opções é o que mais se identifica comigo	15	62,5
- Porque pretendo concorrer a um curso universitário da área das ciências	15	62,5
- Amigos/família aconselharam-me esta escolha	13	54,2
- Porque gosto de ciências	12	50
- Sempre quis seguir este curso	3	12,5
- Porque é o curso com mais saídas	2	8,3
- Porque é o curso que me permite ingressar na universidade para o curso que pretendo	2	8,3
- Não sabia que curso escolher, por isso foi uma escolha feita ao acaso	1	4,2

Nota: os alunos podiam seleccionar mais do que uma opção de resposta

Como se pode verificar, a grande maioria dos alunos escolheu o curso ‘científico-humanístico de ciências e tecnologias’ de forma consciente e de acordo com as suas motivações, contrariamente ao que eu e os restantes professores da turma tínhamos suposto. Cerca de 63% da turma escolheu este curso por ser o que mais se identifica consigo e, na mesma percentagem, foram os alunos que escolheram este curso por ser o exigido pelo curso universitário em que pretendem ingressar. Contudo, uma grande parte dos alunos (54%) escolheu o curso porque os amigos/família aconselharam, e apenas metade da turma fez esta escolha por gostar de ciências.

Mais importante do que saber por que motivo é que os alunos escolheram o curso, é compreender o que os motiva para a aprendizagem das ciências. Na tabela 9 estão apresentados os resultados das escolhas dos alunos para cada argumento para a aprendizagem das ciências, segundo Wellington (2001).

Tabela 9. Frequência e percentagem dos objetivos dos alunos para a aprendizagem das ciências

Categorias de respostas	(N=24)	
	f	%
<i>Desenvolver competências de cidadania</i>		
- Ficar com o conhecimento científico necessário para ser um cidadão ativo e participativo na resolução de problemas sociais, por exemplo, relacionados com o ambiente ou a saúde	12	50
- Ficar com conhecimentos para tomar decisões cientificamente fundamentadas sobre a minha saúde	9	37,5
<i>Valor utilitário das ciências</i>		
- Preparar-me para alguns cursos na universidade que envolvem a ciência	19	79,2
- Preparar-me para alguns empregos que envolvem a ciência	17	70,8
- Desenvolver a capacidade crítica, criativa, reflexiva e de iniciativa	9	37,5
- Desenvolver competências genéricas na área da geologia, biologia e na sua relação com a tecnologia	6	25
- Desenvolver competências de investigação	3	12,5
<i>Valor intrínseco das ciências</i>		
- Ficar com conhecimentos que preciso para usar no meu quotidiano, por exemplo, proteger-me de fenómenos naturais, saber escolher os materiais de construção para a minha casa	13	54,2
- “Aprofundar” os conhecimentos nestas ciências porque me dá satisfação	12	50
- Ficar a saber explicar os fenómenos naturais, fazendo com que estes tenham sentido para mim	7	29,2

Nota: os alunos podiam selecionar mais do que uma opção de resposta

Como é possível averiguar na tabela 9, a maior parte dos alunos escolheu o curso “científico-humanístico de ciências e tecnologias” pelo *valor utilitário das ciências*.

De modo a compreender o que levou os alunos a quererem aprender na disciplina de biologia e geologia, e as suas expectativas na disciplina, questionou-se a turma acerca dos seus objetivos de aprendizagem na mesma (Tabela 10).

Tabela 10. Frequência e percentagem dos objetivos de aprendizagem de biologia e geologia, nos alunos do 10º ano de escolaridade

Categorias de respostas	(N=24)	
	f	%
- Adquirir conhecimentos sobre os fenómenos naturais, sobre o planeta e sobre os seres vivos	15	62,5
- Desenvolver competências sobre a biologia	4	16,7
- Desenvolver competências para resolver problemas no futuro que envolvam o conhecimento científico	4	16,7
- Adquirir conhecimentos sobre o corpo humano	3	12,5
- Fazer a disciplina	1	4,2

Nota: alguns alunos referiram mais do que um objetivo na sua resposta

A grande maioria dos alunos (63%) tem como objetivos de aprendizagem de biologia e geologia, a aquisição de conhecimentos, sobretudo sobre os fenómenos naturais, sobre o planeta e sobre os seres vivos. Este facto é interessante na medida em que este objetivo se insere no *valor intrínseco das ciências* e, este, não foi o argumento que se registou com maior

frequência na turma, tal como se pode verificar nos dados anteriores (na Tabela 9). Assim, posso concluir que há uma incoerência nas motivações que os alunos apresentam podendo indicar que estes ainda estão a tentar compreender o que mais os cativa.

Pretendeu-se averiguar qual a expectativa dos alunos sobre a unidade de ensino em questão (Tabela 11).

Tabela 11. Frequência e percentagem dos objetivos de aprendizagem na unidade de ensino “Obtenção de matéria – heterotrofia e autotrofia” na disciplina de biologia e geologia no 10º ano de escolaridade dos alunos

	(N=24)	
	f	%
- Adquirir mais conhecimentos sobre os seres vivos	10	41,6
- Aprender todos os conteúdos da unidade	6	25
- Aprender todos os conteúdos e saber aplicá-los no quotidiano	3	12,5
- Compreender como os seres vivos obtêm energia/matéria e processos associados	1	4,2
- Aprender mais sobre as plantas	1	4,2
- Aprender o suficiente para ter uma boa nota no teste	1	4,2
- Não sabe	1	4,2
- Não reposta	1	4,2

Mais uma vez se verifica que o que os alunos pretendem com a aprendizagem de biologia e geologia, mais especificamente nesta unidade de ensino, seja adquirir conhecimentos, sobretudo sobre os seres vivos (42%); alguns mencionam ainda que pretendem aprender todos os conteúdos sobre a unidade de ensino (25%) e aprender a aplica-los no seu quotidiano (13%).

3.2.1.2. Algumas evidências sobre os objetivos que os alunos procuraram alcançar durante a aprendizagem

Para determinar se houve evolução na capacidade dos alunos estabelecerem objetivos de aprendizagem, foram usadas as notas de campo para cruzar com os dados apresentados anteriormente. Teria sido mais vantajoso aplicar um questionário final aos alunos para obter dados que revelassem os seus objetivos de aprendizagem no final da intervenção pedagógica, contudo não houve disponibilidade de tempo para o fazer.

O facto de os alunos terem demonstrado interesse na aprendizagem de todos os conteúdos lecionados, participando e, muitas vezes até, “atropelando-se” nas participações, solicitadas e não solicitadas, assumido as suas dúvidas nas aulas procurando esclarecê-las, colocando questões pertinentes, e frequentando as aulas de apoio, são evidências de que os alunos reformularam os seus objetivos, não procurando apenas na aprendizagem das ciências o

seu valor utilitário, como tinha sido evidenciado nos questionários iniciais. Para além disso, sempre que era executada uma atividade nas aulas, esta era, primeiramente apresentada, explicando os seus objetivos e forma de execução e, por fim procurando uma motivação dos alunos para a fazerem, demonstrando que esta era importante, pois determinaria o sucesso da sua aprendizagem.

3.2.1.3. Discussão

Dado o comportamento e atitude gerais da turma (descritos na subsecção 1.2.1.), observados antes da implementação do projeto, levantaram-se algumas questões que procuraram resposta no “questionário sobre atitudes e comportamentos dos alunos face às ciências e à unidade de ensino”. Segundo os dados recolhidos, a maioria dos alunos tem objetivos de aprendizagem estabelecidos, contudo, um pouco desfasados do que a biologia e geologia representa, pois o que estes alunos procuram, em grande parte é, de acordo com Wellington (2000), a utilidade da biologia na vida quotidiana, desenvolvendo competências genéricas, e a preparação para empregos que envolvem, de alguma forma, a ciência. Tal como já foi referido, o conhecimento não é recebido passivamente, mas é ativamente construído pelo sujeito cognescente (Glaserfeld, 1988), o que significa que é necessário haver predisposição do aluno para este trabalho. No entanto, o que se verificou é que os alunos tinham metas definidas relacionadas com o seu futuro, como forma de estímulo para a sua aprendizagem, mas não tinham a noção do empenho necessário para as alcançar, apesar de no final da intervenção pedagógica alguns dos alunos terem assumido ter despertado neles essa noção: “(...) eu sei que consigo fazer mais do que o que fiz até agora, e com estas notas não vou conseguir entrar no curso que quero, por isso, prefiro anular matrícula este ano e, para o ano, empenhar-me como deve ser.” (Mónica)

Neste sentido, para que os alunos alcançassem esse sucesso escolar pretendido seria necessário que aprendessem a autorregular a sua aprendizagem para que desenvolvessem ações cujo intuito fosse alterar o seu comportamento atual. Esta ideia também é defendida por Silva (2004), que argumenta que a autorregulação da aprendizagem inicia-se com a definição dos objetivos que o aluno pretende alcançar, e continua com a preparação de um plano de trabalho e com a execução das ações planeadas em interação com o meio, onde as motivações

e ambições se transformam em incentivos que ajudam a manter a persistência e a direção do comportamento, e finaliza com a avaliação dos resultados, comparando-os com os pretendidos.

3.2.2. Estratégias de aprendizagem para alcançar os objetivos em biologia e geologia

3.2.2.1. Percepção inicial sobre as estratégias

Como forma de poder adequar a lecionação e o projeto de intervenção a esta turma interessou averiguar quais as principais dificuldades de aprendizagem dos alunos (Tabela 12) bem como o que consideram mais fácil aprender em biologia e geologia (Tabela 13).

Tabela 12. Frequência e percentagem das principais dificuldades de aprendizagem dos alunos na disciplina de biologia e geologia

Categorias de respostas	(N=24)	
	f	%
- Memorizar termos/conceitos, não explica porquê/pela grande quantidade/por não serem familiares/porque exige estudo e paciência/ porque alguns são de difícil compreensão	8	33,3
- Tudo, porque há conteúdos que não compreende mesmo com a ajuda do professor/ porque a matéria é mais difícil/ por ser estrangeiro	4	16,7
- O estudo das rochas (e vulcões), porque é confuso/porque é de difícil compreensão/ não cativa	3	12,5
- Novos conceitos, porque são mais “aprofundados”	1	4,2
- As explicações da professora, ou por distração ou porque esta usa palavras que não se compreendem	1	4,2
- A quantidade de matéria para compreender, justificação não coincidente com a pergunta	1	4,2
- Estruturar as respostas às questões, porque as ideias não surgem de forma sequencial e muitas vezes é necessário riscar e iniciar nova resposta	1	4,2
- Memorizar vários conceitos e compreender a matéria em simultâneo, não explica porquê	1	4,2
- Compreender algumas teorias, não explica porquê	1	4,2
- Relacionar diferentes conteúdos, porque as aulas dos anos anteriores eram diferentes	1	4,2
- Como se processam determinados fenómenos, por serem demasiado complicados	1	4,2
- Não resposta	1	4,2

De acordo com os dados da tabela 12, sobre as principais dificuldades de aprendizagem dos alunos na disciplina de biologia e geologia, os alunos sentem mais dificuldade em memorizar termos/conceitos ou porque são complexos e extensos, ou porque não têm vontade (33%), em todos os conteúdos por serem de difícil compreensão (17%) e na componente da geologia pelo mesmo motivo (13%).

Os resultados sobre os conteúdos que os alunos consideram mais fáceis de aprender na disciplina de biologia e geologia apresentados na tabela 13 complementam estes dados.

Tabela 13. Frequência e percentagem dos conteúdos que os alunos consideram mais fáceis de aprender, na disciplina de biologia e geologia

Categorias de respostas	(N=24)	
	f	%
- Vulcões e sismos, porque ouve sobre esse assunto e vê muitos filmes sobre o mesmo/porque permite conhecer as suas medidas de proteção	3	12,5
- Nada, mas não sabe explicar porquê/ porque a disciplina é difícil	2	8,3
- Os conteúdos relacionados com o quotidiano, porque se são assuntos com os quais se lidam com frequência são de maior compreensão	2	8,3
- Aulas práticas, não explica porquê/porque há maior compreensão dos conceitos envolvidos	2	8,3
- Os fenómenos naturais, não explica porquê	1	4,2
- Quase toda a matéria, pois já foram estudadas em anos anteriores	1	4,2
- Os conteúdos que já foram estudados em anos anteriores, porque são bases	1	4,2
- O estudo dos seres vivos/ corpo humano, porque cativa	1	4,2
- Conteúdos relacionados com o planeta Terra, porque é cativante compreender os seus fenómenos	1	4,2
- Memorizar termos e etapas de fenómenos, por ter boa memória	1	4,2
- Interpretar textos, porque é difícil detetar a informação necessária para a elaboração das respostas às questões associadas	1	4,2
- As teorias, porque implicam apenas compreensão	1	4,2
- Como se processam determinados fenómenos, por serem sequenciais	1	4,2
- Qualquer matéria desde que seja com PowerPoints, porque há discussão da mesma entre a professora e os alunos	1	4,2
- A geologia, não explica porquê	1	4,2
- A biologia, porque cativa	1	4,2
- Resposta ambígua	1	4,2
- Não resposta	2	8,3

Segundo as respostas dos alunos, não há um registo maioritário do que consideram ser mais fácil de aprender em biologia e geologia, sendo diversas as categorias em que consideram a sua aprendizagem mais eficaz. No entanto, os conteúdos sobre vulcões e sismos foram os que tiveram um maior registo, embora de poucos alunos (13%). Como é possível verificar, apesar das várias categorias de resposta, a maioria relaciona-se ou com conteúdos que já aprenderam em anos anteriores ou com conteúdos que estão associados, de alguma forma, ao quotidiano dos alunos.

As estratégias de estudo que os alunos utilizam para estudar (Tabela 14) foram averiguadas para compreender em que medida estas poderiam estar relacionadas com o seu insucesso escolar e, assim, poder orientar o seu estudo no sentido contrário.

Tabela 14. Frequência e percentagem das estratégias de aprendizagem dos alunos na disciplina de biologia e geologia

Categorias de respostas	(N=24)	
	f	%
- Executar exercícios	8	33,3
- Ler o manual	7	29,2
- Fazer resumos	6	25
- Tomar apontamentos nas aulas (no caderno diário e no manual/ e organizá-los posteriormente)	5	20,8
- Prestar atenção nas aulas	3	12,5
- Fazer pesquisas	3	12,5
- Fazer resumos e escrevê-los várias vezes para decorar a matéria	2	8,3
- Ler os apontamentos	2	8,3
- Ler os ficheiros (PowerPoints, fichas de trabalho,...) enviados pela professora	2	8,3
- Nada	1	4,2
- Realizar as fichas de trabalho nas aulas	1	4,2
- Fazer resumos no final de cada aula	1	4,2
- Fazer os trabalhos de casa	1	4,2
- Executar os testes pela segunda vez para corrigir os erros e não voltar a cometê-los	1	4,2
- Estudo diário	1	4,2
- Não resposta	1	4,2

Nota: alguns alunos referiram mais do que uma estratégia na sua resposta

A maioria dos alunos faz exercícios (33%), lê o manual (29%) e faz resumos (25%) para estudar biologia e geologia. Estas estratégias são eficazes mas não isoladamente, isto é, estas estratégias, bem como outras mencionadas pelos alunos tendem a ser eficazes quando combinadas. Segundo os dados recolhidos, a maioria dos alunos (42%) utiliza apenas uma estratégia de ensino, ao passo que cerca de 21% utiliza duas estratégias de estudo e, na mesma percentagem, estão os alunos que combinam três estratégias de ensino.

Para além disto, importou saber, também, que tempo dedicam os alunos ao estudo da disciplina (Tabela 15).

Tabela 15. Frequência e percentagem da frequência de estudo dos alunos na disciplina de biologia e geologia

Categorias de respostas	(N=24)	
	f	%
- Todas as semanas	9	37,5
- Dois ou três dias antes do teste	7	29,2
- Uma semana antes do teste	5	20,8
- No dia anterior ao teste	3	12,5

Uma parte considerável da turma assume estudar todas as semanas biologia e geologia (38%), ao passo que cerca de 29% estuda apenas dois ou três dias antes do teste. Este facto é questionável, pois não há motivo aparente para o insucesso dos alunos se estes estudam todas

as semanas esta disciplina. A dúvida que se levanta é se estudam da forma adequada para atingir os objetivos de aprendizagem, isto é, que estratégias de estudo utilizam (Tabela 16).

Tabela 16. Frequência e percentagem das estratégias de estudo dos alunos na disciplina de biologia e geologia

Categorias de respostas	(N=24)	
	f	%
- Leio o manual	18	75
- Faço os exercícios propostos pela professora e/ou os exercícios do manual e caderno de atividades, mesmo que não tenham sido trabalho para casa	16	66,7
- Verifico se os conhecimentos que vou adquirindo correspondem aos objetivos de aprendizagem	8	33,3
- Frequento aulas de apoio	8	33,3
- Faço apenas os trabalhos de casa	7	29,2
- Faço pesquisas por iniciativa própria sobre temas que me cativem ou quando tenho dúvidas sobre temas lecionados	7	29,2
- Fazer resumos da matéria	3	12,5
- Esclarecer dúvidas por e-mail com a professora	1	4,2
- Nenhum	1	4,2

Nota: alguns alunos referiram mais do que uma estratégia na sua resposta

Seria de esperar que as respostas às duas questões a que correspondem os quadros anteriores (questões 9 e 10.2 do questionário) fossem semelhantes, uma vez que ambas questionam os alunos acerca das suas estratégias de estudo em biologia e geologia, apenas tendo uma formulação diferente: a primeira trata-se de uma pergunta aberta, e a segunda de uma pergunta fechada. No entanto, na segunda questão (questão 10.2) a grande maioria dos alunos indicou a leitura do manual como estratégia de estudo (75%), seguida da execução de exercícios (cerca de 67%), enquanto na questão anterior (questão 9 do questionário) se tinham verificado em menor percentagem (Tabela 14). Um dado importante é o facto de cerca de 33% dos alunos ter mencionado frequentar as aulas de apoio como estratégia de estudo e a professora da disciplina alegar que os alunos nunca frequentavam as aulas de apoio.

Para cruzar com os dados das notas de campo relativamente à interpretação de enunciados de questões e expressão oral e escrita destes alunos, questionaram-se os mesmos acerca do seu comportamento face às fichas formativas/fichas sumativas (Tabela 17) e, assim, compreender se a sua incapacidade nos exercícios escritos está relacionada com o nível de atenção/concentração que dedicam à execução dos exercícios ou está mesmo relacionada com uma questão de interpretação de texto (Tabela 18).

Tal como é possível verificar na tabela 17, a grande maioria dos alunos (84%) dedica atenção à leitura dos enunciados das questões.

Tabela 17. Frequência e percentagem do comportamento dos alunos face a fichas formativas/fichas sumativas na disciplina de biologia e geologia

Categorias de respostas	(N=24)	
	F	%
- Antes de responder às questões leio-as com atenção e certifico-me que a resposta que dou vai de encontro ao que é pedido	20	83,3
- Quando corrigimos as fichas de trabalho registo as correções para poder estudar melhor para o teste	15	62,5
- Quando recebo o teste, vejo as questões que errei ou deixei incompletas para estudar melhor a matéria	13	54,2
- Não dedico muita atenção ao enunciado das questões, leio-as rápido para poder responder com prontidão	2	8,3
- Às vezes esqueço-me de responder a algumas questões	1	4,2

Nota: os alunos podiam selecionar mais do que uma opção de resposta

Para além disto, os dados indicam, ainda, que grande parte dos alunos (63%) se interessa por registar as correções dos exercícios para poder estudar melhor. Outro dado relevante, levantado nesta abordagem, foi o facto de mais de metade da turma (54%) afirmar ver as questões que errou nos testes ou deixou incompletas para estudar melhor a matéria.

A tabela 18, mostra a frequência das dificuldades sentidas pelos alunos na interpretação de enunciados/questões nas fichas formativas e nas fichas sumativas.

Tabela 18. Frequência e percentagem das dificuldades sentidas pelos alunos na interpretação de enunciados/questões nas fichas formativas e nas fichas sumativas

	(N=24)									
	Nenhuma vez		Poucas vezes		Algumas vezes		Muitas vezes		Sempre	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
-Nas fichas formativas e nas fichas sumativas	2	8,3	7	29,2	13	54,2	1	4,2	1	4,2
-Nas fichas de trabalho e nos exercícios do manual	2	8,3	16	66,7	4	16,7	1	4,2	1	4,2

Cerca de 54% dos alunos assume sentir dificuldade algumas vezes na interpretação de enunciados nas fichas formativas e sumativas, ao passo que a maioria da turma (67% dos alunos) sente dificuldade apenas poucas vezes na interpretação de enunciados nas fichas de trabalho e exercícios do manual.

De modo a ajustar a metodologia às características desta turma, questionaram-se os alunos acerca das que gostam mais (Tabela 19) e das atividades que gostam menos (Tabela 20) de fazer nas aulas, para assim fazer uma planificação das aulas que, em si, constituam um dos instrumentos da intervenção pedagógica.

A tabela 19, mostra as estratégias de ensino que os alunos gostam mais nas aulas de biologia e geologia.

Tabela 19. Frequência e percentagem das estratégias de ensino que os alunos gostam mais nas aulas de biologia e geologia

Categorias de respostas	(N=24)	
	f	%
- Atividades de laboratório, não explica porquê/permitem compreender melhor os conteúdos associados/permitem visualizar alguns fenómenos e usar materiais de laboratório/porque permitem aplicar os conceitos teóricos que se estudaram	12	50
- Aulas práticas, porque não são enfadonhas/não explica porquê/consegue-se prestar atenção por não serem enfadonhas/porque são simulações de acontecimentos relacionados com os conteúdos estudados/porque são diferentes/porque não são cansativas/porque são motivadoras	8	33,3
- Visualização de documentários/filmes, não explica porquê/porque permitem compreender melhor os conteúdos associados	4	16,7
- Escrever no caderno diário, porque facilita o estudo	3	12,5
- Aulas de campo	1	4,2
- Visualização de PowerPoints, porque são mais abrangentes do que o manual/porque é uma forma mais motivante de aprender	1	4,2
- Esquemas feitos no Quadro	1	4,2

Nota: alguns alunos referiram mais do que um objetivo na sua resposta

De acordo com resultados, as atividades que a maioria dos alunos mais gosta de fazer nas aulas são as atividades de laboratório (50%) por serem uma aplicação dos conceitos aprendidos e, assim, podem consolidá-los. As aulas práticas foram referidas por cerca de 33% dos alunos pois, de uma forma geral, cativa a sua atenção. Na minha interpretação, se os alunos gostam mais destas estratégias de ensino, é porque se sentem mais competentes nelas, logo, a sua aprendizagem é mais eficaz enquanto estão a executar as atividades

A tabela 20, mostra as estratégias de ensino que os alunos gostam menos nas aulas de biologia e geologia.

Em oposto às aulas práticas, em que se registou maior preferência pela turma, parte dos alunos (17%) indica as aulas teóricas como o que gostam menos em biologia e geologia, pois são entediantes, cansativas e dificultam a memorização dos conteúdos.

Tabela 20. Frequência e percentagem das estratégias de ensino que os alunos gostam menos nas aulas de biologia e geologia

Categorias de respostas	(N=24)	
	f	%
- Aulas teóricas, porque são muito cansativas/enfadonhas/porque levam a que os alunos esqueçam rapidamente os conteúdos aprendidos anteriormente	4	16,7
- Quando o professor lê o manual, porque compreendem-se melhor os conteúdos quando são explicados de formas diferentes	3	12,5
- Execução de exercícios, porque é enfadonho/não explica porquê	2	8,3
- Fichas formativas, não explica porquê/porque, por vezes, a matéria ainda não está compreendida	2	8,3
- Copiar muita informação (do PowerPoint) para o caderno diário, não explica porquê/é enfadonho	2	8,3
- Uso do V de Gowin no trabalho laboratorial, não explica porquê/porque não compreende	2	8,3
- Escrever o que é ditado, porque se perde a atenção	1	4,2
- Estudar temas que não gosta	1	4,2
- Visualização de PowerPoints/leitura do manual, não explica porquê/porque é difícil de memorizar/compreender os conteúdos	1	4,2
- Elaboração de relatórios do trabalho laboratorial, porque é difícil e é uma perda de tempo e, no caso de serem realizados em grupo, nem sempre é possível juntar todos os elementos	1	4,2
- Fichas sumativas, porque é injusto os alunos serem avaliados pelos seus conhecimentos apenas numa prova, num dia	1	4,2
- Aulas expositivas sem recursos didáticos, porque é difícil prestar atenção e reter alguma informação	1	4,2
- Interpretação de textos, porque é fácil e menos útil do que fazer exercícios ou aprender novos conteúdos	1	4,2
- Nada, não explica porquê	1	4,2
- Não resposta	1	4,2

Para compreender mais pormenorizadamente as metodologias que os alunos preferem e, assim, poder otimizar a intervenção pedagógica, foram colocadas três questões fechadas aos alunos (para tornar as respostas mais objetivas e, assim, mais úteis para o desenho da planificação): que atividades preferiam fazer, que atividades e tipo de aula consideram contribuir mais para a sua aprendizagem na unidade de ensino que iria lecionar (Tabela 21, Tabela 22 e Tabela 23, respetivamente).

A tabela 21 mostra as estratégias de ensino que os alunos preferem usar aulas de biologia e geologia. Relativamente às atividades que os alunos preferiam usar na unidade de ensino, foram indicadas pela maioria dos alunos como as atividades a fazer nas aulas de biologia e geologia, na unidade de ensino em questão, a exploração de PowerPoint pela professora com a participação dos mesmos (46%), a visualização de filmes seguidos de debate (54%), atividades de laboratório (50%), atividades de campo (67%), a aprendizagem baseada na resolução de problemas (58%), fazer resumos da matéria (46%) e histórias de vida semelhantes às reais para resolução de problemas (42%). Como atividades a realizar poucas vezes, os alunos indicaram na maioria o uso do V de Gowin no trabalho de laboratório/campo (42%) e mais fichas sumativas (46%).

Tabela 21. Frequência e percentagem das estratégias de ensino que os alunos preferem usar nas aulas de biologia e geologia

	(N=24)									
	Nenhuma vez		Poucas vezes		Algumas vezes		Muitas vezes		Sempre	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
- Exploração de PowerPoint pela professora com a participação dos alunos			3	12,5	7	29,2	11	45,8	3	12,5
- Fichas de trabalho			3	12,5	12	50	7	29,2	2	8,3
- Visualização de filmes seguidos de debate			3	12,5	5	20,8	13	54,2	3	12,5
- Atividades de laboratório			1	4,2	4	16,7	12	50,0	7	29,2
- Atividades de campo					4	16,7	16	66,7	4	16,7
-Elaboração de relatórios do trabalho laboratorial/campo	1	4,2	9	37,5	9	37,5	3	12,5	2	8,3
-Uso do V de Gowin no trabalho laboratorial/campo	1	4,2	10	41,7	10	41,7	3	12,5		
-Histórias de vida semelhantes às reais para resolução de problemas					14	58,3	10	41,7		
-Jogos de simulação para resolução de problemas, onde cada aluno teatraliza um papel como ator numa situação simulada	1	4,2	5	20,8	7	29,2	8	33,3	3	12,5
- Pesquisas na internet			2	8,3	10	41,7	9	37,5	3	12,5
- Pesquisas na biblioteca			6	25	11	45,8	5	20,8	2	8,3
-Aprendizagem baseada na resolução de problemas			1	4,2	10	41,7	14	58,3		
-Projetos de educação para o desenvolvimento sustentável a envolver as aulas de biologia e geologia e outras aulas			8	33,3	11	45,8	5	20,8		
- Usar o manual da disciplina			4	16,7	10	41,7	9	37,5	1	4,2
- Usar notícias da televisão e/ou jornais	1	4,2			16	66,7	7	29,2		
- Usar revistas científicas	1	4,2	2	8,3	13	54,2	8	33,3		
- Usar mapas de conceitos			5	20,8	13	54,2	6	25		
- Fazer resumos da matéria	1	4,2	1	4,2	6	25	11	45,8	5	20,8
- Fazer fichas formativas	1	4,2	4	16,7	11	45,8	7	29,2		
- Haver mais testes sumativos	5	20,8	11	45,8	5	20,8	3	12,5	1	4,2

A tabela 22 mostra as estratégias de ensino que os alunos pensam contribuir mais para a sua aprendizagem nas aulas de biologia e geologia.

Tabela 22. Frequência e percentagem das estratégias de ensino que os alunos pensam contribuir mais para a sua aprendizagem nas aulas de biologia e geologia

	(N=24)							
	1ª Prioridade		2ª Prioridade		3ª Prioridade		4ª Prioridade	
	f	%	f	%	f	%	f	%
- Exploração de PowerPoint pela professora com a participação dos alunos	9	37,5	2	8,3	1	4,2	1	4,2
- Fichas de trabalho	1	4,2	5	20,8				
- Visualização de filmes seguidos de debate	3	12,5	2	8,3	6	25	3	12,5
- Atividades de laboratório	4	16,7	1	4,2	4	16,7	5	20,8
- Atividades de campo	4	16,7	6	25	2	8,3	2	8,3
- Elaboração de relatórios do trabalho laboratorial/campo							2	8,3

Contrariamente ao registado nas notas de campo, uma parte significativa da turma considerou a exploração de PowerPoint pela professora com a sua participação como a atividade em que a sua aprendizagem é mais eficaz (38%), seguida das atividades de campo (25%) e da visualização de filmes seguidos de debate (25%) e, por fim as atividades de laboratório (21%).

Também foi relevante compreender em que medida os alunos estão envolvidos na sua aprendizagem, questionando-os acerca das estratégias de ensino que consideravam ser promotoras para a sua aprendizagem, na unidade de ensino em questão (Tabela 23).

Tabela 23. Frequência e percentagem das estratégias de ensino que os alunos pensavam promover mais a sua aprendizagem nas aulas de biologia e geologia, na unidade de ensino 'obtenção de matéria – heterotrofia e autotrofia'

Categorias de respostas	(N=24)	
	f	%
- Aulas mais práticas	20	83,3
- Aulas mais interativas	18	75,0
- Aulas com um equilíbrio entre o trabalho de grupo e individual	12	50,0
- Fazer uma maior relação dos conteúdos com o quotidiano	9	37,5
- Aulas preferencialmente de trabalho de grupo	8	33,3
- Partir de situações do quotidiano para ensinar os conteúdos	7	29,2
- Aulas mais teóricas	4	16,7
- Aulas em que se escreva mais no caderno diário	1	4,2
- Aulas preferencialmente de trabalho individual	0	0

Nota: os alunos podiam selecionar mais do que uma opção de resposta

Os dados apontam, essencialmente, para aulas práticas (83%), interativas (75%) e com um equilíbrio entre o trabalho de grupo e individual (50%), o que confirma os dados anteriores relacionados com a preferência dos alunos acerca das metodologias usadas nas aulas. De frisar que nenhum aluno selecionou a opção de aulas preferencialmente de trabalho individual, o que abona a favor do trabalho cooperativo.

Por fim, pretendeu-se saber qual a opinião dos alunos acerca da sua participação na escolha das atividades a usar nas aulas da disciplina (Tabela 24) e, assim, compreender em que medida estão interessados nas metodologias usadas uma vez que estas influenciam a sua aprendizagem, ou seja, permite compreender se estão motivados para ter um papel ativo na sua aprendizagem, procurando usar metodologias que a promova.

Tabela 24. Frequência e percentagem da opinião dos alunos sobre a sua participação na escolha das atividades a usar nas aulas de biologia e geologia

Categorias de respostas	(N=24)	
	f	%
<i>Os alunos devem participar na escolha das atividades a usar nas aulas porque:</i>	20	83,3
- são estes que melhor conhecem as formas com que a sua aprendizagem é mais eficaz	7	29,2
- a sua opinião é importante	5	20,8
- promove o seu interesse pela disciplina/motivação para aprender	3	12,5
- é uma forma de compromisso, levando a um maior empenho	2	8,3
- ao gostarem das atividades da aulas, tornam-se menos cansativas	1	4,2
- podem ter ideias interessantes	1	4,2
- por vezes, os professores ensinam de formas que dificultam a sua compreensão	1	4,2
 <i>Os alunos devem participar, poucas vezes, na escolha das atividades a usar nas aulas porque:</i>	2	8,3
- lhes permite ter a sensação de poder de decisão	1	4,2
- o professor sabe, na maior parte das vezes, quais são as melhores formas de aprendizagem	1	4,2
 <i>Os alunos não devem participar na escolha das atividades a usar nas aulas porque:</i>	1	4,2
- os alunos devem habituar-se à forma de ensinar de cada professor e, caso participassem, as aulas seriam desorganizadas	1	4,2
 <i>Não resposta</i>	1	4,2

De acordo com os dados, a grande maioria dos alunos (83%) considerou que devia participar na escolha das atividades a usar nas aulas, essencialmente (29%), porque são os alunos que conhecem melhor as formas como a sua aprendizagem é mais eficaz, o que faz todo o sentido. Ao passo que apenas 8,3 % da turma considera que os alunos devem participar na escolha dessas mesmas atividades com pouca frequência e, na mesma percentagem, são os alunos que consideram que não devem participar nessa escolha.

3.2.2.2. Perceção final sobre as estratégias

Para determinar como evoluiu a capacidade dos alunos para estabelecer objetivos de aprendizagem e para realizar as tarefas necessárias para os alcançar e a sua motivação para aprender, foi necessário conhecer qual a sua atitude perante a aprendizagem no final da intervenção pedagógica, que foi averiguada através do questionário de autoavaliação. Os resultados desses questionários sobre a perceção dos alunos estão apresentados abaixo. Devo referir, novamente, que, o número de alunos da turma reduziu significativamente poucas semanas após a intervenção pedagógica, pelo que só foi possível obter dados referentes, apenas, aos alunos que restaram.

Como forma de os alunos refletirem sobre o seu comportamento no trabalho em grupo e de compreender em que medida esta metodologia foi vantajosa para a sua aprendizagem,

durante a leção da unidade de ensino em questão, questionaram-se os alunos acerca do mesmo (Tabela 25).

Tabela 25. Frequência e percentagem do comportamento dos alunos face ao trabalho em grupo, aquando da leção da unidade de ensino “Obtenção de matéria – heterotrofia e autotrofia”

Categorias de resposta	(n=17)	
	F	%
Cumpri as regras de comportamento estabelecidas para o trabalho de grupo	17	100,0
Aceitei as sugestões dos colegas do grupo quando as considere melhor que as minhas	17	100,0
O trabalho realizado em grupo contribuiu para a minha aprendizagem	17	100,0
Realizei as tarefas que me foram indicadas	16	94,1
Dei sugestões aos colegas do grupo quando era necessário	13	76,5
Senti necessidade de pedir ajuda e/ou esclarecimentos ao professor	11	64,7
Avaliei criticamente o trabalho do grupo	11	64,7
Fui autónomo/a na realização das atividades que me competiam	10	58,8
Geri adequadamente o meu tempo	10	58,8
Avaliei criticamente o meu trabalho	9	52,9
Senti necessidade de pedir ajuda e/ou esclarecimentos aos meus colegas	7	41,2

Nota: os alunos podiam selecionar mais do que uma opção de resposta

A grande maioria da turma considerou ter tido um comportamento e atitude positivos perante o trabalho em grupo, tal como se pode verificar na tabela 25, havendo um registo positivo de quase toda a turma em quase todos os parâmetros indicados.

Dado que o comportamento dos alunos durante as aulas tinha sido um dos aspetos apontados como dos mais negativos até ao inicio da implementação do projeto, e os alunos tinham noção disso, pois, de acordo com as notas de campo assumiram-no verbalmente, importou determinar qual ou quais as mudanças depois da intervenção pedagógica (Tabela 26).

Tabela 26. Frequência e percentagem do comportamento dos alunos durante as aulas, aquando da leção da unidade de ensino “Obtenção de matéria – heterotrofia e autotrofia”

Categorias de resposta	(n=17)	
	f	%
As tarefas realizadas nas aulas contribuíram para a minha aprendizagem	17	100,0
Compreendi os conteúdos abordados nas aulas	15	88,2
Cumpri as regras de comportamento estabelecidas	14	82,4
Realizei as tarefas sugeridas como trabalho de casa	14	82,4
Particpei nas discussões em turma quando solicitado(a)	13	76,5
Senti satisfação em aprender os assuntos abordados	13	76,5
Concentrei-me durante a exploração dos assuntos	12	70,6
Solicitei a ajuda da professora quando senti dificuldade na compreensão das tarefas pedidas	12	70,6
Senti necessidade de pedir ajuda e/ou esclarecimentos à professora	11	64,7
Tentei esclarecer as minhas dúvidas sobre os assuntos abordados	10	58,8
Tomei iniciativa de participação nas discussões com as ideias que tinha dos assuntos	8	47,1
Senti-me estimulado a participar (colocando questões, partilhando experiências, ...)	8	47,1

Nota: os alunos podiam selecionar mais do que uma opção de resposta

A maioria dos alunos, segundo os dados recolhidos, considerou o seu comportamento e atitude positivos nas aulas, como se pode ver na tabela 26 e, efetivamente, as notas de campo confirmam uma melhoria em relação ao comportamento dos alunos nas aulas.

Foi igualmente importante compreender em que medida a intervenção pedagógica influenciou o trabalho dos alunos extra-aula, para promover a sua aprendizagem (Tabela 27).

Tabela 27. Frequência e percentagem do comportamento dos alunos face ao trabalho em casa, aquando da lecionação da unidade de ensino “Obtenção de matéria – heterotrofia e autotrofia”

Categorias de resposta	(n=17)	
	f	%
As tarefas realizadas nas aulas contribuíram para aprender a estudar	15	88,2
Realizei nas tarefas sugeridas pela professora	14	82,4
Participei no uso da pasta da “dropbox” criada pela professora para obter os materiais didáticos disponibilizados	14	82,4
Estudei os assuntos abordados no final de cada aula	12	70,6
Procurei esclarecer dúvidas sobre os assuntos abordados sozinho(a), fazendo pesquisas	10	58,8
Senti dificuldade na compreensão das tarefas pedidas	9	52,9
Senti-me estimulado a envolver-me nos conteúdos abordados nas aulas, estudando	9	52,9
Solicitei a ajuda da professora quando senti dificuldade na compreensão das tarefas pedidas	8	47,1
Procurei esclarecer dúvidas sobre os assuntos abordados solicitando a professora	8	47,1
Tomei iniciativa de realizar tarefas, não pedidas, que contribuíssem para a minha aprendizagem	7	41,2
Frequentei as aulas de apoio	3	17,6
Participei no uso do “blog” criado pela professora para discutir os conteúdos	1	5,9

Nota: os alunos podiam selecionar mais do que uma opção de resposta

Talvez estes sejam dos dados mais relevantes levantados para concluir acerca da evolução dos alunos relativamente à capacidade para realizar tarefas que lhes permitem alcançar os seus objetivos e à sua motivação. Como é possível verificar na tabela 27, a maioria dos alunos (88%) considerou que as tarefas realizadas nas aulas contribuíram para aprender a estudar. No entanto, apenas cerca de metade da turma se sentiu estimulada a envolver-se nos conteúdos abordados nas aulas, estudando, procurou esclarecer dúvidas sobre os assuntos abordados solicitando a professora e tomou a iniciativa de realizar tarefas, não pedidas, que contribuíssem para a sua aprendizagem ou fez pesquisas que permitiram esclarecer dúvidas sobre os assuntos abordados.

Para avaliar o sucesso da intervenção pedagógica na aprendizagem dos alunos e na sua motivação para aprender, foram questionados sobre o que gostaram mais e o que gostaram menos nas aulas (Tabela 28).

Tabela 28. Frequência e percentagem da perspectiva dos alunos sobre as aulas da unidade de ensino “Obtenção de matéria – heterotrofia e autotrofia”

Categorias de respostas	(n=17)	
	f	%
<i>O que gostaram mais nas aulas</i>		
- os esquemas (no quadro)	6	35,3
- a forma de explicar da professora	5	29,4
- a forma como foram lecionadas	3	17,6
- as atividades laboratoriais	3	17,6
- a interação professora-alunos	2	11,8
- os PowerPoints	2	11,8
- o concurso para consolidar os conhecimentos	2	11,8
- o cativar de atenção com a interação da professora com os alunos	1	5,9
- a forma de apresentar a matéria com PowerPoints, esquemas,...	1	5,9
- a forma sequencial das aulas através do resumo da aula anterior, perguntas sobre a mesma e resumo da matéria a lecionar na presente aula	1	5,9
- resolver atividades laboratoriais em grupo	1	5,9
- as atividades	1	5,9
- a forma de realizar as atividades	1	5,9
- da profissionalidade da professora	1	5,9
- não resposta	1	5,9
<i>O que gostaram menos nas aulas</i>		
- nada	3	17,6
- relatórios	2	11,8
- alguns colegas terem abusado da confiança que a professora lhes deu	1	5,9
- PowerPoints	1	5,9
- aulas teóricas	1	5,9
- momentos em que a professora não permitia participar	1	5,9
<i>Não resposta (Nr)</i>	8	47,1

Nota: alguns alunos referiram mais do que um aspeto na sua resposta

Os dados ressaltam os esquemas feitos no quadro como a metodologia que os alunos mais gostaram e, conseqüentemente, mais os cativaram para se envolver na sua aprendizagem (35%), bem como a forma de explicar da professora/forma como as aulas foram lecionadas (47%). No entanto, as atividades laboratoriais, que os alunos referiram no primeiro questionário como uma das suas metodologias preferidas, foram pouco indicadas no final na intervenção como aspeto de que gostaram mais nas aulas (18%).

Contudo, para determinar, de forma mais explícita, que estratégias de ensino os alunos consideraram que contribuíram mais para a sua aprendizagem, foi-lhes colocada diretamente essa questão (Tabela 29) para, assim, poder reforçar as conclusões acerca da percepção dos alunos sobre as estratégias de ensino que melhor os conduziu a aprender a aprender e, dessa forma, concluir acerca da eficácia da intervenção.

Tabela 29. Frequência e percentagem da perspectiva dos alunos sobre os aspetos das aulas que consideram ter contribuído mais para a sua aprendizagem aquando da lecionação da unidade de ensino “Obtenção de matéria – heterotrofia e autotrofia”

Categorias de respostas	(n=17)	
	f	%
- os esquemas (no quadro)	6	35,3
- a forma de explicar e falar da professora e a transmissão clara da informação, (com recurso a gráficos, esquemas,...)	4	23,5
- as atividades dadas pela professora	3	17,6
- os PowerPoints e a sua disponibilização na dropbox para estudar	3	17,6
- as sínteses da matéria, no final e início de cada aula, e as questões relacionadas com a mesma	2	11,8
- a forma como foram lecionadas	1	5,9
- o concurso para consolidar os conhecimentos	1	5,9
- mapas de conceitos	1	5,9
- todos os conteúdos abordados	1	5,9
- atenção	1	5,9
- dos PowerPoints	1	5,9
- as atividades laboratoriais	1	5,9
- os trabalhos de casa	1	5,9

Nota: alguns alunos referiram mais do que um aspeto na sua resposta

Também nesta questão, os esquemas feitos no quadro tiveram destaque como aspetos das aulas que os alunos consideram ter contribuído mais para a sua aprendizagem (35%), bem como a forma de explicar da professora e a sua forma clara de transmitir as informações (24%). Desta forma, pode dizer-se que os aspetos que os alunos mais gostaram nas aulas foram os que mais os motivaram para aprender e, assim, contribuíram mais para a sua aprendizagem, estando a motivação para aprender e a aprendizagem eficaz diretamente relacionados, tal como foi referido na subsecção 3.1.1.

Para além disto, foi de grande importância, também, averiguar de que modo a intervenção pedagógica influenciou a forma como os alunos se dedicavam à sua aprendizagem na disciplina de biologia e geologia, conhecendo as suas estratégias de estudo antes e depois da implementação do projeto (Tabela 30).

Segundo os dados recolhidos antes da implementação do projeto, as estratégias de estudo que os alunos mais usavam eram a leitura do manual (53%), a realização de exercícios (41%) e resumir os conteúdos (29%). Depois da intervenção pedagógica a maioria dos alunos manteve as suas estratégias de estudo iniciais, sendo que apenas cerca de 18% da turma adotou novas estratégias de estudo para além das que já tinha, como é o caso da construção de mapas de conceitos (12%) e a leitura de um manual diferente do adotado pela escola (6%).

Tabela 30. Frequência e percentagem das estratégias de estudo dos alunos antes e depois da leção da unidade de ensino “Obtenção de matéria – heterotrofia e autotrofia”

Categorias de resposta	(n=17)			
	Antes		Depois	
	F	%	f	%
- ler o manual	9	52,9	8	47,1
- executar exercícios (manual, dropbox, atividades dadas pela professora...)	7	41,2	7	41,2
- resumos	5	29,4	5	29,4
- ler o caderno diário	4	23,5	3	17,6
- utilizar a “dropbox” para adquirir os ficheiros disponibilizados pela professora	3	17,6	3	17,6
- ler os PowerPoints	2	11,8	3	17,6
- estudar na véspera dos testes	1	5,9	1	5,9
- fazer esquemas	1	5,9	1	5,9
- executar os trabalhos de casa	1	5,9	1	5,9
- documentários	1	5,9	1	5,9
- utilizar as TIC	1	5,9		
- rádio	1	5,9		
- aquisição de informações na internet/ livros	1	5,9		
- não estudar	1	5,9		
- construir mapas de conceitos			2	11,8
- ler outro manual que não o adotado pela escola, mais completo			1	5,9
- nenhuma			1	5,9

Nota: alguns alunos referiram mais do que uma estratégia na sua resposta

Ou seja, apesar de os alunos terem conhecido novas estratégias de aprendizagem e terem sentido sucesso na mesma, não as utilizaram para estudar.

3.2.2.3. Discussão

Os dados levantados sobre a frequência de estudo destes alunos não justificam o seu insucesso, uma vez que estes assumiram estudar todas as semanas a disciplina. A questão que se coloca é se as estratégias de estudo são as mais adequadas. Na verdade, a maioria dos alunos utilizava apenas uma estratégia de ensino, o que não é suficiente, e as combinações de duas ou mais estratégias de estudo que eles usavam, eram, com frequência a leitura dos PowerPoints, do manual e dos apontamentos, cuja leitura, por si só, também não é suficiente. Ou seja, era de grande importância estes alunos aprenderem a aprender. É relevante, ainda, referir que, segundo a professora da disciplina, os alunos nunca frequentavam as aulas de apoio, facto que veio a reverter-se durante a implementação do projeto, em que cerca de 33% dos alunos (da turma completa) a frequentou, segundo as notas de campo, o que indica um maior interesse dos alunos na sua aprendizagem.

Um dos problemas levantados com a observação inicial dos alunos nas aulas, era a dificuldade de interpretação de enunciados de questões. O que se verificou com os resultados do questionário é que a grande maioria dos alunos dedica atenção na sua leitura, pelo que se pode

concluir que a incapacidade nas respostas dos alunos está, realmente, relacionada com a sua dificuldade de expressão oral e escrita bem como na interpretação de textos. Contudo, a maioria da turma disse sentir dificuldade, apenas poucas vezes, na interpretação de enunciados nas fichas de trabalho e exercícios do manual. Posto isto, pode concluir-se que a dificuldade de interpretação de enunciados dos alunos poderá estar relacionada ou com o fator stress associada aos momentos de avaliação ou com a formulação das questões ou vocabulário, usados pela professora, com os quais os alunos não estejam tão familiarizados.

Outro dado importante a discutir é o facto de grande parte dos alunos ter alegado interessar-se por registar as correções dos exercícios para poder estudar melhor, o que não se coaduna com grande parte das observações feitas na turma nesta disciplina:

(...) Na correção do trabalho de casa, poucas foram as respostas dos alunos que a professora não complementou com mais informações; também verifiquei que os alunos têm dificuldade de expressão verbal quando responderam às questões. Durante a mesma, vários alunos estiveram distraídos e poucos anotaram as correções (...). (22 de novembro de 2011)

Para além disto, mais de metade da turma afirmou ver as questões que errou nos testes ou deixou incompletas para estudar melhor a matéria.

Uma vez que parte dos alunos indicou as aulas teóricas como o que gostam menos em biologia e geologia, por serem entediantes, cansativas e dificultarem a memorização dos conteúdos, isto é, dado que este tipo de aula exige mais atenção/concentração, os alunos rejeitam porque é tarefa difícil. E, contrariamente ao registado nas notas de campo, em conversas extra aulas com os alunos, uma parte significativa da turma considerou a exploração de PowerPoint pela professora com a sua participação como a atividade em que a sua aprendizagem é mais eficaz. É de frisar que nenhum aluno selecionou a opção de aulas preferencialmente de trabalho individual, o que abona a favor do trabalho cooperativo. Assim, procurou-se planificar aulas com metodologias variadas, sobretudo assentes em discussões entre alunos e professor sobre os conteúdos, mais interativas, como referiram os alunos, e mais práticas (trabalho laboratorial e em grupo), uma vez que vão mais ao encontro da forma com que a aprendizagem destes alunos é mais eficaz. Da mesma forma que se respondeu às necessidades de aprendizagem específicas dos alunos, também estes consideraram que deviam participar na escolha das atividades a usar nas aulas, essencialmente, porque são quem conhece melhor os meios para que a sua aprendizagem seja mais eficaz. Nas aulas, os alunos

tiveram uma participação excelente nas discussões em várias situações: no início das aulas sobre os conteúdos aprendidos na aula anterior, na atividade de *Brainstorming*; nas atividades de laboratório, discutindo comigo os pormenores das atividades e solicitando-me para esclarecer dúvidas; no exercício de inquérito; na construção do mapa de conceito. Efetivamente, as notas de campo confirmam uma melhoria em relação ao comportamento dos alunos nas aulas. Pode, então concluir-se que as metodologias usadas cativaram a sua atenção, e a grande maioria dos alunos também considerou o seu comportamento e atitude positivos durante a intervenção pedagógica, contrariamente ao que assumiram antes desta.

Na primeira reunião de conselho de turma (dezembro de 2011) estive presente a delegada da turma, Nicole, que assumiu que tanto ela como os seus colegas, não tinham tido, até então, um comportamento adequado nas aulas, e que iria alertá-los no sentido de melhorar esse aspeto. Nas duas semanas que se seguiram, foram frequentes as chamadas de atenção desta aluna aos seus colegas durante as aulas e, de facto, o comportamento da turma melhorou, mas apenas ligeiramente.

É importante referir que os dados recolhidos no questionário de autoavaliação, infelizmente, não refletem a realidade da turma, já que esta já tinha ficado reduzida a dezassete, que era de vinte e quatro no início do ano letivo. Em conversas extra aula, os alunos demonstraram estar preocupados com as suas notas na maioria das disciplinas, assumindo não se terem esforçado durante o ano, e que gostavam que tivesse sido diferente para terem tido sucesso. Os que anularam a matrícula a biologia e geologia desistiram por várias razões. Alguns alunos desistiram porque não queriam ficar com uma nota tão baixa à disciplina e achavam que tinham “capacidade para mais, e no ano seguinte iriam esforçar-se”. Outros alunos desistiram porque sentiram não estar no curso adequado e no ano seguinte iriam ingressar num curso profissional, por ser mais acessível para si. Ou seja, apesar de consciente, a escolha do curso ‘científico-humanístico de ciências e tecnologias’ poderá não ter sido a melhor opção dos alunos, para além de que a noção das suas competências estava desfasada da realidade.

Em acréscimo, tal como foi referido anteriormente (na subsecção 2.3.1), segundo Dweck (1986 cit. Silva, 2004), os alunos são motivados a aprender a aprender quando perseguem objetivos de aprendizagem, quando não têm medo de falhar, quando atribuem um significado especial e relevante aos temas que estão a aprender e quando a escola respeita as suas necessidades de autonomia e de competência. Tendo em conta que estes alunos demonstraram algumas estratégias motivacionais, que se caracterizam por medo de falhar, sentimentos de

incompetência e aversão às tarefas, a autorregulação, ativa e bem-sucedida da motivação, torna-se mais difícil de alcançar, dadas estas características (Garcia & Pintrich, 1991 cit. Silva, 2004) que, em alguns alunos, ainda se mantiveram após a intervenção pedagógica: “oh eu já depois faço isto em casa, já sei como se faz...” (Cláudio); “...oh eu não sou bom a ciências, para o ano vou para informática” (Paulo); “...eu não percebo nada de biologia, sou melhor a geologia, por isso já sei que vou ter fraca nota no teste” (Bruno).

Para que os alunos alcancem os objetivos pretendidos, para além de ser necessária a predisposição dos alunos para se empenharem de forma determinada na sua aprendizagem, tal como já foi mencionado, é necessário, segundo Silva (2004), que o aluno escolha as estratégias e os métodos que julga mais eficazes, experimente os procedimentos possíveis para as conduzir e conjugue recursos pessoais, materiais e sociais na realização do plano de estudo, fazendo alterações e correções quando os resultados não forem os pretendidos, ou seja, que os alunos reflitam sobre o seu trabalho e sobre o significado das dificuldades ou obstáculos que surgem para que possa optar por uma ação em detrimento de outras (Veiga Simão, 2004 cit. Frison, 2007). Assim, verificou-se que estes alunos faziam as tarefas porque se sentiam mais motivados para aprender, pois as metodologias usadas, tal como já referi, cativavam o seu interesse. No entanto, logo que a implementação do projeto terminou, também o seu investimento regrediu, pois a reflexão que os alunos não faziam é a chave para que a regulação dos seus comportamentos lhes permita alcançar os seus objetivos de aprendizagem e, nestes alunos ela não existiu nas três fases da autorregulação da aprendizagem (Rosário, 2004, Mahoney & Thorsen, 1974, cit. Silva, 2004).

O condicionamento operante teve um papel muito importante na motivação dos alunos para a realização das tarefas, tendo sido usados estímulos reforçadores, o seu resultado define a frequência do comportamento dos alunos (será mais frequente se as consequências forem agradáveis; o comportamento é controlado pelas consequências, positivas e negativas, da interação com o meio) (Sprinthall & Sprinthall, 1993). De facto, os alunos deram mostras positivas sempre que estes estímulos eram utilizados, mostrando satisfação sempre que recebiam elogios, por exemplo, o que aumentou a motivação para realizar novas tarefas e para aprender e participar nas aulas.

3.3. Evolução do conhecimento substantivo e processual dos alunos na unidade de ensino “Obtenção de matéria – heterotrofia e autotrofia”

3.3.1. Evolução do conhecimento substantivo

Para analisar de que forma evoluiu o conhecimento substantivo dos alunos, foi, como já referido, aplicado um mesmo questionário de conhecimentos, antes e depois da intervenção pedagógica, da qual foram selecionadas as questões em que esse conhecimento é avaliado. Em baixo estão apresentados os dados levantados referentes a essas questões.

Tabela 31. Frequência e percentagem das concepções dos alunos sobre as formas de obtenção de matéria pelas plantas e animais

Categorias de resposta	Pré-teste (n= 22)		Pós-teste (n= 16)	
	f	%	f	%
<i>Cientificamente aceite (CA)</i>	3	13,6	5	31,2
<i>Incompletas (Inc)</i>			3	18,8
- Os animais são seres heterotróficos, alimentando-se de outros animais, e as plantas são seres autotróficos, não dependendo de outros seres para sobreviver			1	6,3
- Os animais obtêm matéria a partir de outros animais e a maioria das plantas produz a própria matéria			1	6,3
- Há seres autotróficos que produzem a própria matéria, e seres heterotróficos que obtêm matéria a partir de outros seres			1	6,3
<i>Cientificamente não aceite (CnA)</i>	19	86,4	7	43,7
- As plantas, para obterem matéria, absorvem nutrientes/sais minerais da terra e fazem fotossíntese	6	27,3	1	6,3
- As plantas, para obterem matéria, absorvem nutrientes/sais minerais da terra, através das suas raízes	5	22,7		
- As plantas obtêm matéria através do solo e da água	2	9,1		
- As plantas obtêm matéria a partir do sol			1	4,6
- Os animais caçam para obterem matéria	6	27,3	1	6,3
- As plantas obtêm matéria de compostos minerais e orgânicos do solo			1	6,3
- As plantas obtêm matéria a partir da luz solar e dos nutrientes do solo			1	6,3
- As plantas são seres autotróficos, obtêm matéria a partir das raízes, e os animais são heterotróficos, obtêm matéria a partir de outros seres vivos, são predadores			1	6,3
- A diferença na obtenção de matéria entre os animais e as plantas reside nas diferenças das suas células			1	6,3
<i>Não responde (Nr)</i>			1	6,3

Quando questionados sobre as diferenças na forma como os animais e as plantas obtêm a matéria que precisam para viver, do pré para o pós-teste houve um aumento de respostas cientificamente aceites (de 14% para 31%) e de respostas incompletas (de 0% para 19%) e uma

diminuição de respostas cientificamente não aceites (de 86% para 44%). Esta diminuição de respostas cientificamente não aceites é boa, no entanto, era esperado que os alunos pelas respostas dadas durante as aulas, tivessem melhores resultados nesta questão.

No pré-teste a conceção alternativa mais frequente detetada foi a de as plantas absorverem nutrientes/sais minerais da terra e fazerem fotossíntese, para obterem matéria (27%), sobre a qual apresento um exemplo:

Há diferenças pois os animais são predadores, para obterem matéria orgânica têm que consumir dos produtores ou de outros consumidores de ordem mais abaixo. As plantas para obterem a matéria fazem a fotossíntese e recolhem alimentos das raízes. (Nuno)

Para além da categoria de resposta mencionada, estes, e outros alunos, referem, como disse anteriormente, que os animais precisam de caçar para obterem matéria (27%). Outra categoria de resposta não aceite cientificamente, apresentada pelos alunos com alguma frequência foi a de as plantas absorverem nutrientes/sais minerais da terra, através das suas raízes, para obterem matéria (23%), de que é exemplo: “há diferenças porque os animais para obterem a matéria que precisam comem outros seres vivos, enquanto que as plantas obtêm essa matéria através das raízes que absorvem sais minerais” (Bruno).

No pós-teste não houve uma conceção cientificamente não válida que se destacasse, pois surgiram várias, e algumas diferentes das apresentadas anteriormente no pré-teste, tendo alguns alunos mantido as suas conceções sobre a obtenção de matéria pelas plantas, considerando que as plantas obtêm matéria a partir da luz solar e dos nutrientes do solo e as plantas são seres autotróficos, obtêm matéria a partir das raízes, e os animais são heterotróficos, obtêm matéria a partir de outros seres vivos, são predadores. Uma conceção cientificamente não válida curiosa que surgiu no pós teste foi a diferença na obtenção de matéria entre os animais e as plantas residir nas diferenças das suas células: “há diferenças na forma como os animais e as plantas obtêm a matéria devido às suas células que ambos têm igualdades mas também têm diferenças assim como na célula animal temos os cloroplastos, vacúolo...” (Leonor).

Para além das respostas cientificamente não aceites terem diminuído, do pré para o pós-teste, é importante referir que as respostas cientificamente aceites e as respostas incompletas, que contém apenas algumas ideias cientificamente aceites aumentaram, no entanto, houve uma não resposta, contrariamente ao verificado no pós-teste. Duas das respostas cientificamente

aceites, verificadas no pré e no pós-teste respetivamente foram: os animais obterem matéria “comendo” outros animais e plantas e as plantas obterem matéria através da fotossíntese; e as plantas serem seres autotróficos, produzindo a própria matéria, através da luz solar e moléculas do meio, e os animais serem seres heterotróficos, alimentam-se de outros seres vivos. Fazendo uma comparação entre os dois tipos de respostas cientificamente aceites nos questionários, antes e depois da implementação do projeto, pode reconhecer-se uma evolução no tipo de linguagem usado e clareza de ideias científicas.

Quando este questionário foi aplicado, os alunos tinham aprendido recentemente os conceitos associados à célula. Assim, seria de esperar que os mesmos estivessem mais presentes para os alunos. Sendo a membrana plasmática um dos constituintes da célula de relevo nesta unidade de ensino, questionaram-se os alunos acerca da sua importância para a obtenção de matéria nos seres vivos (Tabela 32), isto é, a sua função, e da sua estrutura (Tabela 33), aspeto que ainda não tinham estudado.

Sobre a importância da membrana plasmática para a obtenção de matéria dos organismos, as repostas da maioria dos alunos inseriram-se na categoria de respostas cientificamente não aceites, tanto no pré como no pós-teste (55% e 63%, respetivamente), tendo havido um aumento dessas respostas depois da intervenção pedagógica. No entanto, houve uma diminuição mais significativa da ausência de resposta, de 36% para 13%. Os alunos não apresentaram respostas cientificamente aceites nem no pré nem no pós-teste, contudo, algumas respostas recolhidas, não aceites cientificamente, mostraram uma evolução no conhecimento científico, pois foram usados adequadamente os conteúdos aprendidos, apesar de terem sido referidos na mesma resposta termos que não se adequaram à questão. É exemplo desta situação o seguinte caso: “a membrana plasmática é importante pois divide dois meios, o extracelular e o intracelular. Esta vai absorver (seletivamente) os alimentos necessários para a célula. Vai então permitir que hajam trocas de substâncias entre os dois meios” (Cristiana)

A conceção mais detetada no pré-teste foi a referência de proteção (14%), e proteção mais específica contra bactérias (9%), que a membrana plasmática confere à célula, de que são exemplos: “é importante para a obtenção de matéria pelos organismos porque ela assim vai proteger” (Sónia) e “a importância da obtenção de matéria é proteger das bactérias” (Francisco).

Tabela 32. Frequência e percentagem das conceções dos alunos sobre a função da membrana plasmática

Categorias de resposta	Pré-teste (n= 22)		Pós-teste (n= 16)	
	f	%	f	%
	<i>Cientificamente aceite (CA)</i>	0	0	0
<i>Incompletas (Inc)</i>	2	9,1	2	12,5
- A membrana plasmática é importante para permitir apenas a entrada de substâncias essenciais na célula	1	4,6	1	6,3
- A membrana plasmática é importante para permitir apenas a absorção de energia e nutrientes pela célula e impedir a entrada de substâncias não necessárias na mesma	1	4,6		
- A membrana plasmática é importante para permitir apenas a entrada e a saída de substâncias consoante as necessidades da célula			1	6,3
<i>Cientificamente não aceite (CnA)</i>	12	54,5	10	75,0
- A membrana plasmática é importante como proteção	3	13,6		
- A membrana plasmática é importante para proteger a célula de bactérias	2	9,1		
- A membrana plasmática é importante para assegurar a sobrevivência dos organismos pois impede a saída de substâncias essenciais à célula, preservando-as no interior	2	9,1		
- A membrana plasmática é importante na obtenção de matéria pois permite a entrada de “alimento” na célula			2	12,5
- A membrana plasmática é importante na obtenção de matéria pelos organismos pois permite a transformação de moléculas em energia	1	4,6		
- A membrana plasmática é importante na obtenção de matéria pelos organismos pois retém a matéria	1	4,6	1	6,3
- A membrana plasmática é importante na obtenção de matéria pelos organismos pois permite a absorção de nutrientes, impedindo-os que saiam da célula e permite a saída de substâncias prejudiciais à célula			1	6,3
- A membrana plasmática é importante na obtenção de matéria pois separa os meios intra e extracelulares, permitindo a troca de substâncias entre os dois, e é seletivamente permeável, permitindo a entrada de “alimentos” necessários à célula			1	6,3
- A membrana plasmática é importante na obtenção de matéria pois permite a troca de “alimentos” entre os meios intra e extracelulares			1	6,3
- A membrana plasmática é importante na obtenção de matéria pois é esta que absorve o “alimento” nas plantas			1	6,3
- A membrana plasmática é importante pois permite trocas gasosas			1	6,3
- A membrana plasmática é importante na obtenção de matéria pois é responsável pelo transporte de matéria para a célula e pelo controlo de solutos no meio intra e extracelulares			1	6,3
- A membrana plasmática é importante na obtenção de matéria pois é responsável pelas digestões extracelular e extracorporal			1	6,3
<i>Não resposta (Nr)</i>	8	36,4	2	12,5

No pós-teste, as conceções cientificamente não válidas detetadas foram diferentes das que se verificaram no pré-teste, embora a conceção cientificamente não válida de que a membrana plasmática é importante na obtenção de matéria pelos organismos pois permite a transformação de moléculas em energia tenha sido referida ainda no pós-teste (sendo em maior percentagem de 13%), tal como no pré-teste: “é responsável pela transformação das moléculas em energia” (Filipe). Para além desta, destaco algumas conceções cientificamente não válidas

que estão na origem da confusão de conceitos, pois embora os alunos os conheçam, não os souberam aplicar adequadamente: “a sua importância é que separa os seres heterotróficos e onde se faz a digestão extracelular e/ou extracorporal.”(Leonor); e “a membrana plasmática é importante porque é ela que transporta a matéria para o interior da célula e controla a quantidade de constituintes dentro e fora da célula” (Cláudio).

Sobre a estrutura da membrana plasmática, os dados recolhidos são mais positivos, pois no pré-teste as repostas cientificamente aceites tivessem sido inexistentes, no pós-teste tiveram um registo de 25% (Tabela 33).

Tabela 33. Frequência e percentagem das conceções dos alunos sobre a estrutura da membrana plasmática

Categorias de resposta	Pré-teste (n= 22)		Pós-teste (n= 16)	
	f	%	f	%
	<i>Cientificamente aceite (CA)</i>	0	0	4
<i>Incompletas (Inc)</i>	0	0	1	6,3
- Representação da ultraestrutura de uma secção da membrana plasmática, com fosfolípidos (bicamada lipídica) e proteínas intrínsecas e extrínsecas			1	6,3
<i>Cientificamente não aceite (CnA)</i>	13	59,1	10	62,5
- Representação da membrana plasmática por uma linha curva fechada, e representação e legenda do núcleo (e citoplasma) no seu interior	6	27,3	1	6,3
- Representação da membrana plasmática por uma linha curva pouco definida, dando ênfase a outros organelos ou nutrientes	2	9,1		
- Troca de membrana plasmática por parede celular (e representação e designação de organelos circulares por coisas)	2	9,1		
- Representação da membrana plasmática por uma linha hexagonal contínua dando relevância à tridimensionalidade da célula e diferenciando da parede celular	1	4,6		
- Representação da membrana plasmática por uma linha hexagonal contínua (e representação do núcleo) dando relevância à tridimensionalidade da célula, não diferenciando da parede celular	1	4,6		
- Representação da membrana plasmática por uma linha hexagonal descontínua, diferenciando da parede celular	1	4,6	1	6,3
- Representação e legenda da ultraestrutura de uma secção da membrana plasmática, com fosfolípidos (bicamada lipídica), bicamada proteica, proteínas intrínsecas e extrínsecas, e glicolípidos e glicoproteínas localizadas no interior da bicamada lipídica			1	6,3
- Representação e legenda da ultraestrutura de uma secção da membrana plasmática, com fosfolípidos (bicamada lipídica), proteína extrínseca, permease e glicoproteína			1	6,3
- Representação e legenda da ultraestrutura de uma secção da membrana plasmática, com fosfolípidos (bicamada lipídica) e proteína extrínseca legendada como proteína intrínseca			1	6,3
- Representação do complexo endomembranar			1	6,3
- Representação da membrana plasmática por uma linha hexagonal descontínua, diferenciando da parede celular, e representação e legenda de outros organelos celulares			1	6,3

Tabela 33. Frequência e percentagem das conceções dos alunos sobre a estrutura da membrana plasmática (continuação)

Categorias de resposta	Pré-teste (n= 22)		Pós-teste (n= 16)	
	f	%	f	%
- Troca de membrana plasmática por parede celular e representação e legenda de outros constituintes celulares			1	6,3
- Representação da membrana plasmática por uma linha pentagonal contínua			1	6,3
- Representação da membrana plasmática por uma linha hexagonal contínua			1	6,3
	<i>Não resposta (Nr)</i>		9	40,9
			1	6,3

Os alunos que responderam corretamente à questão representaram e legendaram uma secção da membrana plasmática com os fosfolípidos dispostos numa bicamada e as proteínas intrínsecas e extrínsecas (6%), tal como era esperado na questão e alguns (19%) ainda representaram e legendaram os glicolípidos e as glicoproteínas. Para além destas respostas, houve também registo de 6% de respostas incompletas, o que não se tinha verificado no pré-teste, sendo que a representação de uma secção da membrana apenas não dispunha de legenda, a qual exemplifico na figura seguinte (Figura 4).

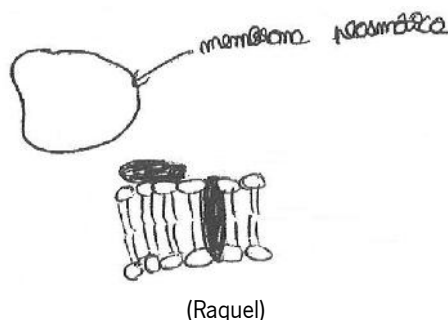


Figura 4. Resposta incompleta – representação científica válida da membrana plasmática, sem legenda

Para além disto, a ausência de respostas teve uma diminuição significativa após a intervenção pedagógica (de 41% para 6%). Contudo a percentagem de respostas cientificamente aceites aumentou (de 59% para 63%). É importante acrescentar que as conceções alternativas verificadas no pós-teste contêm conceitos que são usados adequadamente, mas incluem lapsos, contrariamente ao que se verificou no pré-teste, onde os alunos demonstraram não ter qualquer conhecimento sobre a estrutura da membrana.

A conceção alternativa registada com maior frequência no pré-teste foi a representação da membrana plasmática por uma linha curva fechada, e representação e legenda do núcleo (e citoplasma) no seu interior (27%), que também teve registo no pós-teste, embora numa percentagem inferior (6%), como se pode ver na figura 5.

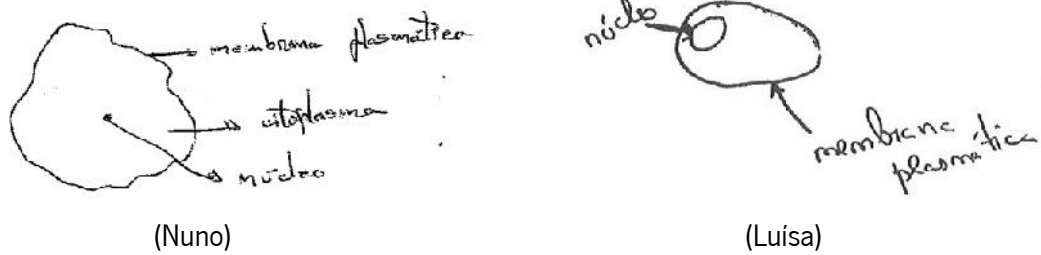
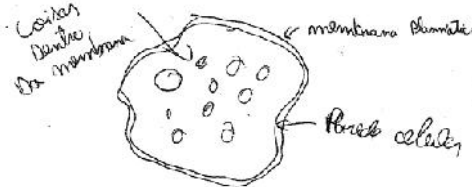


Figura 5. Respostas cientificamente não aceites – representações cientificamente não válidas da membrana plasmática

Outras conceções alternativas destacaram-se, como por exemplo, a troca de membrana celular por parede celular e, num dos casos, representação e designação de organelos circulares por “coisas” (Figura 6).



(Paulo)

Figura 6. Resposta cientificamente não aceite – representação cientificamente não válida da membrana plasmática e dos organelos celulares

Contrariamente ao esperado, conceções semelhantes a estas foram detetadas no pós-teste. Exemplos dessas conceções enquadram-se em representações da membrana plasmática por uma linha hexagonal ou pentagonal, diferenciando a parede celular e, por vezes, fazendo referência a outros organelos (Figura 7).

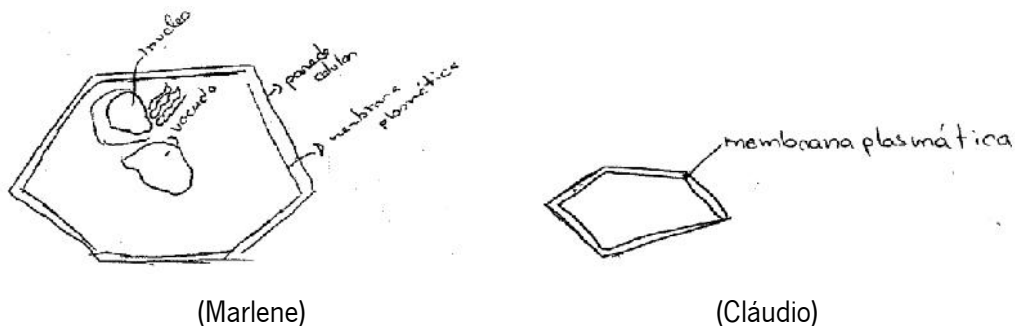


Figura 7. Respostas cientificamente não aceites – representações cientificamente não válidas da membrana plasmática

As categorias representadas no pós-teste foram várias, não houve uma predominante, sendo algumas delas a representação e legenda da ultraestrutura de uma secção da membrana plasmática com fosfolípidos (bicamada lipídica), bicamada proteica, proteínas intrínsecas e extrínsecas, e glicolípidos e glicoproteínas localizadas no interior da bicamada lipídica (Figura 8).

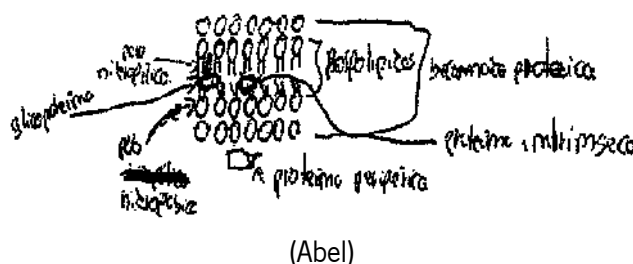


Figura 8. Resposta cientificamente não aceite – representação cientificamente não válida da membrana plasmática, por apresentar moléculas do seu local específico

E a representação do complexo endomembranar (Figura 9).

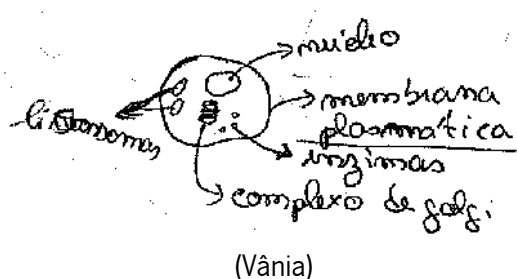


Figura 9. Resposta cientificamente não aceite – representação do complexo endomembranar e não da membrana plasmática

Os conteúdos relacionados com a digestão intracelular foram dos que tiveram maior atenção e entusiasmo por parte dos alunos nas aulas, segundo as notas de campo. Também os dados levantados no questionário foram reflexo disso (Tabela 34).

Os dados levantados nesta questão no pós-teste foram positivos. Apesar de poucos alunos (8%) terem referido no primeiro questionário que tinham mais facilidade em aprender conteúdos que envolvessem etapas sequenciais, efetivamente, esse aspeto verificou-se na aprendizagem destes conteúdos. Nesta questão, houve uma diminuição da ausência de resposta em 27% dos alunos, e houve já registo de respostas cientificamente aceites no pós-teste (13%), enquanto que no pré-teste tinham sido inexistentes, bem como as respostas incompletas (13%).

Tabela 34. Frequência e percentagem das conceções dos alunos sobre a digestão intracelular

Categorias de resposta	Pré-teste (n= 22)		Pós-teste (n= 16)	
	f	%	f	%
	<i>Cientificamente aceite (CA)</i>	0	0	2
<i>Incompletas (Inc)</i>			2	12,5
- Do retículo endoplasmático destacam-se vesículas de transporte que se deslocam até ao complexo de Golgi fundindo-se com este; do complexo de Golgi destacam-se lisossomas que se fundem com as vesículas endocíticas, neste organelo resultante encontram-se enzimas que digerem as macromoléculas transformando-as em moléculas simples; das substâncias resultantes da digestão a célula aproveita algumas e as que não necessita liberta para o meio extracelular por exocitose			1	6,3
- Do retículo endoplasmático rugoso destacam-se vesículas de transporte, contendo enzimas, que se deslocam até ao complexo de Golgi fundindo-se com este; do complexo de Golgi destacam-se lisossomas, com enzimas, que se podem fundir ou com uma mitocôndria, por exemplo, digerindo-a, ou com uma vesícula endocítica que contém “alimento”, que resulta da sua fagocitose, formando um vacúolo digestivo, onde é digerido o “alimento”; os resíduos resultantes da digestão são libertados para o meio extracelular por exocitose			1	6,3
<i>Cientificamente não aceite (CnA)</i>	12	54,5	9	56,3
- A célula engloba a partícula alimentar, transferindo-a para o meio intracelular	3	13,6		
- A digestão intracelular consiste na transformação de matéria em energia	3	13,6		
- A célula engloba a partícula alimentar, transferindo-a para o meio intracelular, e digere-a	2	9,1	1	6,3
- A digestão intracelular consiste na transformação, através de reações hidrolíticas, de matéria em energia	2	9,1		
- A célula engloba a partícula alimentar, transferindo-a para o meio intracelular e o complexo de Golgi distribui a partícula pela célula	1	4,6		
- Para ocorrer digestão intracelular, a partícula alimentar tem que entrar na célula, é transportado pelo retículo endoplasmático até ao complexo de Golgi e, neste, são retidos os constituintes da partícula alimentar necessários à célula, os que não são essenciais à célula são expelidos				
- A membrana emite pseudópodes para englobar o “alimento”, numa vesícula “predocídica”; esta é levada ao retículo endoplasmático, é formada uma vesícula fagocítica que é conduzida ao complexo de Golgi que origina lisossomas; os lisossomas formam uma “vesícula de digestão”			1	6,3
- Representação de uma célula animal com passos sequenciais de: emissão de pseudópodes a englobar a partícula alimentar, conduzindo-a ao interior da célula e libertação de outras substâncias			1	6,3
- Num processo de heterofagia, o retículo endoplasmático é responsável por levar enzimas até ao complexo de Golgi, que se funde com vesículas que contêm o “alimento”, formando “vesículas digestivas”, as quais têm enzimas que digerem esse “alimento”; da digestão resultam substâncias “favoráveis” à célula, que são retidos, e substâncias “não favoráveis” à célula, que são libertados pela célula; num processo de autofagia ocorre a digestão de organelos “mortos” para seres “exterminados”			1	6,3
- A digestão intracelular tem início no retículo endoplasmático, o qual liberta ribossomas que são transportados, através de vesículas até ao complexo de Golgi; ocorre fagocitose através da emissão de pseudópodes pela célula; no complexo de Golgi formam-se lisossomas que têm enzimas que se fundem com vesículas, formando vesículas fagocíticas; estas podem atuar de duas formas: num organelo, por autofagia e num “pedaço de alimento”, por heterofagia			1	6,3

Tabela 34. Frequência e percentagem das concepções dos alunos sobre a digestão intracelular (continuação)

Categorias de resposta	Pré-teste (n= 22)		Pós-teste (n= 16)	
	f	%	f	%
	- A digestão intracelular tem início com a absorção de uma “molécula de alimento”, formando-se uma vesícula endocítica. Em seguida, o retículo endoplasmático liberta ribossomas que são transportados até ao complexo de Golgi e, daí até à vesícula; a vesícula funde-se com o ribossoma, o que origina um vacúolo digestivo que é responsável pela digestão e libertação dos “alimentos” que serão expulsos da célula por exocitose com os resíduos digestivos			1
- Ocorre formação de uma vesícula endocítica no retículo endoplasmático que é levada para o complexo de Golgi que liberta lisossomas contendo enzimas. A célula emite pseudópodes para englobar o “alimento” formando uma vesícula fagocítica; esta funde-se com o lisossoma, formando o vacúolo digestivo. Os resíduos são libertados do vacúolo digestivo para fora da célula, por exocitose.			1	6,3
- A membrana plasmática absorve o “alimento” por fagocitose, por meio de permeases, e este é também invaginado por pinocitose para o interior da célula, formando-se uma vesícula. No complexo de Golgi são produzidas enzimas que se incluem nos lisossomas que são libertados deste organelo. O lisossoma e a vesícula fundem-se formando a vesícula digestiva, na qual os alimentos são simplificados por ação das enzimas. Do “material” resultante, passa para o meio intracelular o que é necessário à célula e é libertado para fora da célula o que não é necessário			1	6,3
- O retículo endoplasmático é responsável pela simplificação de proteínas que são transportadas, junto com os ribossomas, até ao complexo de Golgi ao qual se fundem; aqui formam-se vesículas digestivas que ao contactar com o “alimento”, que entra na célula por fagocitose, realizam a digestão, por heterofagia; as substâncias resultantes que não são necessárias à célula são libertadas por exocitose. Ocorre autofagia quando há fusão de organelos.			1	6,3
<i>Não responde (Nr)</i>				
	10	45,5	3	18,8

As respostas cientificamente aceites verificadas foram semelhantes, sendo que os alunos descreveram o processo de digestão intracelular da seguinte forma: do retículo endoplasmático destacam-se vesículas de transporte, contendo enzimas, que se deslocam até ao complexo de Golgi fundindo-se com este; do complexo de Golgi destacam-se lisossomas, com enzimas, que se fundem com uma vesícula endocítica que contém partículas alimentares, que resulta da sua fagocitose, formando um vacúolo digestivo, onde são digeridas essas partículas; os resíduos resultantes da digestão são libertados para o meio extracelular por exocitose.

As respostas incompletas verificadas foram distintas, embora variando apenas em um ou outro aspeto do processo. Um dos exemplos de resposta incompleta verificados no pós-teste foi: “O retículo endoplasmático lança vesículas de transporte que se vão fundir com o complexo de Golgi; o complexo de Golgi lança lisossomas que se vão fundir com a vesícula endocíticas, onde as enzimas vão digerir as macromoléculas em moléculas mais simples; depois o que puder

ser aproveitado vai ser utilizado pela célula, o que não puder sair fora da célula através de exocitose.” (Bruno).

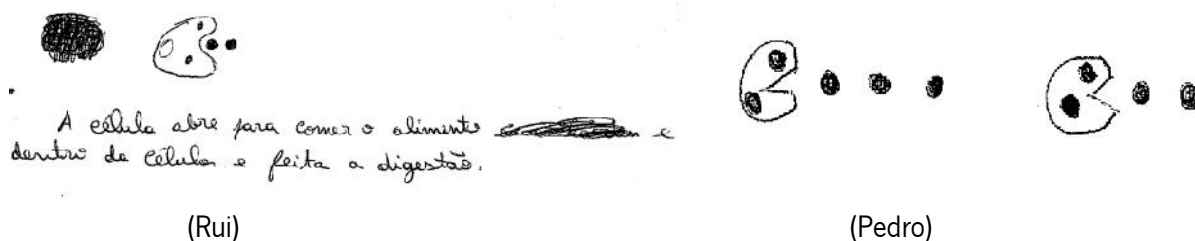
Nas respostas cientificamente não aceitas mais verificadas no pré-teste, a célula engloba a partícula alimentar, transferindo-a para o meio intracelular (14%), sendo exemplo desta categoria de resposta o esquema seguinte (Figura 10).



(Vânia)

Figura 10. Resposta cientificamente não aceita – representação cientificamente não válida da digestão intracelular

Na mesma percentagem de alunos manifestou-se a concepção que a digestão intracelular consiste na transformação de matéria em energia e, ainda, também frequente, verificou-se que a célula engloba a partícula alimentar, transferindo-a para o meio intracelular, e digere-a (9%), sendo exemplo desta categoria de resposta o esquema seguinte (Figura 11).



(Rui)

(Pedro)

Figura 11. Respostas cientificamente não aceitas – representações cientificamente não válidas da digestão intracelular

Verificaram-se várias respostas cientificamente aceitas. As concepções alternativas detetadas no pós-teste foram mais descritivas do que esquemáticas, o que demonstra que os alunos pretendiam demonstrar tudo o que sabiam sobre este assunto. Exemplos dessas respostas foram as seguintes:

“Na digestão intracelular o retículo endoplasmático transporta enzimas para o complexo de Golgi que se irá juntar a vesículas que transportam o alimento formando vesículas digestivas; nestas vesículas as enzimas irão digerir o alimento. A constituição do alimento que for favorável à célula será aproveitada e a parte não favorável será retirada da célula; este

processo chama-se heterofagia. A digestão celular pode também ocorrer quando as enzimas “exterminam” constituintes que estejam mortos; a este processo chama-se autofagia.” (Luísa)

“A digestão intracelular começa com a absorção de uma molécula de alimento, criando uma vesícula endocítica. Depois, o retículo endoplasmático liberta ribossomas, que irão para o complexo de Golgi, saindo depois até ao encontro da vesícula. A seguir, a vesícula funde-se ao ribossoma, criando um vacúolo digestivo que irá realizar a digestão. O vacúolo liberta o alimento e é expulso por exocitose com os resíduos digestivos.” (Ricardo)

Estas conceções cientificamente não válidas demonstram, claramente, falta de estudo, pois estão presentes conceitos cientificamente válidos mas há confusão entre as etapas do processo. Neste questionário, os alunos foram abordados sobre a digestão humana e, dado que se trata de um assunto que foi alvo de estudo em mais do que um ano de escolaridade anteriores, inclusive no 9º ano, seria de esperar que os alunos apresentassem maior sucesso no mesmo. Os alunos foram questionados acerca das características estruturais do intestino que contribuem para a eficácia da digestão (Tabela 35) e da absorção (Tabela 36).

A tabela 35 mostra a frequência e percentagem das conceções dos alunos sobre as estruturas que contribuem para a eficácia da digestão no sistema digestivo humano.

Apesar do que foi referido, não se verificou qualquer sucesso no pós-teste no conhecimento sobre as estruturas do sistema digestivo que contribuem para a eficácia da digestão, não que os alunos não soubessem nada a esse respeito, efetivamente, mas por erro na interpretação da questão, tendo eles referido características, no geral, e não características especificamente estruturais, como foi pedido, pois os alunos demonstraram compreender este assunto nas aulas tanto no *Brainstorming*, antes da leção destes conteúdos, como na discussão e conclusão dos mesmos. Assim, uma vez mais os alunos demonstraram ter dificuldades de interpretação de enunciados de questões e/ou de concentração.

Apesar de ter havido uma diminuição da ausência de resposta na questão do pré para o pós-teste (21%), verificou-se que as conceções cientificamente não aceites foram mais frequentes no pós-teste (21%), e não houve registo quer de respostas cientificamente aceites, quer de respostas incompletas, nem no pré nem no pós-teste.

Tabela 35. Frequência e percentagem das concepções dos alunos sobre as estruturas que contribuem para a eficácia da digestão o sistema digestivo humano

Categorias de resposta	Pré-teste (n= 22)		Pós-teste (n= 16)	
	f	%	f	%
	<i>Cientificamente aceite (CA)</i>	0	0	0
<i>Incompletas (Inc)</i>	0	0	0	0
<i>Cientificamente não aceite (CnA)</i>	16	72,7	15	93,7
- Estômago e suco gástrico/enzimas/ácido	7	31,8		
- Estômago	2	9,1		
- Suco digestivo	1	4,6		
- Libertação de ácidos	1	4,6		
- Libertação de ácido e contrações do estômago	1	4,6		
- Suco gástrico e esófago				
- Ribossomas e estômago	1	4,6		
- Estômago e intestinos	1	4,6		
- Tubo digestivo extenso e proximidade entre os órgãos do sistema digestivo	1	4,6		
- Glândulas salivares e estômago				
- Enzimas			3	18,8
- Enzimas e intestinos			2	12,5
- Tubos diferentes e de grandes			1	6,3
- Bilis e suco pancreático			1	6,3
- Vesículas e suco gástrico			1	6,3
- Estômago e esófago			1	6,3
- Ter duas aberturas e uma grande eficiência			1	6,3
- Vesículas			1	6,3
- Grande extensão do intestino delgado e enzimas			1	6,3
- Suco gástrico e saliva			1	6,3
- Pâncreas e suco pancreático			1	6,3
			1	6,3
<i>Não responde (Nr)</i>	6	27,3	1	6,3

As respostas cientificamente não aceites verificadas no pré-teste foram a indicação de estômago e suco gástrico/enzimas/ácido (32%), ao passo que no pós-teste as concepções cientificamente não aceites mais verificadas foram a consideração do tubo digestivo extenso e proximidade entre os órgãos do sistema digestivo (19%) e glândulas salivares e estômago (13%), como características estruturais que contribuem para a eficácia da digestão.

A tabela 36 mostra as concepções dos alunos sobre as estruturas que contribuem para a eficácia da absorção no sistema digestivo humano.

Tabela 36. Frequência e percentagem das concepções dos alunos sobre as estruturas que contribuem para a eficácia da absorção no sistema digestivo humano

Categorias de resposta	Pré-teste (n= 22)		Pós-teste (n= 16)	
	f	%	f	%
<i>Cientificamente aceite (CA)</i>	0	0	1	6,3
<i>Incompletas (Inc)</i>	1	4,6	6	37,5
- Microvilosidades			2	12,5
- Parede intestinal	1	4,6		
- Vilosidades			2	12,5
- Intestino delgado e vilosidades			1	6,3
- Vilosidades e intestino			1	6,3
<i>Cientificamente não aceite (CnA)</i>	11	50,0	4	25
- Enzimas/ácidos	3	13,6		
- Membrana plasmática e intestino delgado	2	9,1		
- Ácidos e forças de contração do esófago	1	4,6		
- Intestino delgado	1	4,6		
- Intestino delgado e intestino grosso	1	4,6	1	6,3
- Intestino delgado, intestino grosso, figado	1	4,6		
- Intestino	1	4,6		
- Intestino e enzimas	1	4,6		
- Intestino e parede celular			1	6,3
- Aproveitamento de algumas proteínas e libertação de outras			1	6,3
- Intestino delgado e intestino grosso com vilosidades absorventes			1	6,3
<i>Não responde (Nr)</i>	10	45,5	5	31,3

Houve um maior sucesso nesta questão, tendo os alunos demonstrado com mais clareza os seus conhecimentos acerca das características estruturais do sistema digestivo que contribuem para a eficácia da absorção. Após a intervenção pedagógica verificaram-se respostas cientificamente aceites (6%), contrariamente, ao verificado no pré-teste, um aumento de respostas incompletas (em 33%), uma diminuição de concepções cientificamente não aceites (em 25%), bem como de ausência de resposta (em 14%).

No pós-teste, a resposta cientificamente aceite verificada referiu as características pedidas como vilosidades e microvilosidades e as respostas incompletas verificadas foram, maioritariamente, ou vilosidades ou microvilosidades (13%, respetivamente), sendo que no pré-teste a resposta incompleta verificada foi a referência à parede intestinal.

Quanto às concepções cientificamente não aceites verificadas no pré-teste, as mais frequentes foram a consideração de enzimas/ácidos (14%) e a membrana plasmática e intestino delgado (9%). No pós-teste, verificou-se que não houve uma concepção mais frequente, mas repetiram-se algumas em relação ao pré-teste, como é o caso de considerarem o intestino

delgado e o intestino grosso, e intestino e parede celular (6%, respetivamente). Outra conceção alternativa detetada no pós-teste que pretendo referir é a indicação do intestino delgado e intestino grosso com vilosidades absorventes (6%).

Também o processo fotossintético, como forma de obtenção de matéria por alguns seres autotróficos, foi estudado em anos anteriores pelos alunos. Sendo que seria alvo de estudo nesta unidade foi de grande importância averiguar que conceções tinham os alunos sobre este assunto. Na tabela 37, estão apresentados os dados sobre as conceções dos alunos em relação à fotossíntese.

Tabela 37. Frequência e percentagem das conceções dos alunos sobre como ocorre o processo fotossintético

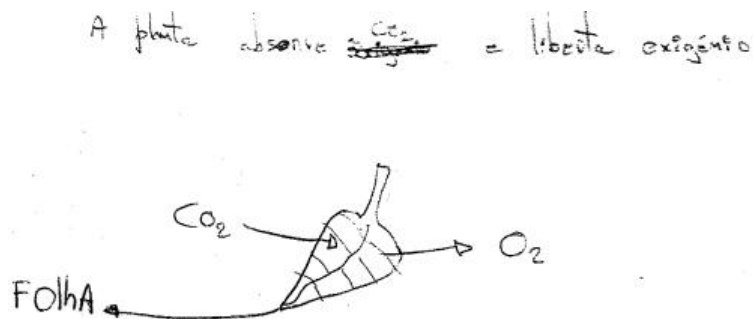
Categorias de resposta	Pré-teste (n= 22)		Pós-teste (n= 16)	
	f	%	f	%
<i>Cientificamente aceite (CA)</i>	0	0	0	0
<i>Incompletas (Inc)</i>	10	45,5	8	50,0
- No processo fotossintético ocorre a absorção de luz solar e CO ₂ do meio e libertação de O ₂	3	13,6	1	6,3
- No processo fotossintético ocorre a absorção de CO ₂ do meio pelas plantas e libertação de O ₂	2	9,1	2	12,5
- O processo fotossintético ocorre nos cloroplastos, quando o CO ₂ e a luz solar entram nos tilacoides e estes libertam O ₂				
- No processo fotossintético ocorre a absorção de luz solar e CO ₂ do meio para que a planta produza matéria e liberte O ₂	1	4,6		
- O processo fotossintético ocorre nas folhas das plantas com a absorção de CO ₂ do meio e libertação de O ₂	1	4,6		
- O processo fotossintético, que ocorre de dia, é a absorção de radiação solar e CO ₂ pelas plantas, resultando deste processo a libertação de O ₂	1	4,6		
- O processo fotossintético ocorre nas folhas das plantas e corresponde à transformação de CO ₂ em O ₂	1	4,6		
- O processo fotossintético é a captação e utilização de energia solar pelas plantas	1	4,6		
- O processo fotossintético ocorre em duas fases, sendo uma delas a fase fotoquímica			1	6,3
- O processo fotossintético ocorre quando o CO ₂ é transformado em O ₂ , nos cloroplastos			1	6,3
- O processo fotossintético ocorre em duas fases, sendo elas a fase fotoquímica, na qual ocorre produção de ATP, e a fase química, na qual ocorre produção de matéria			1	6,3
- O processo fotossintético ocorre numa célula fotossintética que, ao receber luz, permite a fotólise e ao incidir na clorofila permite a ocorrência de uma cadeia transportadora de eletrões ao longo de várias proteínas transportadoras de eletrões			1	6,3
- O processo fotossintético ocorre nas membranas dos tilacoides, cujos eletrões da clorofila contida na membrana ficam excitados, sendo transportados ao longo da membrana por proteínas transportadoras, nela contidas, fornecendo energia para as reações da fotossíntese; ocorre fotólise da água da qual resulta átomos de oxigénio, que são libertados para o exterior, e átomos de hidrogénio que são usados durante a fotossíntese			1	6,3

Tabela 37. Frequência e percentagem das concepções dos alunos sobre como ocorre o processo fotossintético (continuação)

Categorias de resposta	Pré-teste (n= 22)		Pós-teste (n= 16)	
	f	%	f	%
<i>Cientificamente não aceite (CnA)</i>	9	40,9	6	37,5
- No processo fotossintético ocorre a absorção de CO ₂ do meio e libertação de O ₂ durante o dia e transformação de oxigénio em CO ₂ à noite	2	9,1		
- O processo fotossintético ocorre nas folhas das plantas que, com a radiação, transformam a água e o CO ₂ , presentes na folha, em O ₂			2	12,5
- No processo fotossintético há captação de energia da atmosfera e a sua transformação em O ₂	1	4,6		
- A fotossíntese é a distribuição e uso dos nutrientes absorvidos do meio pelas plantas	1	4,6		
- No processo fotossintético há absorção de luz e água, que reagem, para a planta produzir O ₂	1	4,6		
- O processo fotossintético ocorre exclusivamente durante o dia, sendo efetuado apenas por plantas com clorofila, caracterizando-se pela quebra da molécula de CO ₂ , que é captado do meio pelas plantas, retendo o carbono e libertando o O ₂	1	4,6		
- O processo fotossintético diz respeito à absorção de substâncias do solo necessárias às plantas com uso da luz solar	1	4,6		
- O processo fotossintético é a transformação, por meio de luz solar, de CO ₂ em O ₂ de dia, e de oxigénio em CO ₂ de noite	1	4,6		
- O processo fotossintético corresponde à absorção de luz solar, que contém CO ₂ e à sua transformação em O ₂	1	4,6		
- O espetro de ação da fotossíntese localiza-se na zona azul-violeta e vermelho-laranja do espetro magnético, sendo que as moléculas consumidoras de O ₂ confirmam este facto, dispondo-se nessas regiões, na presença de luz			1	6,3
- A planta transforma a água e a luz que recebe em energia que usa para sobreviver			1	6,3
- O processo fotossintético ocorre em duas fases, sendo elas a fase fotoquímica, na qual ocorre transformação de CO ₂ em O ₂ “com a ajuda” dos tilacoides, e a fase química, a qual ocorre no estroma com uso de ATP e NADPH			1	6,3
- O processo fotossintético ocorre nos cloroplastos iniciando-se com a absorção de água e CO ₂ . As moléculas são desdobradas em reação com a luz solar, resultando oxigénio, que é libertado para o exterior, e outros átomos que ficam retidos na planta. As pentoses associam-se a átomos de carbono e o NADP ⁺ a átomos de hidrogénio, formando-se NADPH e trioses; as pentoses são instáveis, o que faz com que se separem			1	6,3
<i>Não responde (Nr)</i>	2	9,1	2	12,5
<i>Resposta ambígua</i>	1	4,6	0	0

Sobre o processo fotossintético, não se verificou o sucesso esperado na aprendizagem dos alunos, pois do pré para o pós-teste houve um aumento de ausência de resposta à questão (embora irrisório, de 3%), mas não se registaram respostas cientificamente aceites, as respostas incompletas verificaram-se numa mesma percentagem (50%) e as respostas cientificamente não aceites diminuíram apenas ligeiramente (em 3%). Tanto no pré como no pós-teste verificaram-se respostas esquemáticas e descritivas.

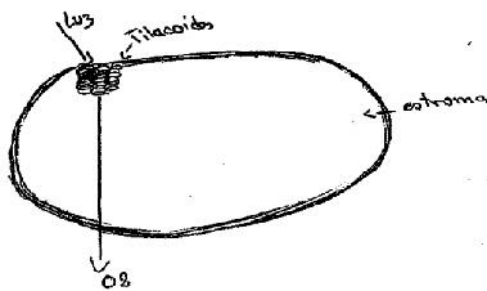
No pré-teste, as respostas incompletas mais frequentes consideraram que no processo fotossintético ocorre a absorção de luz solar e dióxido de carbono do meio e libertação de oxigénio, de que é exemplo: “ processo fotossintético ocorre com a absorção de dióxido de carbono que as plantas fazem e a libertação de oxigénio” (Cristiana); e que no processo fotossintético ocorre a absorção de dióxido de carbono do meio pelas plantas e libertação de oxigénio, de que é exemplo: “a planta absorve luz solar e dióxido de carbono para se alimentar e liberta oxigénio essencial para o Homem poder também sobreviver” (Rui). Outro exemplo é terem considerado que o processo fotossintético ocorre nas folhas das plantas com a absorção de dióxido de carbono do meio e libertação de oxigénio (Figura 12)



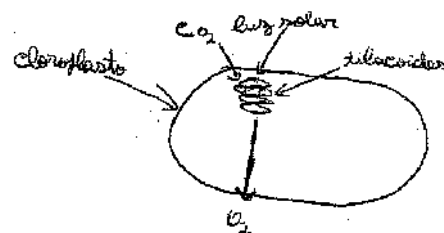
(Nuno)

Figura 12. Resposta incompleta – representação cientificamente válida do processo fotossintético, mas falta informação

No pós-teste, as respostas incompletas mostraram que os alunos tinham mais conhecimentos sobre este processo. As respostas mais frequentes (13%) foram a consideração de que o processo fotossintético ocorre nos cloroplastos, quando o dióxido de carbono e a luz solar entram nos tilacoides e estes libertam oxigénio, sendo exemplos desta categoria de resposta a figura 13.



(Marlene)

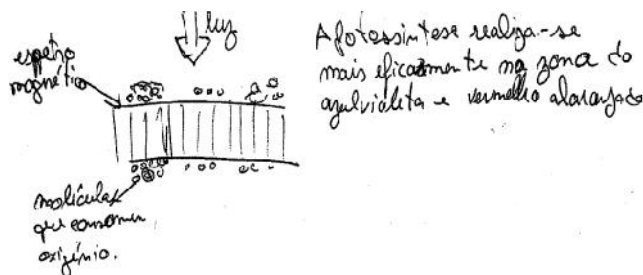


(Rui)

Figura 13. Respostas incompletas – representações cientificamente válidas do processo fotossintético, mas falta informação

Outros exemplos de respostas incompletas, menos frequentes (6%, respetivamente) foram: “a fotossíntese ocorre ao nível das membranas tilacoidais que possuem clorofilas, excitando os seus eletrões existentes. Estes eletrões vão sendo transportados por proteínas transportadoras ao longo da membrana e assim fornecem a energia para as reações. Há também a fotólise da água onde os oxigénios são libertados para o exterior e os hidrogénios utilizados nas reações” (Cristiana) e “a fotossíntese ocorre em duas fases, uma fase fotoquímica e outra fase química. Na fase fotoquímica há produção de ATP e na fase química há produção de matéria” (Bruno).

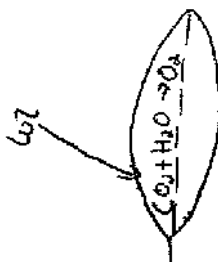
As conceções cientificamente não aceites detetadas no pré-teste com mais frequência, referiram que no processo fotossintético ocorre a absorção de dióxido de carbono do meio e libertação de oxigénio durante o dia e transformação de oxigénio em dióxido de carbono à noite, como se pode ver, por exemplo, na seguinte resposta: “a planta absorve o CO_2 do ar, que reage com a radiação solar e assim ocorre o processo de fotossíntese e liberta O_2 para o ar, isto acontece de dia, de noite a planta transforma o O_2 em CO_2 .” (Bruno). Tal como referido por Giordan (1988), também se verificou a conceção alternativa de que o processo fotossintético diz respeito à absorção de substâncias do solo necessárias às plantas com uso da luz solar (5%), como é exemplo a resposta do Abel: “as plantas recolhem substâncias do interior da terra, depois com a “ajuda” da luz do sol concluem o processo” No pós-teste, este tipo de conceções já não se verificou, e foram variadas. Os alunos consideraram que o processo fotossintético está apenas relacionado com o espetro de luz visível, isto é, que o espetro de ação da fotossíntese e localiza-se na zona azul-violeta e vermelho-laranja do espetro magnético, sendo que as moléculas consumidoras de oxigénio confirmam este facto, dispendo-se nessas regiões, na presença de luz (6%), tal como está representado no esquema abaixo (Figura 14).



(Vânia)

Figura 14. Resposta cientificamente não aceite – representação cientificamente não válida do processo fotossintético

Embora a concepção cientificamente não aceite mais frequente (13%) tenha sido a consideração de que o processo fotossintético ocorre nas folhas das plantas, que com a radiação transformam a água e o dióxido de carbono presentes na folha, em oxigênio, categoria de resposta ilustrada por explicações escritas do tipo, “o processo fotossintético ocorre nas folhas de uma planta que recebe luz e absorve água e CO₂ e que os transforma em oxigênio” (Cláudio) e explicações esquemáticas como a que se apresenta a seguir (Figura 15).



(Abel)

Figura 15. Resposta cientificamente não aceite – representação cientificamente não válida do processo fotossintético

A concepção cientificamente não aceite que demonstrou mais conhecimentos foi: “o processo fotossintético ocorre com a introdução nos cloroplastos de água e CO₂. Com a luz solar a célula é capaz de desdobrar as moléculas, podendo libertar o oxigênio para o meio e absorver os restantes átomos. Os carbonos vão associar-se a pentoses e o H a NADP⁺, pelo que serão formados NADPH e trioses pois a hexose é formada pelos C, a pentose é bastante instável, levando-a a separar-se” (Ricardo), pois embora apresente vários conhecimentos cientificamente válidos, apresenta-os de uma forma confusa.

Na tabela 38 estão apresentados os dados sobre a importância que os alunos consideram que a fotossíntese tem para as plantas. Relativamente à importância que a fotossíntese tem para as plantas, os alunos apresentaram respostas cientificamente aceites tanto no pré como no pós-teste (aproximadamente na mesma percentagem, 31%) não havendo evolução neste sentido.

As respostas cientificamente aceites mais frequentes no pré-teste, consideraram que a fotossíntese é importante para as plantas pois é através deste processo que produzem a própria matéria que lhes permite sobreviver (27%), sendo indicado também que a fotossíntese é importante para as plantas pois constitui a sua principal forma de obtenção de energia (5%). No pós-teste, as respostas cientificamente aceites mais frequentes foram a consideração de que a fotossíntese é importante para as plantas pois permite-lhes obter matéria para que possam

sobreviver, e de que a fotossíntese é importante para as plantas pois permite-lhes obter matéria orgânica (ambas na mesma percentagem de 13%), sendo ainda referido que a fotossíntese é importante para as plantas pois permite-lhes produzir o seu “alimento” para poderem sobreviver (6%).

Tabela 38. Frequência e percentagem das conceções dos alunos sobre a importância da fotossíntese para as plantas

Categorias de resposta	Pré-teste (n= 22)		Pós-teste (n= 16)	
	f	%	f	%
<i>Cientificamente aceite (CA)</i>	7	31,8	5	31,3
<i>Incompletas (Inc)</i>	5	22,7	2	12,5
- A fotossíntese é importante para as plantas para garantir a sua sobrevivência	2	9,1		
- A fotossíntese é importante para as plantas para garantir a sua sobrevivência pois permite a transformação da luz em energia	2	9,1		
- A fotossíntese é importante para que as plantas, na medida em que é usado o dióxido de carbono nas reações que lhes permite sobreviver	1	4,6		
- A fotossíntese é importante para as plantas pois é através deste processo que obtêm energia			1	6,3
- A fotossíntese é importante para as plantas pois permite-lhes sobreviver			1	6,3
<i>Cientificamente não aceite (CnA)</i>	8	36,4	6	37,5
- A fotossíntese é importante para as plantas para garantir a sua sobrevivência pois permite a produção de “alimento”	2	9,1	1	6,3
- A fotossíntese é importante a produção de oxigénio para que todos os seres vivos possam respirar e, assim, sobreviver	2	9,1		
- A fotossíntese é importante para as plantas para que consigam sobreviver e possam transformar o dióxido de carbono em oxigénio			2	12,5
- A fotossíntese é importante para as plantas dado que é responsável pelas trocas gasosas que estas efetuam com o meio	1	4,6	1	6,3
- A fotossíntese é importante para as plantas para que possam absorver matéria	1	4,6		
- A fotossíntese é importante para as plantas pois através deste processo obtêm energia da atmosfera	1	4,6		
- A fotossíntese é importante para as plantas pois através deste processo as suas células são “rejuvenescidas”	1	4,6		
- A fotossíntese é importante para as plantas pois é através deste processo que respiram			1	6,3
- A fotossíntese é importante para as plantas pois torna-as mais saudáveis e vivas			1	6,3
<i>Não responde (Nr)</i>	2	9,1	3	18,8

Depois da intervenção pedagógica houve mais ausência de respostas (mais 10%), e um ligeiro aumento de conceções cientificamente não aceites (1%) e as respostas incompletas foram menos frequentes (diminuição de 10%).

As respostas incompletas mais registadas no pré-teste consideraram que a fotossíntese é importante para as plantas para garantir a sua sobrevivência, e que a fotossíntese é importante para as plantas para garantir a sua sobrevivência pois permite a transformação da luz em

energia (ambas na mesma percentagem de 9%), cujos exemplos respetivos são: “o processo da fotossíntese é necessário para a sobrevivência da planta” (Paulo) e “a fotossíntese é importante para as plantas pois com ela as plantas vão transformar a luz solar em energia para elas sobreviverem” (Raquel).

No pós-teste foram diferentes as respostas incompletas, tendo os alunos considerado que a fotossíntese é importante para as plantas pois é através deste processo que obtêm energia, como por exemplo, “a fotossíntese é muito importante para as plantas porque é através dela que ela têm energia para sobreviver” (Raquel), e a fotossíntese é importante para as plantas pois permite-lhes sobreviver, como por exemplo.

No que se refere às conceções cientificamente não aceites, uma das categorias de resposta mais frequente no pré-teste (9%) foi a consideração de que a fotossíntese é importante a produção de oxigénio para que todos os seres vivos possam respirar e, assim, sobreviver, sendo exemplo desta resposta: “a importância da fotossíntese é para a respiração dos seres vivos” (Cláudio). No pós-teste, os alunos consideraram, com mais frequência que a fotossíntese é importante para as plantas para que consigam sobreviver e possam transformar o dióxido de carbono em oxigénio, como explicou o Rui: “a fotossíntese é importante para as plantas porque sem ela as plantas não conseguem viver, também não conseguem decompor o CO_2 em O_2 ”. Para além deste tipo de respostas, os alunos também referiram que a fotossíntese é importante para as plantas “porque as torna mais vivas e ficam mais saudáveis” (Cláudio) e que “a importância da fotossíntese para as plantas é rejuvenescer as células” (Bruno) (ambas na mesma percentagem, de 6%).

3.3.2. Evolução do conhecimento processual

Em relação ao conhecimento processual, ainda relacionado com a membrana plasmática, os alunos foram questionados acerca da osmose, para interpretar resultados experimentais sobre os movimentos transmembranares, visando identificar que tipo de solução se encontrava numa célula vegetal plasmolisada representada numa figura (Tabela 34). Para se analisar a capacidade dos alunos para formular hipóteses sobre a osmose para situações experimentais novas, foi pedido aos alunos para descreverem o que aconteceria a uma planta se fosse submetida a um meio hipertónico (Tabela 39) e a uma célula animal se fosse submetida a um meio hipotónico (Tabela 40).

Quando os alunos identificaram que tipo de solução se encontrava numa célula vegetal plasmolisada representada numa figura, não houve interpretações de resultados cientificamente aceites nem no pré nem no pós-teste (Tabela 39).

Tabela 39. Frequência e percentagem da capacidade de interpretação de resultados experimentais dos alunos sobre a identificação de uma solução hipertónica através de uma imagem de uma célula plasmolisada ao microscópio ótico

Categorias de resposta	Pré-teste (n= 22)		Pós-teste (n= 16)	
	f	%	f	%
<i>Interpretação de resultados experimentais cientificamente aceite (CA)</i>	0		0	0
<i>Interpretação de resultados experimentais incompleta (Inc)</i>			3	18,8
- A solução é hipertónica pois é possível verificar que o vacúolo tem um volume reduzido o que indica que perdeu água para equilibrar as concentrações nos meios intra e extracelulares			1	6,3
- A solução é hipertónica pois a célula encontra-se plasmolisada, tendo havido saída de água da célula			1	6,3
- A solução é hipertónica pois o vacúolo tem uma maior concentração			1	6,3
<i>Interpretação de resultados experimentais cientificamente não aceite (CnA)</i>	15	68,2	9	56,3
- A solução é hipotónica devido ao tamanho reduzido do vacúolo e/ou à sua concentração reduzida de solutos, dada a cor mais escura do mesmo	5	22,7		
- A solução é hipertónica porque há uma menor concentração de solutos na célula da figura 2 em relação à da figura 1	1	4,6		
- A solução é hipotónica porque a concentração de solutos no meio intracelular é maior	1	4,6	2	12,5
- A solução é hipotónica devido a uma menor concentração de solutos no meio intracelular	1	4,6	1	6,3
- A solução é hipotónica porque a cor da célula é mais clara	1	4,6		
- A solução é hipertónica devido à cor mais escura na célula	1	4,6		
- A solução é hipertónica devido à maior concentração de solutos na célula da figura 1 em relação à da figura 2	1	4,6		
- A solução é hipotónica porque a concentração do meio intracelular é superior à da célula	1	4,6	1	6,3
- A solução é hipotónica porque houve saída de água da “molécula” conduzindo a uma diminuição do volume do vacúolo tornando a célula plasmolisada			1	6,3
- A solução é hipotónica porque a concentração do meio extracelular é maior do que a do meio intracelular dado que houve uma entrada de água na célula			1	6,3
- A solução é hipotónica devido ao grande volume ocupado pelo citoplasma e ao núcleo extra afastado da parede celular			1	6,3
- A solução é hipotónica devido a uma menor concentração de solutos no vacúolo			1	6,3
- A solução é hipotónica porque o vacúolo ficou sem “reservas”			1	6,3
<i>Não responde (Nr)</i>	7	31,8	4	25,0

No entanto, no final da intervenção pedagógica, a percentagem de ausência de resposta diminuiu consideravelmente (de 32% para 25%), demonstrando uma tentativa maior de os alunos mostrarem os seus conhecimentos processuais e, conseqüentemente, um maior interesse no momento de avaliação dos mesmos. Para além disso, enquanto que no pré-teste os alunos não

apresentaram qualquer interpretação de resultados experimentais cientificamente válida, no pós-teste houve registo de interpretações incompletas de resultados experimentais, que continham já algumas das interpretações cientificamente aceites (19%), sendo exemplos de interpretações incompletas de resultados experimentais considerar que a solução é hipertónica porque a célula encontra-se plasmolisada, tendo havido saída de água da célula, e considerar que a solução é hipertónica porque o vacúolo tem uma maior concentração.

No que toca às interpretações de resultados experimentais cientificamente não aceites apresentadas pelos alunos, houve uma diminuição da sua frequência do pré para o pós-teste (de 12%).

No pré-teste, nas interpretações de resultados experimentais cientificamente não aceites mais frequentes, apresentadas pelos alunos, eles consideraram a concentração do meio apresentado na figura, implicitamente, como hipotónico (sendo referido na questão que num meio hipotónico a concentração de solutos do meio é inferior à do meio intracelular), devido ao tamanho reduzido do vacúolo e/ou à sua concentração reduzida de solutos, dada a cor mais escura do vacúolo (23%), sendo exemplo destas respostas as seguintes: “porque a mancha do soluto é pequena e a da célula é grande” (Bruno); alguns alunos (9%) basearam-se nas tonalidades dos constituintes celulares para responder à questão, referindo, por exemplo, que a solução é hipertónica devido à cor mais escura na célula ou devido a uma cor mais escura na célula (suponho que referindo-se ao vacúolo), como foram os casos de: “a célula tem uma cor mais clara, logo a concentração é menor” (Ricardo); e “porque a concentração do soluto apresenta manchas” (Clara) (tendo assinalado ambos a opção de solução hipertónica).

No pós-teste, algumas das interpretações de resultados experimentais cientificamente não aceites verificadas no pré-teste repetiram-se, tendo os alunos considerado a solução hipotónica uma vez que a concentração de solutos no meio intracelular é maior (13%) ou considerado a solução como hipotónica dado que há uma maior concentração de solutos no meio intracelular (6%), por exemplo. Para além destas, surgiram novas interpretações de resultados experimentais cientificamente não aceites, tendo os alunos considerado, por exemplo, que a solução é hipotónica devido ao grande volume ocupado pelo citoplasma e ao núcleo estar afastado da parede celular, ilustrada por: “o núcleo da célula está afastado da parede celular, e é possível observar que há uma grande quantidade de citoplasma” (Inês); e que a solução é hipotónica devido a uma menor concentração de solutos no vacúolo, como: “porque a

quantidade de soluto no interior do vacúolo é menor” (Cláudio), demonstrando confusão entre concentração e volume.

Quando questionados acerca da consequência para a sobrevivência de uma planta submetida a um meio idêntico ao apresentado na figura, os alunos mostraram algum sucesso na formulação de hipóteses no pós-teste (Tabela 40).

Tabela 40. Frequência e percentagem da capacidade para formular hipóteses dos alunos sobre as consequências de uma solução hipertônica para uma planta

Categorias de resposta	Pré-teste (n= 22)		Pós-teste (n= 16)	
	f	%	f	%
<i>Hipótese admissível</i>	0		0	0
<i>Hipótese incompleta</i>	3	13,6	3	18,8
- A planta morrerá em pouco tempo	3	13,6	1	6,3
- A planta morrerá			1	6,3
- A planta irá secar			1	6,3
<i>Hipótese não admissível</i>	9	40,9	5	31,3
	5	22,7		
- A planta terá que obter mais solutos, alimentando-se, para poder sobreviver	1	4,6		
- A planta terá que obter água para sobreviver	1	4,6		
- A planta morrerá em pouco tempo devido à falta de soluto	1	4,6	1	6,3
- A planta terá que realizar fotossíntese para sobreviver	1	4,6	1	6,3
- A planta precisa de radiação solar e de um solo com nutrientes para sobreviver			1	6,3
- A planta terá que libertar água para equilibrar as concentrações do meio intra e extracelular			1	6,3
- As células da planta irão diminuir			1	6,3
- A planta deve absorver água ou outros solventes para sobreviver				
<i>Não responde (Nr)</i>	9	40,9	8	50,0
<i>Resposta ambígua</i>	1	4,6		

Apesar de não haver registo de hipóteses admissíveis (nem no pré nem no pós-teste), e a percentagem de ausência de resposta ter aumentado ligeiramente (9%), houve uma diminuição hipóteses não admissíveis após a implementação do projeto (10%), para além de que também não houve registo de respostas ambíguas, e a percentagem de hipóteses incompletas aumentou ligeiramente (em 5%).

As hipóteses incompletas apresentadas pelos alunos no pré-teste foram idênticas, tendo estes considerado que a planta morreria em pouco tempo (14%), tipo de resposta que se repetiu no pós-teste (6%), sendo exemplos destas, “vai viver, mas por pouco tempo” (Nicole). Um outro exemplo de uma hipótese incompleta no pós-teste é ter considerado que a planta iria secar: “a planta irá começar a secar” (Bruno).

Relativamente às hipóteses não admissíveis apresentadas pelos alunos, no pré-teste a mais frequente foi considerarem que a planta terá que obter mais solutos, “alimentando-se” para sobreviver, tendo respondido de uma forma indireta à questão (23%). É exemplo desta categoria de resposta: “a planta irá precisar de “comer” mais, ou então acabará por morrer” (Bruno) e “a célula terá de obter mais soluto” (Francisco). Esta hipótese não se verificou novamente no pós-teste, no entanto, outras se repetiram, como é o caso de indicarem que a planta terá que realizar fotossíntese para sobreviver e que planta precisa de radiação solar e de um solo com nutrientes para sobreviver. Para além destas hipóteses não admissíveis, no pós-teste os alunos apresentaram outras que não tinham sido identificadas anteriormente, como por exemplo, considerarem que as células da planta irão diminuir e que a planta deve absorver água ou outros solventes para sobreviver: “as células desta planta vão diminuir de tamanho” (Raquel) e “a consequência é que deve entrar em contato com água ou outros solventes” (Cláudio).

Tal como na questão anterior, quando questionados acerca da consequência de uma solução hipertónica para uma célula animal, os alunos não apresentaram hipóteses admissíveis (Tabela 41), o que não corresponde aos dados recolhidos nas notas de campo, em que estes discutiram estas consequências nas aulas, participando ativa e de forma cientificamente aceitável.

Tabela 41. Frequência e percentagem da capacidade dos alunos para formular hipóteses sobre as consequências de uma solução hipertónica para uma célula animal

Categorias de resposta	Pré-teste (n= 22)		Pós-teste (n= 16)	
	f	%	f	%
<i>Hipóteses admissíveis</i>	0		0	0
<i>Hipóteses incompletas</i>	11		50	8 50,0
- A célula animal morrerá	11	50	1	6,3
- A célula animal irá sofrer lise			4	25,0
- A célula animal irá sofrer lise devido a uma maior quantidade de solvente			1	6,3
- A célula animal irá “rebentar”, por não ter parede celular, devido à turgescência			1	6,3
- A célula animal poderá sofrer lise, dado que não tem parede celular, pois num meio hipotónico há entrada de água na célula para equilibrar as concentrações dos meios intra e extracelular			1	6,3
<i>Hipóteses não admissíveis</i>	5	22,7	3	18,7
- A célula animal morrerá devido à falta de solutos/matéria	2	9,1		
- A célula animal morrerá devido à falta de água	1	4,6	1	6,3
- A célula animal deixará de exercer as suas funções	1	4,6		
- A célula animal morrerá devido à intolerância à temperatura baixa do meio extracelular	1	4,6		
- A célula animal manter-se-á normal			1	6,3
- A célula animal morrerá devido à inexistência de vacúolo			1	6,3
<i>Não responde (Nr)</i>	6	27,3	4	25
<i>Resposta ambígua</i>	0		1	6,3

Nesta questão não se verificaram hipóteses admissíveis e a percentagem de hipóteses incompletas manteve-se, embora o seu conteúdo tenha evoluído significativamente. Isto é, enquanto que no pré-teste os alunos consideraram como consequência para a célula animal a sua “morte” (50%), no pós-teste os alunos tiveram considerações que demonstraram mais conhecimento adquirido durante a intervenção pedagógica, como por exemplo, terem referido que a célula animal iria sofrer lise (6%), que a célula animal iria sofrer lise devido a uma maior quantidade de solvente (25%) e a célula animal poderia sofrer lise, dado que não tem parede celular, pois num meio hipotónico há entrada de água na célula para equilibrar as concentrações dos meios intra e extracelular (6%). Exemplos destas categorias de resposta são, respetivamente: “a célula animal sofrerá uma lise celular porque contém mais solvente do que soluto” (Rui) e “quando o meio é hipotónico, a célula irá absorver água para equilibrar os gradientes e como a célula animal não possui parede celular, pode ocorrer a lise da mesma” (Ricardo).

A hipótese não admissível que se verificou com maior frequência no pré-teste foi considerarem que a célula animal morrerá devido à falta de solutos/matéria (9%), de que é exemplo a resposta: “se a concentração é menor, a célula sentirá carência de solutos e morrerá” (Ricardo). Uma outra hipótese não admissível que se verificou no pré-teste (5%) e que se repetiu no pós-teste (6%) foi a indicação de que célula animal morrerá devido à falta de água, cujos exemplos respetivos são: “a célula animal acabaria por morrer por desidratação” (Vânia) e “se uma célula for colocada num meio hipotónico, esta acabaria por morrer por desidratação.” (Vânia), verificadas na mesma aluna. Para além desta, destaco ainda, no pós-teste, a consideração de que a célula animal morrerá devido à inexistência de vacúolo (6%): “Se uma célula animal for colocada num meio hipotónico vai morrer, pois esta não tem vacúolo” (Raquel).

Para além destes dados, verificou-se ainda uma diminuição de ausência de respostas, em cerca de 7%.

Em relação ao conhecimento processual, também foram averiguados os conhecimentos processuais dos alunos através de uma experiência descrita no questionário de conhecimentos sobre o processo fotossintético, no questionário (Tabelas 42 a 45) e através das atividades laboratoriais realizadas durante a intervenção pedagógica, cujos dados foram recolhidos através de notas de campo.

No questionário foi colocada uma questão em que os alunos tinham que prever o que aconteceria a uma planta colocada na obscuridade, por algum tempo (Tabela 42).

Tabela 42. Frequência e percentagem da capacidade dos alunos para fazerem previsões de resultados sobre o efeito da ausência da luz nas plantas

Categorias de resposta	Pré-teste (n= 22)		Pós-teste (n= 16)	
	f	%	f	%
<i>Previsão de resultados cientificamente aceite (CA)</i>	0	0	0	0
<i>Previsão de resultados incompleta (Inc)</i>	11	50,0	11	68,8
- É possível manter uma planta na obscuridade, mas por pouco tempo, porque a planta precisa de luz para realizar fotossíntese para poder sobreviver	6	27,3	3	18,8
- É possível manter uma planta na obscuridade, pois esta possui reservas energéticas, mas por pouco tempo, até ser necessário produzir novamente matéria	3	13,6	4	25
- É possível manter uma planta na obscuridade, pois a planta sobrevive à noite, por exemplo, usando outro processo que não a fotossíntese	2	9,1	1	6,3
- É possível manter uma planta na obscuridade, mas por pouco tempo, pois caso contrário morrerá			1	6,3
- É possível manter uma planta na obscuridade, por algum tempo, desde que a planta tenha sido iluminada antes, pois sem luz a fotossíntese não se pode iniciar			2	12,5
<i>Previsão de resultados cientificamente não aceite (CnA)</i>	10	45,5	5	31,3
- Não é possível manter uma planta na obscuridade, por algum tempo, porque a planta só sobrevive ao realizar fotossíntese, que só ocorre na presença de luz	4	18,2	1	6,3
- É possível manter uma planta na obscuridade, mas por pouco tempo, senão acabará por morrer				
- Não é possível manter uma planta na obscuridade, por algum tempo, porque a planta só sobrevive se produzir a substância que lhe dá o tom verde, que só é possível na presença de luz	3	13,6		
- É possível manter uma planta na obscuridade, desde que disponha de água, mas por pouco tempo, porque a planta precisa de luz	1	4,6		
- É possível manter uma planta na obscuridade, por algum tempo, pois a planta pode obter energia a partir da água	1	4,6		
- Não é possível manter uma planta na obscuridade, por algum tempo, pois morreria por falta de luz	1	4,6	3	18,8
- É possível manter uma planta na obscuridade, mas por pouco tempo, pois caso contrário ficará sem oxigénio, morrendo			1	6,3
<i>Não responde (Nr)</i>	1	4,6	0	0

Os alunos não apresentaram previsões de resultados cientificamente aceites para esta questão, nem no pré, nem no pós-teste. Em contrapartida, verificou-se um aumento de previsões de resultados incompletas no final da implementação do projeto (em 19%), bem como uma diminuição de previsões de resultados cientificamente não aceites apresentadas pelos alunos (14%) e de ausência de resposta.

As previsões de resultados incompletas que mais se verificaram no pré-teste referiam que é possível manter uma planta na obscuridade, mas por pouco tempo, porque a planta precisa de luz para realizar fotossíntese para poder sobreviver (27%), sendo exemplo desta categoria de resposta “dependendo do tempo, pois uma planta precisa de luz solar para realizar

a fotossíntese e se estiver demasiado tempo no escuro acabará por morrer” (Nuno). Também no pós-teste se verificaram previsões de resultados que se incluem nesta categoria (19%), como por exemplo: “mas depois a planta acaba por morrer pois não recebe a radiação solar importante para a fotossíntese” (Pedro). No entanto, as previsões de resultados incompletas mais frequentes no pós-teste (25%) referiram que é possível manter uma planta na obscuridade, pois esta possui reservas energéticas, mas por pouco tempo, até ser necessário produzir novamente matéria, como por exemplo se verificou nas seguintes previsões: “sim é, porque as células dessa planta têm algumas reservas, mesmo assim, não podem permanecer na obscuridade de forma permanente” e “sim, mas por um curto espaço de tempo, isto deve-se ao facto de a planta conseguir “armazenar” alguma energia no seu interior” (Nicole), sendo que este tipo de previsões também já tinha sido frequente no pré-teste (14%). No pós-teste foram também respostas incompletas a consideração de que é possível manter uma planta na obscuridade, por algum tempo, desde que a planta tenha sido iluminada antes, pois sem luz a fotossíntese não se pode iniciar (cerca de 13%), cujos exemplos importantes referir são: “é possível manter uma planta na obscuridade durante algum tempo desde que antes tenha sido iluminada pois sem luz os seus eletrões não serão excitados e os processos de fotossíntese não podem ser realizados.” (Cristiana) e “esta afirmação é verdadeira, uma planta ao estar exposta à luz faz fotossíntese, ou seja, vai usar CO_2 e H_2O para libertar O_2 , se uma planta tiver muito tempo exposta à luz, quando guardada num sítio obscuro, ainda conseguirá realizar a fotossíntese por cerca de 15 a 20 segundos” (Abel).

Relativamente às previsões de resultados cientificamente não aceites registadas nesta questão, no pré-teste verificaram-se respostas que indicaram que não é possível manter uma planta na obscuridade, por algum tempo, porque a planta só sobrevive ao realizar fotossíntese, que só ocorre na presença de luz (18%, a qual também se verificou no pós-teste, em cerca de 6%) e possível manter uma planta na obscuridade, mas por pouco tempo, senão acabará por morrer (14%), sendo exemplos destas respostas: “não porque uma planta necessita de luz para realizar a fotossíntese” (Cláudio) e “sim, uma planta pode estar sem luz durante algum tempo, mas não pode ser muito senão ela morre” (Raquel), respetivamente. No pós-teste, uma previsão de resultados cientificamente não aceite foi considerarem que não é possível manter uma planta na obscuridade, por algum tempo, pois morreria por falta de luz, como por exemplo: “é possível, mas decerto a planta acabará por morrer por falta de luz” (Cláudio). Outra previsões de resultados cientificamente não aceite foi considerarem que que é possível manter uma planta na

obscuridade, mas por pouco tempo, pois caso contrário ficará sem oxigênio, morrendo, como por exemplo: “uma planta pode viver no escuro por um curto espaço de tempo, senão não vai ter oxigênio e vai acabar por morrer” (Raquel).

No questionário também foi apresentada uma experiência, para se perguntar qual foi a hipótese colocada para a mesma pelo investigador. Na Tabela 43 estão apresentados os dados relativos a essa questão.

Tabela 43. Frequência e percentagem da capacidade dos alunos para formularem uma hipótese subjacente à experiência da *Elodea* a diferentes distâncias da fonte luminosa, evidenciando a liberação de O₂

Categorias de resposta	Pré-teste (n= 22)		Pós-teste (n= 16)	
	f	%	f	%
<i>Hipótese admissível</i>	14	63,6	10	62,5
<i>Hipótese não admissível</i>	5	22,7	6	37,5
- A hipótese colocada pelo investigador foi que a luz permite à <i>elodea</i> a realização de fotossíntese	2	9,1		
- A hipótese colocada pelo investigador foi iluminar um dispositivo	1	4,6		
- A hipótese colocada pelo investigador foi determinar em que medida a luz influencia a vida de uma planta	1	4,6	1	6,3
- A hipótese colocada pelo investigador foi que quanto mais radiação luminosa receber a <i>elodea</i> , mais carbono absorve para transformar em oxigênio	1	4,6		
- A hipótese colocada pelo investigador é que a <i>elodea</i> precisa de luz para realizar fotossíntese e que oxigênio que liberta tem origem na água que absorve e não no dióxido de carbono que capta da atmosfera			1	6,3
- A hipótese colocada pelo investigador foi que quanto mais próxima a <i>elodea</i> estiver do foco de luz menos eficaz será o processo fotossintético			1	6,3
- A hipótese colocada pelo investigador foi que quanto maior a distância entre o dispositivo e o foco luminoso, mais bolhas de oxigênio liberta			1	6,3
- A hipótese colocada pelo investigador foi que quanto mais tempo a luz incidir no dispositivo, mais oxigênio é produzido			1	6,3
- A hipótese colocada pelo investigador foi que quanto mais próxima a <i>elodea</i> estiver do foco de luz menos oxigênio é produzido			1	6,3
<i>Não responde (Nr)</i>	3	13,6	0	0

Houve uma elevada percentagem de hipóteses admissíveis no pré (64%) e pós-teste (63%). O número de hipóteses cientificamente não admissíveis aumentou (em 15%) tendo sido colocada a hipótese de determinar em que medida a luz influencia a vida de uma planta tanto no pré como no pós-teste (5% e 6%, respetivamente). O exemplo de uma hipótese admissível levantada no pós-teste foi: “o oxigênio varia se a luz está mais próxima ou não” (Marlene).

As hipóteses admissíveis mais usadas no pré-teste indicaram que a hipótese colocada pelo investigador foi se a variação da distância do foco luminoso influencia a produção de oxigênio/libertação de bolhas de oxigênio pela *elodea* (36%). Esta categoria de resposta também foi frequente no pós-teste (25%). Exemplos desta são: “a hipótese colocada pelo investigador

para a realização desta experiência terá sido para saber o nº de bolhas de oxigénio que seriam libertadas ao aproximar ou a afastar a planta da luz” (Rui) e “a hipótese colocada pelo investigador para a realização desta experiência era observar o número de bolhas libertadas pela elódea a diferentes distâncias da luz” (Bruno). Outra hipótese admissível detetada também com uma frequência considerável no pré teste foi que a hipótese colocada pelo investigador foi que quanto mais próxima a elódea estiver do foco luminoso, maior é a produção de oxigénio/libertação de bolhas de oxigénio (23%).

No pós-teste verificou-se, ainda, que hipótese colocada pelo investigador foi que quanto mais distante a elódea estiver do foco luminoso, menor é a produção de oxigénio/libertação de bolhas de oxigénio (13%): “a hipótese era se quanto mais aumentava a distância mais as bolhas desapareciam” (Cláudio) e “quanto mais distância a luz tiver da planta menos oxigénio haverá” (Abel).

Essa experiência requeria ainda a descrição dos resultados apresentados no enunciado. Na tabela 44 estão apresentados os dados relativos a essa questão.

Tabela 44. Frequência e percentagem da capacidade dos alunos para descrever resultados experimentais

Categorias de resposta	Pré-teste (n= 22)		Pós-teste (n= 16)	
	f	%	f	%
	<i>Descrição de resultados cientificamente aceite (CA)</i>	17	77,4	11
<i>Descrição de resultados cientificamente não aceite (CnA)</i>	2	9,1	3	18,7
- Ao longo do tempo, houve uma diminuição do número de bolhas de oxigénio	1	4,6		
- Quanto mais distante está a elódea do foco luminoso, menor é o número de bolhas de oxigénio produzido, o que acelera a morte da planta	1	4,6		
- O número de bolhas diminui			1	6,3
- Há transformação de dióxido de carbono e água em oxigénio			1	6,3
- Quanto mais afastados estiverem o foco de luz e o dispositivo, menos eficaz é a fotossíntese			1	6,3
<i>Não responde (Nr)</i>	3	13,5	2	12,5

Os dados levantados com esta questão demonstram, claramente, que a maioria dos alunos sabe descrever resultados simples de uma experiência e, surpreendentemente, os dados verificados no pós-teste (69%) foram mais negativos do que os levantados no pré-teste (77%), sendo que o único dado positivo foi a ligeira diminuição de ausência de respostas (1%). Estas respostas caracterizaram-se por os alunos considerarem como descrição dos resultados que: quanto maior for a distância entre o foco luminoso e a elódea, menos oxigénio produz a elódea; quanto maior for a distância entre o foco luminoso e a elódea, menos oxigénio é libertado, o que

indica que o processo é cada vez menos eficaz; quanto menor for a distância entre o foco luminoso e o dispositivo, mais bolhas de oxigênio são libertadas. São exemplos desta categoria de resposta: “os resultados obtidos na experiência foram que quanto mais perto do foco luminoso, mais bolhas de oxigênio por minuto” (Rui) e “os resultados dizem-nos que o oxigênio é produzido em maior quantidade quando a luz está mais próxima” (Marlene).

Em relação às descrições de resultados cientificamente não aceites, no pré-teste, um aluno descreveu que “quanto mais longe o foco estiver do dispositivo menos eficaz é o processo da fotossíntese” (Vânia). No pós-teste, uma das descrições de resultados cientificamente não aceites verificada foi que: “as bolhas foram diminuindo com o tempo” (Paulo).

Por fim, a experiência apresentada no questionário solicitava aos alunos que tirassem conclusões a partir dos resultados apresentados na experiência. Os dados levantados estão apresentados na tabela 45.

Tabela 45. Frequência e percentagem das conclusões dos alunos sobre a experiência sobre a fotossíntese

Categorias de resposta	Pré-teste (n= 22)		Pós-teste (n= 16)	
	f	%	f	%
<i>Conclusões cientificamente aceites (CA)</i>	0		4	25,0
<i>Conclusões incompletas (Inc)</i>	3	13,6	3	18,8
- A presença de luz é fundamental para que uma planta possa realizar fotossíntese	1	4,6	2	12,5
- A luz é importante para as atividades vitais das plantas	1	4,6		
- A luz tem influência nas reações vitais das plantas	1	4,6		
- A luz é fundamental para a sobrevivência da planta			1	6,3
<i>Conclusões cientificamente não aceites (CnA)</i>	18	81,8	6	37,5
- Quanto menor for a distância entre o foco luminoso e o dispositivo, mais bolhas de oxigênio são libertadas	7	31,8	1	6,3
- Quanto maior for a distância entre o foco luminoso e o dispositivo, menos bolhas de oxigênio são libertadas	5	22,7		
- Ao longo do tempo, houve uma diminuição do número de bolhas de oxigênio produzido	1	4,6	1	6,3
- É necessário que a luz seja intensa para que seja produzido oxigênio através da fotossíntese	1	4,6		
- Quanto maior a intensidade de luz dirigida à elódea mais oxigênio é produzido	1	4,6		
- Quanto mais próxima estiver a elódea do foco luminoso, maior será o seu tempo de vida	1	4,6		
- As bolhas de oxigênio são destruídas ao longo do tempo	1	4,6		
- O processo fotossintético é influenciado pela temperatura e pela luminosidade	1	4,6		
- Pode concluir-se que a luz influencia a libertação de oxigênio			1	6,3
- As plantas necessitam de luz para produzir oxigênio			1	6,3
- A planta necessita de luz para produzir o seu “alimento”			1	6,3
- Consoante a intensidade de luz sobre a planta, o oxigênio diminui			1	6,3
<i>Não responde (Nr)</i>	1	4,6	3	18,8

Esta foi uma das questões em que se registou maior sucesso na aprendizagem dos alunos depois da intervenção pedagógica, tendo-se verificado que no pós-teste, os alunos tinham conceções cientificamente válidas sobre o assunto (25%), contrariamente ao verificado no pré-teste. Exemplos dessas conceções são: terem considerado que pode concluir-se que a fotossíntese é mais eficaz quando o foco de luz está mais próximo (13%), pode concluir-se que a distância do foco de luz à elódea influencia o processo fotossintético, sendo menor a atividade fotossintética quando a distância é maior (6%) e quando a elódea está mais afastada do foco de luz produz menos oxigénio, o que indica que utiliza mais tempo a realizar fotossíntese (6%).

Para além deste aspeto, a percentagem de respostas incompletas aumentou (em cerca de 5%) e as conceções cientificamente não aceites tiveram um registo inferior (menos 44%), no entanto, a ausência de resposta no pós-teste foi mais frequente (mais de 14%).

No pós-teste, a categoria de resposta incompleta mais frequente (que também se verificou no pré-teste), foi que a presença de luz é fundamental para que uma planta possa realizar fotossíntese: “posso concluir que a luz influencia a quantidade de oxigénio, ou seja, relativamente à fotossíntese conclui-se então que a luz tem uma grande importância na sua realização” (Inês).

Quanto às conceções cientificamente não aceites verificadas no pré-teste, a que teve um maior registo foi que quanto menor for a distância entre o foco luminoso e o dispositivo, mais bolhas de oxigénio são libertadas (32%): “eu posso concluir que uma planta quanto mais perto do foco luminoso mais bolhas de oxigénio por minuto tem” (Bruno); a mesma resposta verificou-se no pós-teste (6%): “o oxigénio aumenta de quantidade, com a proximidade da luz” (Marlene). Outra conceção cientificamente não aceite também frequente no pré-teste, foi que quanto maior for a distância entre o foco luminoso e o dispositivo, menos bolhas de oxigénio são libertadas (23%) cujo exemplo é: “quanto mais distante está a luz, menos bolhas há por minuto” (Viktor). No pós-teste, uma outra categoria de resposta cientificamente não válida foi consoante a intensidade de luz sobre a planta, o oxigénio diminui (6%), sendo exemplo desta categoria: “pode-se concluir que o oxigénio diminui conforme a intensidade de luz que a planta recebe” (Cláudio).

3.3.3. Discussão

De uma forma geral, o conhecimento substantivo dos alunos teve uma evolução pouco significativa, de acordo com os dados recolhidos no pré e no pós-teste. As respostas cientificamente não aceites, foram menos frequentes na maioria das questões, no pós-teste, embora nalgumas questões tenha havido um ligeiro aumento dessa percentagem; contudo, analisando o conteúdo dessas respostas, foi verificado que os alunos apresentaram ideias cientificamente aceites, o que não se tinha verificado, na grande maioria, no pré-teste, pelo que convém frisar que esta evolução não se pode avaliar apenas pelos dados estatísticos, mas sim cruzar com a análise de conteúdo destas respostas, dado o curto período de intervenção pedagógica. Para além disto houve um pequeno aumento na frequência das respostas cientificamente aceites e das respostas incompletas, sendo que no pré-teste estes tipos de resposta não se tinham verificado em várias questões. Também se verificou uma diminuição de ausência de resposta. O conhecimento substantivo também foi avaliado durante a implementação do projeto, com as notas de campo. Na verdade, os conteúdos que os alunos não apresentaram evolução, ou uma evolução diminuta, no pós-teste, não foram, de uma forma geral, aqueles os alunos não participaram tanto nas aulas. Por exemplo, na aula em que foi usado o *Brainstorming*, os alunos tiveram uma grande adesão nesta atividade, mostrando todos entusiasmo em participar e, na verdade, com sucesso; para além de que os conteúdos foram consolidados na aula seguinte em discussão com os alunos e, igualmente, com sucesso, isto é, o *feedback* dos alunos foi positivo, demonstrando ter compreendido e assimilado os conteúdos sobre a digestão humana; contudo, a questão em que estes conteúdos foram alvo de avaliação no pós-teste, foi das que teve um registo mais negativo na evolução do conhecimento substantivo dos alunos.

Os registos mais positivos dessa evolução verificaram-se mais no conhecimento processual. No pós-teste os alunos apresentaram menos conceções alternativas e mais respostas cientificamente aceites e incompletas e a ausência de resposta deixou praticamente de se verificar. Para além deste dados, estes alunos mostraram um grande interesse e empenho nas atividades de laboratório, apesar de terem demonstrado alguma dificuldade em fazer a ligação dos conteúdos abordados relacionados com a atividade laboratorial em questão. Um dado relevante, recolhido com as notas de campo, foi a cooperação entre os elementos de um grupo durante as atividades laboratoriais. Antes da intervenção pedagógica, vários eram os

alunos que não cooperavam para o sucesso do grupo, o que veio a reverter-se durante a implementação do projeto, em que todos os elementos de cada grupo participaram na execução das atividades propostas.

Para além do que foi referido, é importante destacar que a intervenção pedagógica baseou-se no construtivismo. Segundo Giordan (1982), o ensino das ciências deve ser abordado, inicialmente, a partir do conhecimento que os alunos têm do mundo, permitindo-lhes pesquisar e refletir sobre ele e conduzindo-os a uma prática laboratorial que os ajude a compreender de forma cientificamente válida os fenómenos. Por este motivo, com os dados obtidos no pré-teste, foi possível desconstruir as conceções que os alunos tinham acerca dos conteúdos que iriam ser estudados na unidade em questão, e aumentarem a sua consciência sobre os conhecimentos cientificamente não válidos que possuíam, construindo, em discussão com a turma, um conhecimento cientificamente válido. Para isso, utilizou-se a aprendizagem cooperativa como uma das estratégias de ensino mais relevantes, pois, como foi já anteriormente referido, segundo Ribeiro (2006), esta estratégia tem uma conceção de aprendizagem ativa, construída pelo aluno em interação com os colegas e com o professor; assume que o aluno é autónomo, pois precisa dessa autonomia para assumir a responsabilidade e para tomar decisões durante as tarefas, o que facilita o trabalho com os alunos para os conduzir à sua autorregulação da aprendizagem. Na verdade, foi nestas tarefas de trabalho cooperativo que se verificou maior sucesso na aprendizagem dos alunos, e os resultados do pós-teste mostram também algumas evidências disso. Em todos os trabalhos de grupo, com exceção da colaboração entre pares, foram cumpridas as funções referidas por Mir et al. (1998 cit. Fontes & Freixo, 2004), para que as suas metas na aprendizagem dos alunos fossem atingidas.

O exercício de inquérito tratou-se de uma metodologia importante. Os pontos fortes dos alunos nesta atividade relacionados com a aprendizagem do conhecimento processual das ciências foram a conclusão e interpretação sobre dados/experiências apresentadas por investigadores e os pontos fracos na sua aprendizagem foram a elaboração de procedimentos para testar a veracidade de hipóteses formuladas por investigadores ou para resolver determinadas questões, e questões possíveis levantar com novos dados adicionados às experiências apresentadas. Nesta tarefa, realizada em trabalho cooperativo, os elementos do grupo esforçaram-se por ter um bom desempenho, o seu rendimento e produtividade foram mais notórios; e, a retenção de conhecimentos, como já foi referido anteriormente, ocorreu a mais longo prazo e notou-se uma maior motivação dos alunos para atingirem os objetivos de

aprendizagem. Além disso, foi igualmente estimulado o pensamento crítico e reflexivo dos alunos, pois mostraram discutir entre eles as várias possibilidades de resposta e refletirem, quando me solicitavam ajuda e lhes ia dando pistas para os ajudar na sua construção do conhecimento (Johnson & Johnson 1999a cit. Fontes & Freixo, 2004). Com esta metodologia os alunos obtiveram feedback do professor e/ou dos colegas sobre do seu trabalho, permitindo-lhes compreender se estavam a conseguir alcançar os objetivos pretendidos, ou seja, compreender se estavam no caminho certo ou se era necessário fazer ajustes ao seu comportamento, para atingirem esses objetivos, conduzindo-os a executar a etapa da reflexão sobre o seu desempenho, requerido para desenvolver a autorregulação da aprendizagem.

CAPÍTULO IV

Conclusões e Recomendações

4.1. Introdução

Nesta seção tem lugar a conclusão do trabalho desenvolvido durante a intervenção pedagógica (4.2), bem como as limitações subjacentes à mesma (4.3), as aprendizagens efetuadas e o seu valor pessoal e profissional no decorrer da mesma, sendo possível fazer recomendações didáticas (4.4) e indicar investigações futuras (4.5) e, por fim, uma reflexão final de todo este trabalho (4.6).

4.2. Conclusões

Tendo em conta os objetivos de investigação que orientaram este projeto de intervenção pedagógica e os resultados obtidos na sua implementação, é possível tirar algumas conclusões sobre este plano de intervenção e a sua investigação realizada sobre ele. Em seguida serão apresentadas as principais conclusões obtidas neste projeto em função dos objetivos que se pretenderam atingir.

Em relação ao primeiro objetivo “caracterizar como evoluiu a capacidade dos alunos para estabelecerem objetivos de aprendizagem e as tarefas necessárias para os alcançar”, podemos concluir que:

- a maioria destes alunos tem objetivos de aprendizagem estabelecidos, contudo, um pouco desfasados do que a biologia e geologia representa;
- a maior parte destes alunos escolheu o curso “científico-humanístico de ciências e tecnologias” pelo *valor utilitário das ciências*, isto é, pela vertente mais prática inerente à aprendizagem das ciências;

- os objetivos de aprendizagem que estes alunos apresentam, não incluem, por exemplo, a realização pessoal, a satisfação na aprendizagem, ou desenvolvimento de competências na área das ciências que lhes permitam alcançar o seu sucesso educativo, isto é, não incluem *o valor intrínseco das ciências*, mas apenas a sua visão utilitária;
- a maioria destes alunos identificou como as principais dificuldades de aprendizagem na disciplina de biologia e geologia, a memorização de termos/conceitos, porque são complexos e extensos ou porque não têm motivação para os aprender;
- as suas dificuldades de aprendizagem iniciais estavam mais relacionadas com a capacidade de compreensão, de concentração e vontade para compreender os conteúdos que exigem maior dedicação, por estes não estarem relacionados com o seu quotidiano;
- o facto dos conteúdos não estarem relacionados com o seu quotidiano fazia com perdessem o interesse em estudá-los por considerarem à partida que não teriam sucesso na sua aprendizagem, isto é, tinham características como o medo de falhar, sentimentos de incompetência ou aversão às tarefas, que são próprias das estratégias motivacionais mencionadas na subsecção 2.31. Esta conclusão é corroborada pelo facto de estes alunos terem considerado os conteúdos que tinham aprendido em anos anteriores como conteúdos que estavam associados, de alguma forma, ao seu quotidiano como aqueles que tinham mais facilidade em aprender;
- com a intervenção pedagógica conseguiu-se que os alunos evoluíssem no sentido de se sentirem mais motivados para aprender, mas de forma extrínseca, porque as metodologias usadas apenas cativaram o seu interesse e atenção, mas não o seu interesse intrínseco pela aprendizagem das ciências, dado o curto período de implementação do projeto;
- no decorrer da implementação do projeto, houve um crescente envolvimento, por parte dos alunos, em todos os conteúdos da unidade de ensino, mesmo nos que não estavam relacionados com o seu quotidiano, nomeadamente nos que estavam relacionados com *o valor intrínseco das ciências*, embora isso não tivesse sido suficiente para criarem uma motivação intrínseca para a sua aprendizagem das ciências. Ou seja, estes alunos pareciam não regular a sua aprendizagem porque estavam desmotivados, uma vez que as suas expectativas e objetivos para o que a

disciplina de biologia e geologia lhes iria ensinar, não correspondia aos seus verdadeiros interesses. Além disso, antes desta unidade não gostavam das metodologias usadas nas aulas, perdendo o interesse nelas, o que foi parcialmente revertido pela sua participação na planificação e avaliação da disciplina;

- uma parte considerável da turma assumiu estudar todas as semanas biologia e geologia, o que não justificava o seu insucesso, pelo que se verificou que a maioria dos alunos utilizava apenas uma estratégia de ensino, o que não é suficiente;

- estes alunos parecia que não estavam dispostos em investir muito na sua aprendizagem, por já terem experienciado resultados negativos nas suas estratégias de estudo, não refletiam sobre as razões por que isso acontecia e não procuravam alternativas para superar os seus obstáculos;

- na tentativa feita neste projeto para ajudar estes alunos a conhecer novas estratégias de estudo em que sentissem que a sua aprendizagem era mais eficaz, verificou-se que a grande maioria considerou que as tarefas realizadas nas aulas contribuíram para aprender a estudar, mas mantiveram as suas estratégias de estudo iniciais, sendo que uma minoria desta turma adotou novas estratégias de estudo para além das que já tinha, como é o caso da construção de mapas de conceitos;

- apenas metade da turma sentiu-se estimulada a envolver-se nos conteúdos abordados nas aulas, o que foi evidenciado por terem começado a estudar e a procurar esclarecer dúvidas sobre os assuntos abordados, solicitando a professora e tomando a iniciativa de realizar algumas tarefas não pedidas, embora isso não tivesse sido suficiente para atingir os objetivos de aprendizagem esperados;

- a grande maioria da turma considerou ter tido um comportamento e atitudes positivos nas aulas, e nas atividades propostas;

- estes alunos ficaram perdidos na primeira etapa do processo de autorregulação, tendo esta intervenção pedagógica estimulado apenas a segunda etapa com sucesso, isto é, verificou-se que os alunos não conseguiram manter a sua persistência após a intervenção pedagógica, pois para isso seria necessário que as suas motivações fossem intrínsecas, para os manter ativos na sua aprendizagem. A parte reflexiva inerente a este processo foi o que os alunos não conseguiram aprender a fazer e,

consequentemente, não lhes permitiu evoluir muito no sentido da autorregulação da sua aprendizagem.

Em relação ao segundo objetivo “analisar a evolução do conhecimento substantivo, e processual dos alunos na unidade de ensino “Obtenção de matéria – heterotrofia e autotrofia”, podemos concluir que:

- o conhecimento substantivo destes alunos teve uma evolução pouco significativa. Verificou-se que no pós-teste houve uma pequena diminuição das respostas cientificamente não aceites na maioria das questões. No entanto, apesar dessa pequena diminuição, ao analisar o conteúdo das respostas cientificamente não aceites, foi possível verificar uma evolução no mesmo. Isto é, estes alunos apresentaram conceções cientificamente aceites em partes dessas respostas, o que não se tinha verificado, na grande maioria, no pré-teste, pelo que é necessário fazer referência à mesma, dado o curto período de intervenção pedagógica;
- as respostas cientificamente aceites e as respostas incompletas aumentaram na maioria das questões no pós-teste, sendo que estes tipos de resposta não se tinham verificado em várias questões no pré-teste, para além de uma diminuição de ausência de resposta, o que permite concluir que os alunos fizeram um maior esforço;
- o conhecimento substantivo em que os alunos não apresentaram evolução, ou apresentaram uma evolução diminuta no pós-teste, não foram, de uma forma geral, aqueles em que os alunos participaram menos nas aulas, o que parece permitir inferir que estes alunos não estudaram o suficiente antes da realização do pós-teste (ficha formativa);
- os registos mais positivos na evolução do conhecimento processual, verificaram-se a nível da interpretação de resultados de experiências, previsões de resultados e tirar conclusões de uma experiência, e os menos positivos a nível da formulação de hipóteses e descrição de resultados;
- estes alunos evoluíram ligeiramente no que diz respeito à interpretação de resultados de experiências, pois apesar de não se terem verificado respostas cientificamente aceites, houve um aumento de respostas incompletas no pós-teste,

bem como uma diminuição de ausência de resposta e de respostas cientificamente não aceites;

- estes alunos evoluíram ligeiramente no que diz respeito à formulação das hipóteses, sendo que, na maioria das questões, as respostas admissíveis foram as que se registaram em maior percentagem, as respostas não admissíveis diminuíram no pós-teste, e as respostas incompletas aumentaram ou mantiveram-se e a ausência de resposta diminuiu;

- houve uma evolução no que se refere a previsões de resultados, pois verificou-se um aumento de respostas incompletas no pós-teste, bem como uma diminuição de respostas cientificamente não aceites e de ausência de resposta, em percentagens mais significativas do que os parâmetros anteriores;

- não houve evolução em relação à descrição de resultados de experiências, pois verificou-se um aumento de respostas cientificamente não aceites e uma diminuição de respostas cientificamente aceites no pós-teste;

- estes alunos evoluíram mais no sentido de concluir acerca de experiências, pois houve um aumento de respostas cientificamente aceites no pós-teste, que não se tinham verificado no pré-teste, um aumento de respostas incompletas e uma diminuição substancial da percentagem de respostas cientificamente não aceites.

4.3. Recomendações didáticas

Tendo em conta que o melhor resultado produzido nestes alunos verificou-se ao nível da sua motivação para aprender e que, de acordo com os dados levantados, esteve relacionado inteiramente com o diálogo frequente com os alunos, com os reforços positivos e negativos e com as metodologias usadas, penso que seja de valor fazer atender a estas variáveis fazendo uso delas no ensino, sejam quais forem as características da turma, já que a motivação é uma das principais chaves para que a aprendizagem seja eficaz. É de salientar o trabalho cooperativo como metodologia a usar nas atividades das aulas, pelos professores, bem como as sínteses e discussões em turma sobre os conteúdos, fazendo sempre uma ligação entre eles, para uma melhor orientação da construção do conhecimento pelos alunos.

Contudo, mais importante do que isso, penso que é conhecer os alunos para poder adequar os métodos e estratégias de ensino às suas necessidades de aprendizagem, bem como

definir normas com a turma, a cumprir pelos alunos e professor nas aulas, estabelecendo o respeito mútuo, pois esta experiência permitiu compreender que a relação aluno-professor é uma chave para o sucesso do ensino-aprendizagem. O professor deve ter em conta a opinião dos alunos, pois como estes alunos confirmaram, a sua participação nas decisões tomadas durante o processo ensino aprendizagem é relevante para eles. Outro aspeto importante a ter em conta é conhecer quais os objetivos de aprendizagem dos alunos e, se necessário, ajudá-los a estabelecer objetivos a atingir, não só de uma forma geral, para realização pessoal, mas para os vários conteúdos, mantendo-os ativos na sua aprendizagem.

4.4. Investigações futuras

Atendendo que esta intervenção pedagógica teve algum sucesso na aprendizagem dos alunos, embora inferior ao esperado, deduz-se que se deva ao tempo limitado, pelo que é interessante reproduzi-la futuramente havendo mais disponibilidade de tempo. Assim, este tipo de intervenção não é a melhor se se pretender obter resultados positivos e duradouros num curto espaço de tempo. O desenvolvimento da autorregulação da aprendizagem é um grande desafio a apostar pelos professores, já que é a grande meta a alcançar com os alunos, que exige determinação e empenho, da parte dos professores e alunos, e se conseguido com sucesso, trata-se de uma realização pessoal, para além de profissional, e é o caminho para um futuro de sucesso dos alunos. Assim, o trabalho como profissional do ensino, terá rumo no sentido da autorregulação. Desta forma, é interessante investir num projeto semelhante que possa ser levado a cabo durante um ano letivo, para poder avaliar se terá os resultados esperados e, conseqüentemente, contribuir para o sucesso escolar dos alunos de forma mais eficaz e a longo prazo.

4.5. Reflexão final

Esta intervenção pedagógica permitiu uma experiência de ensino, uma reflexão profunda sobre essa experiência, desenvolver o espírito crítico, ao focar a atenção nos detalhes que se revelaram essenciais para a minha formação, acerca das minhas fragilidades e pontos fortes, levando-me a ter uma perspetiva mais realista sobre o meu trabalho e, conseqüentemente, a procurar mais facilmente formas para melhorar essas fragilidades. Esta consciência sobre os

processos de aprendizagem, otimiza-os. Em acréscimo, ao interiorizar o próprio discurso torna-se possível a autorregulação dos comportamentos.

O facto de esta formação ter tido um carácter de investigação, com a intervenção pedagógica, em simultâneo com a lecionação de uma unidade de ensino, permitiu-me ter um estágio mais dinâmico e autêntico dada a motivação e entusiasmo que os objetivos a alcançar com a implementação do projeto causaram em mim, envolvendo-me mais na intervenção e, conseqüentemente, com as necessidades dos alunos. Para além disto, foi com base na observação inicial das aulas de biologia e geologia da turma em que intervim que tomei a decisão do foco de intervenção do projeto.

5. Referências bibliográficas

- Aguado, D. M. J. (2003). *A Educação Intercultural e Aprendizagem Cooperativa*. Porto: Porto Editora.
- Almeida, L. S., & Freire, T. (2007). *Metodologia da Investigação em Psicologia e Educação*. Braga: Psiquilibrios Edições.
- Amador, F., & Rebelo, D. (2005). *Programa de Biologia e Geologia, 10º e 11º anos. Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias (Ensino Recorrente de Nível Secundário)*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Bertrand, Y. (2001). *Teorias contemporâneas da educação*. Instituto Piaget. (p. 11-12, 16, 66-).
- Bessa, N. & Fontaine, A-M. (2002). *Cooperar para aprender. Uma introdução à aprendizagem cooperativa*. Coleção *práticas pedagógicas*. Edições Asa.
- Caldas, I. & Pestana, I. (2003). *Terra viva. Ciências da natureza – 5º ano*. Carnaxide: edições Santillana.
- Caldas, I. & Pestana, I. (2005). *Terra viva. Ciências da natureza – 6º ano*. Carnaxide: edições Santillana.
- Christensen, L. B. (2004). *Experimental Methodology*. Boston: Pearson Education.
- DES – Departamento do Ensino Básico (2001). *Programa de biologia e geologia – 10º ou 11º anos. Curso científico humanístico de ciências e tecnologias*. Lisboa: Ministério da Educação
- Díaz María J. M. (2002). Enseñanza de las ciencias para qué? *Revista Eletrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1 (2), 57-63.
- Fontes, A. & Freixo, O. (2004). *Vygotsky e a aprendizagem cooperativa. Uma forma de aprender melhor*. Lisboa: Livros Horizonte.
- Frison, L. M. B. (2007). Autorregulação da Aprendizagem. *Ciência e Conhecimento – Revista Eletrónica da Ulbra São Jerónimo*, 02, 1-14. Acedido a 10/11/11 em www.cienciaeconhecimento.com
- Giordan, A. (1982). *La enseñanza de las ciencias*. Madrid: siglo XXI de España editores, S.A.
- Giordan, A. (1988). *Los orígenes del saber : de las concepciones personales a los conceptos científicos*. Sevilla: Diada.
- Leite, L. & Afonso, A. S. (2001). Aprendizagem baseada na resolução de problemas. Características, organização e supervisão. In ENCIGA (Eds.). *Boletín de las Ciencias XIV Congreso de Enciga* (pp. 253-260). Santiago de Compostela: ENCIGA.
- Lopes, J. & Silva, H. S. (2009). *A aprendizagem cooperativa na sala de aula. Um guia prático para o professor*. Lisboa: LIDEL.
- Matias, O. & Martins, P. (2007). *Biologia 10/11*. Lisboa: Areal Editores.
- Melillán *et al.* (2006). Las concepciones de los estudiantes sobre la fotosíntesis y la respiración: una revisión sobre la investigación didáctica en el campo de la enseñanza y el aprendizaje de la nutrición de las plantas. *Investigación didáctica*, 24(3), 401-410.
- Ribeiro, C. M.C. (2006). *Aprendizagem cooperativa na sala de aula: uma estratégia para aquisição de algumas competências cognitivas e atitudinais definidas pelo ministério da educação: Um estudo com alunos do 9º ano de escolaridade*. Dissertação de mestrado

- não publicada, Universidade de Trás-os-Montes, Vila Real.
- Rocha, A. *et al.* (2008). *Amiguinhos. Estudo do meio e expressões – 3º ano*. Lisboa: Texto editores.
- Rosário, P. *et al.* (2004). Stories that show how to learn: an experience in the Portuguese school system. *Electronic journal of research in educational psychology*, 2(1), 131-144.
- Rosário, P. *et al.* (2007). *Auto-regulação em crianças sub-10: Projecto sarilhos do amarelo*. Porto: Porto Editora.
- McMillan, J. H. & Schumacher, S. (2001). *Research In education. A conceptual introduction* (Fourth Edition). United States of America: Allyn & Bacon.
- Silva, A. *et al.* (2011). *Terra Universo de Vida, Biologia e Geologia 10º ano*. Porto: Porto Editora.
- Silva, A. *et al.* (2004). *Aprendizagem auto-regulada pelo estudante. Perspectivas psicológicas e educacionais*. Coleção ciências da educação, século XXI. Porto: Porto Editora.
- Sprinthall & Sprinthall (1993). *Psicologia Educacional*. Lisboa: McGraw Hill.
- Viegas, A. F. A. (2010). *Contributos da aprendizagem sobre puberdade e reprodução humana para o desenvolvimento da competência de ação em educação sexual: um estudo com alunos do 6º ano de escolaridade*. Dissertação de mestrado não publicada, Universidade do Minho, Braga.
- Vilaça, T., & Jensen, B. B. (2010). Applying the S-IVAC methodology in schools to explore students' creativity to solve sexual health problems. In Montané, M., & Salazar, J. (Eds.), *ATEE 2009 Annual Conference Proceedings* (pp.215 – 227). Brussels, Belgium:ATEE.
- Von Glaserfeld, E. (1988). The reluctance to change a way of thinking. *Irish Journal of Psychology*, 9, 83-90.
- Wellington, J. (2000). *Teaching and learning secondary science. Contemporary issues and practical approaches*. Londres: Routledge.
- Zimmerman, B. J. (1998). Academic Studying and the development of personal skill: a self-regulatory perspective. *Educational psychologist*, 33(2/3), 73-86.
- Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: an overview. *Theory into practice*, 41(2), 64-70.

QUESTIONÁRIO

Este questionário tem como objetivos conhecer as razões porque escolheu o Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias e a disciplina de Biologia e Geologia, bem como a sua opinião sobre essas aulas e as estratégias de aprendizagem que gosta mais.

O questionário é totalmente **confidencial e não será utilizado para a sua avaliação**, mas, por favor, tenha em atenção que só as suas respostas **sinceras** interessam para este estudo.

PARTE 1 – DADOS PESSOAIS

1. Sexo: Masculino Feminino

2. Data de nascimento: ____ / ____ / _____

PARTE 2 – OBJETIVOS PARA A ESCOLHA DO CURSO CIENTÍFICO-HUMANÍSTICO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS E A APRENDIZAGEM DA DISCIPLINA DE BIOLOGIA E GEOLOGIA

3. Quais são as razões pelas quais escolheu o curso “científico-humanístico de ciências e tecnologias”?

- (1) Não sabia que curso escolher, por isso foi uma escolha feita ao acaso
 (2) Amigos/família aconselharam-me esta escolha
 (3) Dentro das opções é o que mais se identifica comigo
 (4) Porque gosto de ciências
 (5) Porque não gosto de nenhuma das outras opções
 (6) Não queria nenhum dos cursos, mas os meus pais quiseram que optasse por qualquer um
 (7) Sempre quis seguir este curso
 (8) Porque pretendo concorrer a um curso universitário da área das ciências
 (9) Outra. Quais? _____

4. Quais são as suas motivações para aprender ciências no ensino secundário?

- (1) Ficar com conhecimentos para tomar decisões cientificamente fundamentadas sobre a minha saúde
 (2) Ficar a saber explicar os fenómenos naturais, fazendo com que estes tenham sentido para mim
 (3) Ficar com o conhecimento científico necessário para ser um cidadão ativo e participativo na resolução de problemas sociais, por exemplo, relacionados com o ambiente ou a saúde
 (4) Desenvolver a capacidade crítica, criativa, reflexiva e de iniciativa
 (5) Ficar com conhecimentos que preciso para usar no meu quotidiano, por exemplo, proteger-me de fenómenos naturais, saber escolher os materiais de construção para a minha casa
 (7) Desenvolver competências genéricas na área da geologia, biologia e na sua relação com a tecnologia
 (8) Desenvolver competências de investigação
 (8) Preparar-me para alguns cursos na universidade que envolvem a ciência
 (9) Preparar-me para alguns empregos que envolvem a ciência
 (10) Ampliar os conhecimentos nestas ciências porque me dá satisfação
 (11) Outra. Quais? _____

5. O que pretende aprender na disciplina de biologia e geologia do 10º ano de escolaridade?

6. O que pretende aprender na unidade “Obtenção de matéria – heterotrofia e autotrofia” de biologia e geologia do 10º ano de escolaridade?

PARTE 3 – ESTRATÉGIAS DE APRENDIZAGEM NA DISCIPLINA DE BIOLOGIA E GEOLOGIA

7. Quais são as principais dificuldades que sente na aprendizagem em biologia e geologia do 10º ano de escolaridade?

7.1. Porquê?

8. O que é para si **mais fácil** na aprendizagem em biologia e geologia do 10º ano de escolaridade?

8.1. Porquê?

9. O que faz para estudar biologia e geologia do 10º ano de escolaridade?

10. Refira abaixo como estuda biologia e geologia no 10º ano de escolaridade:

10.2. Com que frequência estuda?

- (1) No dia anterior ao teste
- (2) Dois ou três dias antes do teste
- (3) Uma semana antes do teste
- (4) Todas as semanas

10.3. Quais das seguintes estratégias utiliza para estudar?

- (1) Faço apenas os trabalhos de casa
- (2) Faço pesquisas por iniciativa própria sobre temas que me cativem ou quando tenho dúvidas sobre temas lecionados
- (3) Leio o manual
- (4) Faço os exercícios propostos pela professora e/ou os exercícios do manual e caderno de atividades, mesmo que não tenham sido trabalho para casa
- (5) Verifico se os conhecimentos que vou adquirindo correspondem aos objetivos de aprendizagem
- (6) Frequento aulas de apoio
- (7) Outras. Quais? _____
- (8) Nenhum

11. O que faz quando resolve testes/fichas de trabalho na disciplina de biologia e geologia no 10º ano de escolaridade?

- (1) Antes de responder às questões leio-as com atenção e certifico-me que a resposta que dou vai de encontro ao que é pedido
- (2) Não dedico muita atenção ao enunciado das questões, leio-as rápido para poder responder com prontidão
- (3) Às vezes esqueço-me de responder a algumas questões
- (4) Quando recebo o teste, vejo as questões que errei ou deixei incompletas para estudar melhor a matéria
- (5) Quando corrigimos as fichas de trabalho registo as correções para poder estudar melhor para o teste
- (6) Outras. Quais? _____

12. Na interpretação dos enunciados/questões, com que frequência sente dificuldade:

	Nenhuma vez ⁽¹⁾	Poucas vezes ⁽²⁾	Algumas vezes ⁽³⁾	Muitas vezes ⁽⁴⁾	Sempre ⁽⁵⁾
12.2. nos testes e questões de aula?					
12.3. nas fichas de trabalho/exercícios do manual					

PARTE 4 – OPINIÃO SOBRE AS ESTRATÉGIAS DE ENSINO NAS AULAS DE BIOLOGIA E GEOLOGIA

13. Que atividades **gosta mais** de fazer nas aulas de Biologia e Geologia do 10º ano de escolaridade?

13.1. Porquê?

14. O que **gosta menos** de fazer nas aulas de Biologia e Geologia do 10º ano de escolaridade?

14.1. Porquê?

15. Com que **frequência gostava de utilizar** as seguintes estratégias na unidade “Obtenção de matéria – heterotrofia e autotrofia” de Biologia e Geologia no 10º ano de escolaridade?

	Nenhuma vez ⁽¹⁾	Poucas vezes ⁽²⁾	Algumas vezes ⁽³⁾	Muitas vezes ⁽⁴⁾	Sempre ⁽⁵⁾
Exploração de PowerPoint pela professora com a participação dos alunos					
Fichas de trabalho					
Visualização de filmes seguidos de debate					
Atividades no laboratório					
Atividades no campo					
Elaboração de relatórios do trabalho laboratorial/campo					
Uso do V de Gowin no trabalho laboratorial/campo					
Histórias de vida semelhantes às reais para resolução de problemas					
Jogos de simulação para resolução de problemas, onde cada aluno teatraliza um papel como ator numa situação simulada					
Pesquisas na Internet					
Pesquisas na biblioteca					
Aprendizagem baseada na resolução de problemas					
Projetos de educação para o desenvolvimento sustentável a envolver as aulas de Biologia e Geologia e outras aulas					
Usar o manual da disciplina					
Usar notícias da televisão e/ou jornais					
Usar revistas científicas					
Usar mapas de conceitos					
Fazer resumos da matéria					
Fazer fichas formativas					
Haver mais testes sumativos					

16. Quais das seguintes estratégias **contribuirão mais para a sua aprendizagem** na unidade “Obtenção de matéria – heterotrofia e autotrofia” de Biologia e Geologia do 10º ano de escolaridade? (Coloque por ordem crescente de importância, colocando o nº 1 na que mais contribui para a sua aprendizagem e o nº 20 na que menos contribui).

Estratégia	Ordem de preferência
Exploração de PowerPoint pela professora com a participação dos alunos	
Fichas de trabalho	
Visualização de filmes seguidos de debate	
Atividades no laboratório	
Atividades no campo	
Elaboração de relatórios do trabalho laboratorial/campo	
Uso do V de Gowin no trabalho laboratorial/campo	
Histórias de vida semelhantes às reais para resolução de problemas	
Jogos de simulação para resolução de problemas, onde cada aluno teatraliza um papel como ator numa situação simulada	
Pesquisas na Internet	
Pesquisas na biblioteca	
Aprendizagem baseada na resolução de problemas	
Projetos de educação para o desenvolvimento sustentável a envolver as aulas de Biologia e Geologia e outras aulas	
Usar do Manual da disciplina	
Usar notícias da televisão e/ou jornais	
Usar revistas científicas	
Usar mapas de conceitos	
Fazer resumos da matéria	
Fazer fichas formativas	
Haver mais testes sumativos	

17. Que tipo de aula promoverá mais a sua aprendizagem na unidade “Obtenção de matéria – heterotrofia e autotrofia” de biologia e geologia do 10º ano de escolaridade?

- (1) Aulas mais práticas
 (2) Aulas mais teóricas
 (3) Aulas mais interativas
 (4) Fazer uma maior relação dos conteúdos com o quotidiano
 (5) Começar com o que acontece no quotidiano para ensinar os conteúdos
 (6) Aulas preferencialmente de trabalho de grupo
 (7) Aulas preferencialmente de trabalho individual
 (8) Aulas com um equilíbrio entre o trabalho de grupo e individual
 (9) Outras. Quais? _____

18. Na sua opinião, os alunos devem participar na escolha do tipo de atividades a usar nas aulas de biologia e geologia?

18.2. Porquê?

BIOLOGIA E GEOLOGIA – 10º ANO

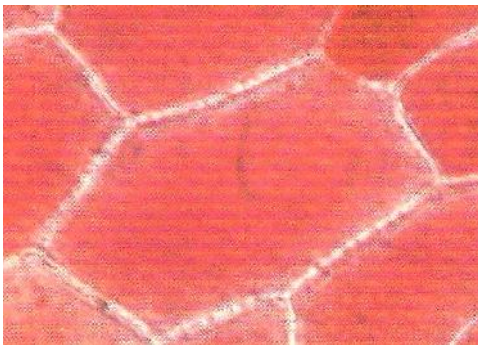
Esta ficha diagnóstica tem como objetivo conhecer o que sabe sobre a unidade de ensino “Obtenção de matéria – heterotrofia e autotrofia”, no 10º ano de escolaridade. Deverá preenchê-la em 30 minutos. Leia atentamente todas as questões e responda apenas ao que lhe é pedido com base na informação que lhe é dada e no que aprendeu anteriormente.

Classificação: _____

Nome: _____ Data de nascimento: ____/____/____

Grupo I

1. Explique se há diferenças na forma como os animais e as plantas obtêm a matéria que precisam para viver.
2. Relativamente à membrana plasmática:
 - a) explique qual é a sua importância na obtenção de matéria pelos organismos;
 - b) elabore um esquema que represente o modelo mais aceite que conhece para a membrana plasmática (legende todos os seus constituintes)
3. As figuras 1 e 2 dizem respeito a células de uma planta sujeitas a meios com diferentes concentrações.

**FIGURA 1****FIGURA 2**

(Silva *et al.* (1989). *Biologia, Ciência da vida*, 10º ano. Porto Editora. p.212)

3.1. Indique qual é a concentração do meio na figura 2.

- isotónico (concentração de solutos igual ao meio intracelular)
- hipotónico (concentração de solutos inferior ao meio intracelular)
- hipertónico (concentração de solutos superior ao meio intracelular)

3.1.1. Justifique a sua resposta.

3.2. Explique qual será a consequência para a sobrevivência da planta da figura 2.

3.3. Explique o que acontecerá a uma célula animal se for colocada num meio hipotónico.

4. Selecione a alternativa que completa a frase seguinte, de forma a obter uma afirmação correta:

“O retículo endoplasmático, o complexo de Golgi e os ribossomas são organitos celulares que desempenham respectivamente as funções de”:

- Transporte, secretora e síntese proteica
- Síntese proteica, secretora e transporte
- Transporte, síntese proteica e secretora
- Síntese proteica, transporte e secretora

5. Explique como se processa a digestão intracelular (pode incluir esquemas na sua resposta).

6. Selecione a alternativa que permite preencher os espaços, de modo a obter uma afirmação correta:

“As moléculas antes de serem absorvidas pelas células terão de sofrer uma digestão química, em reacções de _____ podendo essa digestão, nalguns seres pluricelulares ser completada em meio _____.”

- síntese; extracelular
- hidrólise; intracelular
- síntese; intracelular
- hidrólise; extracelular

7. Indique duas características estruturais do sistema digestivo que contribuem para a eficácia:

7.1. da digestão

7.2. da absorção.

Grupo II

8. Comenta a seguinte afirmação:

“É possível manter uma planta na obscuridade, por algum tempo.”

9. Colocou-se um dispositivo idêntico ao da figura 3, exposto a um foco luminoso, fazendo-se variar a distância desse foco ao dispositivo. A Tabela 1 traduz os resultados obtidos.

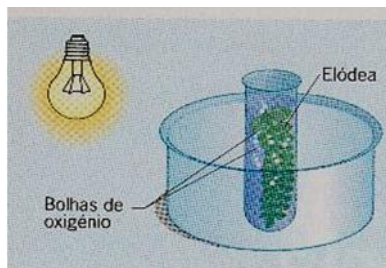


FIGURA 3

distância em cm	5	10	20	40
nº de bolhas de oxigênio por minuto	65	60	21	6

TABELA 1

9.1. Qual foi a hipótese colocada pelo investigador para a realização desta experiência?

9.2. Descreva os resultados obtidos na experiência.

9.3. Explique o que pode concluir com os resultados obtidos.

9.4. O fenómeno representado na experiência mostra um dos subprodutos da fotossíntese. Explique como ocorre o processo fotossintético. (pode incluir esquemas e/ou reacções químicas na sua resposta)

9.5. Explique qual é a importância da fotossíntese para as plantas.

QUESTIONÁRIO DE AUTOAVALIAÇÃO
BIOLOGIA E GEOLOGIA –
10º ANO

Este questionário tem como objetivos compreender como avalia o seu envolvimento na aprendizagem na disciplina de biologia e geologia, durante a lecionação da unidade de ensino “Obtenção de matéria – heterotrofia e autotrofia”, bem como conhecer a sua opinião sobre as aulas em que foi lecionada e em que medida contribuíram para a sua aprendizagem e estratégias de estudo. O questionário é totalmente **confidencial e não será utilizado para a sua avaliação**, mas, por favor, tenha em atenção que só as suas respostas **sinceras** interessam para este estudo.

1. Sexo: Masculino Feminino

2. Data de nascimento: ____ / ____ / _____

3. Assinale no Quadro abaixo, os parâmetros que caracterizaram o **seu comportamento nas aulas respeitantes à unidade de ensino “Obtenção de matéria – heterotrofia e autotrofia”**.

3.1. Trabalho em grupo	3.1.1. Cumpri as regras de comportamento estabelecidas para o trabalho de grupo	
	3.1.2. Dei sugestões aos colegas do grupo quando era necessário	
	3.1.3. Aceitei as sugestões dos colegas do grupo quando as considerei melhor que as minhas	
	3.1.4. Realizei as tarefas que me foram indicadas	
	3.1.5. Fui autónomo/a na realização das atividades que me competiam	
	3.1.6. Senti necessidade de pedir ajuda e/ou esclarecimentos aos meus colegas	
	3.1.7. Senti necessidade de pedir ajuda e/ou esclarecimentos ao professor	
	3.1.8. Geri adequadamente o meu tempo	
	3.1.9. O trabalho realizado em grupo contribuiu para a minha aprendizagem	
	3.1.10. Avaliei criticamente o meu trabalho	
	3.1.11. Avaliei criticamente o trabalho do grupo	
3.2. Durante as aulas	3.2.1. Cumpri as regras de comportamento estabelecidas	
	3.2.2. Realizei as tarefas sugeridas como trabalho de casa	
	3.2.3. Participei nas discussões em turma quando solicitado(a)	
	3.2.4. Tomei iniciativa de participação nas discussões com as ideias que tinha dos assuntos	
	3.2.5. Tentei esclarecer as minhas dúvidas sobre os assuntos abordados	
	3.2.6. Concentrei-me durante a exploração dos assuntos	
	3.2.7. Senti necessidade de pedir ajuda e/ou esclarecimentos à professora	
	3.2.8. Solicitei a ajuda da professora quando senti dificuldade na compreensão das tarefas pedidas	
	3.2.9. Senti satisfação em aprender os assuntos abordados	
	3.2.10. Compreendi os conteúdos abordados nas aulas	
	3.2.11. As tarefas realizadas nas aulas contribuíram para a minha aprendizagem	
	3.2.12. Senti-me estimulado a participar (colocando questões, partilhando experiências, ...)	
3.3. Trabalho em casa	3.3.1. Realizei nas tarefas sugeridas pela professora	
	3.3.2. Senti dificuldade na compreensão das tarefas pedidas	
	3.3.3. Solicitei a ajuda da professora quando senti dificuldade na compreensão das tarefas pedidas	
	3.3.4. Frequentei as aulas de apoio	
	3.3.5. Tomei iniciativa de realizar tarefas, não pedidas, que contribuissem para a minha aprendizagem	
	3.3.5. Estudei os assuntos abordados no final de cada aula	
	3.3.7. Procurei esclarecer dúvidas sobre os assuntos abordados sozinho(a), fazendo pesquisas	
	3.3.8. Procurei esclarecer dúvidas sobre os assuntos abordados solicitando a professora	
	3.3.9. Senti-me estimulado a envolver-me nos conteúdos abordados nas aulas, estudando	
	3.3.10. As tarefas realizadas nas aulas contribuíram para aprender a estudar	
	3.3.11. Participei no uso do “blog” criado pela professora para discutir os conteúdos	
	3.3.12. Participei no uso da pasta da “dropbox” criada pela professora para obter os materiais didáticos disponibilizados	

4. Refira, no Quadro abaixo, os aspetos das aulas mais relevantes (tarefas, tipo de aula, condução da aula pela professora,...) que mais gostou, que pensa terem contribuído mais para a sua aprendizagem e que menos gostou.

4.1. O que gostou mais nas aulas	
4.2. O que considera ter contribuído mais para a sua aprendizagem	
4.3. O que gostou menos nas aulas	

5. Refira que estratégias de estudo usava, em casa, para estudar biologia e geologia, antes da leção da unidade de ensino “obtenção de matéria – heterotrofia e autotrofia”.

6. Refira que estratégias de estudo começou a usar, em casa, para estudar biologia e geologia, depois da leção da unidade de ensino “obtenção de matéria – heterotrofia e autotrofia”.

Aula 1 - Membrana plasmática e movimentos transmembranares	135 min	23 de Fevereiro de 2012	Flávia Abreu
<p style="text-align: center;"><u>Conteúdos</u></p> <p>1. Obtenção de matéria pelos seres heterotróficos</p> <p>1.1. Unicelularidade e pluricelularidade</p> <p>1.2. Membrana plasmática</p> <p>1.2.1. Constituição da membrana plasmática</p> <ul style="list-style-type: none"> • História da ciência - modelos de organização dos componentes das membranas celulares de Davson e Danielli, e Singer e Nicholson • Composição química • Estrutura 	<p style="text-align: center;"><u>Nível de formulação de partida</u></p> <p>5º ano</p> <p>Existe uma enorme diversidade de seres vivos, quer animais quer vegetais. A alimentação é uma função indispensável à vida. O regime alimentar é, em geral, semelhante para todos os animais da mesma espécie. Alguns animais comem apenas plantas ou parte delas, como por exemplo, o boi, o cavalo ou o gafanhoto – são herbívoros. Existem animais, como a águia, o tubarão ou o leão que se alimentam de outros animais – carnívoros; e existem outros que se alimentam tanto de plantas como de animais – omnívoros – como o caso do homem, do urso e do porco, por exemplo (Caldas & Pestana, 2003).</p> <p>A célula é a unidade fundamental dos seres vivos. Cada célula é constituída, fundamentalmente por: membrana celular, que constitui uma barreira externa da célula que envolve o citoplasma e permite trocas entre a célula e o meio que a rodeia; o citoplasma, que corresponde ao interior da célula, tendo um aspeto gelatinoso e mais ou menos transparente; e o núcleo, com forma esférica ou oval, situado no citoplasma, é a parte principal da célula porque contém informações sobre o funcionamento da célula. Existem células animais e células vegetais (Caldas & Pestana, 2003).</p> <p>Chamam-se microrganismos aos seres vivos que só se podem observar ao microscópio. No entanto, todos os seres vivos, até os de dimensões mais reduzidas, são formados por uma ou várias células. Assim, podem classificar-se em: seres unicelulares, formados por uma única célula, que desempenham todas as funções no ser vivo; e seres pluricelulares, formados por várias células (Caldas & Pestana, 2003).</p>	<p style="text-align: center;"><u>Conceções alternativas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Formas de deteção das ideias prévias Questionário de conhecimentos sobre a unidade (Anexo 2) • Ideias prévias detetadas (ver subsecção 3.3.) 	

Objetivos obstáculo

- Compreender os conceitos de autotrofia e heterotrofia.
- Conhecer que tipo de estratégias utilizam os seres heterotróficos para obter os alimentos.
- Compreender a ultraestrutura da membrana plasmática.
- Conhecer a importância da membrana plasmática na obtenção de matéria dos seres heterotróficos unicelulares e pluricelulares

Estratégias de mudança

- Realização, individual, de uma ficha diagnóstica (Ficha diagnóstica nº 1 – anexo 2) (40 minutos).
- Divisão da turma em quatro grupos.
- Realização, em grupo, de uma atividade laboratorial sobre a osmose, com elaboração parcial do relatório na aula (atividade nº 1 – anexo em cd) (45 min).
- Discussão, com cada grupo, sobre o procedimento da atividade laboratorial e sobre os resultados que cada grupo alcançou versus os esperados.
- Em discussão em turma, analisando esquemas conceptuais e imagens, será introduzida a unidade de ensino e explorada a importância da membrana na obtenção de matéria pelos seres autotróficos e a ultraestrutura e função da membrana plasmática, recorrendo à história da ciência (PowerPoint nº 1 - anexo em cd) (45 min).

Nível de formulação desejado

Todos os organismos necessitam obter matéria para a incorporar ou a transformar em energia para viver. Enquanto os seres autotróficos são capazes de produzir os seus compostos orgânicos, os heterotróficos não têm essa capacidade, precisando, por isso, de ingerir nutrientes básicos (água, minerais, vitaminas, glícidos, lípidos e proteínas), que são processados e utilizados a nível celular (de forma semelhante nos seres uni e pluricelulares) após a digestão dos alimentos ingeridos e a sua absorção. Depois deste processo os nutrientes têm que chegar até às células, onde se destaca o papel da membrana plasmática na passagem dos nutrientes para o interior da célula e de substâncias resultantes da atividade celular, do interior para o exterior da célula. Apesar de se conhecer a sua composição química, a sua organização estrutural não está completamente decifrada, tendo sido propostos vários modelos por diversos cientistas ao longo do tempo que, sucessivamente, têm vindo a ser substituídos, à medida que o conhecimento científico evolui. No entanto, os dois modelos mais aceites e conhecidos são os de Davson e Danielli (1935 e 1954) e o de Singer e Nicholson (1972) – modelo de mosaico fluido - mais pormenorizado, incluindo, para além da bicamada fosfolipídica, glicolípido, glicoproteínas, proteínas extrínsecas e intrínsecas (Silva *et al.*, 2011; Matias & Martins, 2007).

Avaliação

- Ficha diagnóstica (anexo 2) (avaliação diagnóstica).
- Relatório individual da atividade laboratorial efetuada na aula (avaliação sumativa).

<u>Aula 2 - Movimentos transmembranares</u>	90 min	24 de Fevereiro de 2012	Flávia Abreu
<p style="text-align: center;"><u>Conteúdos</u></p> <p>1.2.2. Movimentos transmembranares - transporte de materiais através da membrana plasmática</p> <ul style="list-style-type: none"> • Não mediado <ul style="list-style-type: none"> - Difusão simples - Osmose • Mediado <ul style="list-style-type: none"> - Difusão facilitada - Transporte ativo • Em quantidade <ul style="list-style-type: none"> - Endocitose (fagocitose e pinocitose) - Exocitose 	<p style="text-align: center;"><u>Nível de formulação de partida</u></p> <p>9º ano</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistema cárdio-respiratório <p>Os leucócitos, ou glóbulos brancos, são células com forma irregular cujos núcleos apresentam formas diversificadas. Apresentam a capacidade de emitir pseudópodes (prolongamentos citoplasmáticos) e de fagocitar (envolverem e destruir) partículas estranhas – fagocitose (Antunes <i>et al.</i>, 2007).</p>	<p style="text-align: center;"><u>Conceções alternativas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Formas de deteção das ideias prévias Questionário de conhecimentos sobre a unidade (Anexo 2) • Ideias prévias detetadas (ver subsecção 3.3) 	

Objetivos obstáculo

- Compreender que a membrana plasmática é responsável pela passagem de substâncias entre o meio intracelular e o extracelular
- Compreender como se processam os diferentes movimentos transmembranares (mediados – transporte ativo e difusão facilitada -, não mediado – osmose e difusão simples -, e em quantidade – endocitose: fagocitose e pinocitose; exocitose)
- Compreender a utilidade dos movimentos transmembranares de substâncias para as células e, conseqüentemente, para os organismos

Estratégias de mudança

- Breve discussão em turma sobre os conteúdos abordados na aula anterior, pedindo aos alunos que os resumam num sumário.
- Discussão, em turma, sobre os movimentos transmembranares através da exploração de esquemas conceptuais e imagens (PowerPoint n° 2 - anexo em cd) (45 min).
- Partilha, em turma, pelo porta-voz de cada grupo, dos resultados obtidos na atividade laboratorial realizada na aula anterior e interpretação desses resultados em função dos assuntos tratados na aula (10 min).
- Divisão da turma em pares para realização de uma atividade sobre a difusão simples e difusão facilitada (atividade n° 2 – anexo em cd) (5 min).
- Partilha, em turma, pelo porta-voz do grupo, das respostas obtidas na atividade n°2 e exploração, em discussão na turma, da informação mais relevante com a ajuda da projecção de esquemas (PowerPoint n° 2 – anexo em cd e manual escolar - Silva *et al*, 2011 - páginas 54 e 60).
- Seguir a estratégia utilizada para os transportes anteriores no estudo do transporte em quantidade (atividade n° 3 – anexo em cd) (5 min).

Nível de formulação desejado

A membrana é semipermeável, o que favorece apenas a entrada de substâncias que a célula necessita e a saída de substâncias que já não são necessárias, impedindo ou facilitando a passagem de substâncias. Esta passagem pode ocorrer através de diversos mecanismos, que variam consoante a substância a ser transportada. Tendo em conta este critério, os movimentos transmembranares podem ocorrer de forma não mediada – por difusão simples ou por osmose – de forma mediada, intervindo proteínas transportadoras específicas da membrana – por difusão facilitada ou por transporte ativo – ou em quantidade – por endocitose e/ou exocitose (Silva *et al.*, 2011; Matias & Martins, 2007).

Por difusão simples as moléculas do soluto movimentam-se de um local onde a sua concentração é maior para onde a sua concentração é menor, isto é, a favor do gradiente de concentração, havendo um movimento contínuo, nos dois sentidos, mesmo depois de se atingir um equilíbrio de concentrações; as substâncias que se deslocam mais frequentemente são moléculas lipossolúveis e gases; trata-se de um transporte passivo, pois não requer mobilização de energia, mas sim, é ocasionado pela agitação térmica das partículas (Silva *et al.*, 2011; Matias & Martins, 2007).

A osmose é um mecanismo de transporte transmembranar passivo, pois ocorre sem mobilização de energia; é dependente das concentrações do soluto de duas soluções separadas por uma membrana seletivamente permeável, pois é a diferença de concentrações que gera a pressão – pressão osmótica – para contrabalançar a tendência da água para se mover através da membrana, da região onde há menor concentração de soluto e, por isso, menor pressão osmótica – solução hipotónica - para a região onde há maior concentração de soluto e, por isso, maior pressão osmótica – solução hipertónica - e, assim, equilibrar a concentração de ambas as soluções. Quando a quantidade de água é igual em ambas as regiões, de um lado e de outro da membrana, o movimento de água é igual em ambos os sentidos e a solução é isotónica. Quando as células são colocadas numa solução hipotónica - concentração de solutos inferior ao meio intracelular -, há uma tendência da água se deslocar do meio exterior para o interior da célula: as células vegetais ficam túrgidas, havendo uma pressão sobre a parede celular – pressão de turgescência -, e as células animais sofrem lise celular; quando as células são colocadas numa solução hipertónica - concentração de solutos superior ao meio intracelular -, há uma tendência de a água se deslocar do meio intracelular para o exterior e a célula, pelo que esta diminui de volume e fica plasmolisada, sendo que nas células vegetais a membrana

<p align="center"><u>Objetivos obstáculo</u></p>	<p align="center"><u>Estratégias de mudança</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Divisão da turma em grupos de 4/5 elementos para a construção de um mapa de conceitos sobre os movimentos transmembranares. Serão dados os conceitos à turma. Em seguida deverão construí-lo numa folha A4 na horizontal, usando as ligações entre conceitos e ligações cruzada. Os alunos deverão consultar o manual para irem atribuindo significados aos conceitos e fazendo uma relação mais eficaz entre eles (25 min). • Discussão, em cada grupo, sobre a elaboração do mapa de conceitos e significados e relação entre eles. • Correção, em turma, dos mapas de conceitos elaborados pelos 	<p align="center"><u>Nível de formulação desejado</u></p> <p>celular se desprende parcialmente da parede celular (Silva <i>et al.</i>, 2011; Matias & Martins, 2007).</p> <p>As células também necessitam de muitas moléculas polares e de moléculas e iões carregados electricamente, que são impossibilitados de passar diretamente pela bicamada lipídica, sendo o seu transporte mediado por transportadores que são proteínas transmembranares. Os mecanismos de movimento transmembranar destas substâncias é, por isso, mediado e, pode ocorrer por difusão facilitada e por transporte ativo, nos quais intervêm proteínas. A difusão facilitada permite a passagem de glicose e aminoácidos, por exemplo, através da membrana semipermeável, a favor do gradiente de concentração, com a intervenção de permeases. Este transporte ocorre em duas etapas e trata-se de um transporte passivo (Silva <i>et al.</i>, 2011; Matias & Martins, 2007).</p> <p>O transporte ativo ocorre contra o gradiente de concentração, isto é, passagem de iões de Na⁺ e de K⁺, por exemplo, de um local onde a sua concentração é mais baixa para um local onde a sua concentração é mais elevada, pelo que envolve mobilização de energia celular; trata-se de um transporte que permite que as substâncias no interior da célula se mantenham constantes independentemente da sua concentração no exterior da célula (Silva <i>et al.</i>, 2011; Matias & Martins, 2007). Este transporte é efetuado por proteínas designadas por bombas, podendo estas transportar mais do que uma molécula em simultâneo. No caso do transporte de iões de Na⁺ e de K⁺, este é processado pela bomba Na⁺/K⁺. Este transportador transporta em simultâneo três iões de Na⁺ do meio intracelular para o meio extracelular, seguindo-se o transporte de dois iões de K⁺ para o meio intracelular (Óscar Oliveira <i>et al.</i>, 2009).</p> <p>O transporte de macromoléculas designa-se por transporte em quantidade e, quando ocorre do interior para o exterior da célula é por exocitose, havendo, por exemplo, transporte de resíduos de digestão intracelular. Quando ocorre para o interior da célula é por endocitose, havendo transporte de gotículas de lípidos, por exemplo, podendo ser de duas formas, pinocitose – associada à absorção de lípidos - e fagocitose – associada à digestão celular. A pinocitose consiste na captura de pequenas gotas de fluido por invaginações da membrana, que depois se separa, formando vesículas pinocíticas; ocorre, por exemplo, no epitélio intestinal, sendo por este processo que os lípidos provenientes da digestão são absorvidos para as células do epitélio intestinal, e destas para os vasos linfáticos. Por fagocitose, a membrana plasmática engloba partículas de grandes dimensões ou mesmo células inteiras; a célula emite prolongamentos – pseudópodes – que englobam a partícula, formando uma vesícula fagocítica. Geralmente, estas vesículas fundem-se com lisossomas, dando origem a vacúolos digestivos, onde se dá a digestão das substâncias fagocitadas. Por este motivo, a fagocitose constitui o processo digestivo de muitos organismos unicelulares, como a ameba, por exemplo, verificando-se, também, em células do sistema imunitário – macrófagos (Silva <i>et al.</i>, 2011; Matias & Martins, 2007).</p>
<p align="center"><u>Avaliação</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Exercícios sobre dois dos movimentos transmembranares (atividade nº2 e nº3 – anexo em cd) (avaliação diagnóstica). • Trabalho para casa sobre dois dos movimentos transmembranares (atividade nº4 – anexo em cd) • Elaboração, em grupo, de um mapa de conceitos (avaliação formativa). 		

Aula 3 - Digestão e absorção	135 min	1 de Março de 2012	Flávia Abreu
<p style="text-align: center;"><u>Conteúdos</u></p> <p>1.3. Ingestão, digestão e absorção</p> <p>1.3.1. Digestão intracelular - Importância do sistema endomembranar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Retículo endoplasmático • Complexo de Golgi • Lisossomas <p>1.3.2. Digestão extracelular</p> <ul style="list-style-type: none"> • Digestão extracorporal 	<p style="text-align: center;"><u>Nível de formulação de partida</u></p> <p>6º ano</p> <p>Os alimentos que ingerimos contêm energia que o nosso organismo necessita para crescer, deslocar-se, realizar trabalho físico e intelectual, ou seja, para todas as atividades necessárias à vida. Essa energia é libertada nas células, quando estas realizam funções vitais em que utilizam os nutrientes e o oxigénio, e depois utilizada pelo organismo. Para isso: os alimentos são transformados durante a digestão e os nutrientes passam para o sangue, através das vilosidades intestinais; o sangue leva os nutrientes e o oxigénio às células; da atividade celular, além da energia, resultam também substâncias como o dióxido de carbono, o vapor de água e os resíduos (Caldas & Pestana, 2005).</p>	<p style="text-align: center;"><u>Conceções alternativas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Formas de deteção das ideias prévias Questionário de conhecimentos sobre a unidade (Anexo 2) • Ideias prévias detetadas (ver subsecção 3.3.) 	

<u>Objetivos obstáculo</u>	<u>Estratégias de mudança</u>	<u>Nível de formulação desejado</u>
<ul style="list-style-type: none"> • Compreender que a digestão dos seres vivos pode ocorrer intra e extracelularmente • Conhecer a função enzimática • Compreender a importância das enzimas nos processos digestivos • Compreender a importância do complexo endomembranar na digestão intracelular • Compreender como se processa a digestão intracelular • Compreender a importância do retículo endoplasmático (liso e rugoso), do complexo de Golgi e dos lisossomas na digestão intracelular • Compreender a digestão extracorporeal como um mecanismo de digestão para alguns seres vivos 	<ul style="list-style-type: none"> • Síntese das aulas anteriores com exploração de alguns conceitos mal consolidados por parte dos alunos com recurso a esquemas feitos no quadro da sala de aula (10 min). • Breve discussão em turma sobre os conteúdos abordados na aula anterior, pedindo aos alunos que os sintetizem num sumário. • Clarificar os conteúdos que vão ser lecionados, resumindo-os num sumário e relacionando-os com a matéria lecionada nas aulas anteriores. • Conclusão da correção do mapa de conceitos no quadro por um aluno (5 min). • Tomar nota dos alunos que fizeram o trabalho de casa (atividade nº4 – anexo em cd). • Fazer a correção do trabalho de casa, solicitando alunos para lerem as suas respostas (10 min). • Discussão, em turma, sobre a digestão intracelular e extracelular (extracorporeal), através da exploração de esquemas conceptuais e imagens (PowerPoint nº 3 - anexo em cd) (45 min). • Reprodução de um clip de vídeo que sumarie a digestão intracelular e sua discussão com a turma. 	<p>Os alimentos têm que ser processados até poderem ser utilizados a nível celular; esse processamento ocorre através da digestão, para que os alimentos sejam transformados de moléculas complexas em substâncias mais simples, por reacções de hidrólise, catalisadas por enzimas – proteínas catalisadoras que diminuem a energia necessária para que as reacções bioquímicas ocorram-, e absorção. A digestão pode ser intracelular – ocorrer no interior da célula –, ou extracelular – ocorrer fora das células – e, depois desta, segue-se a absorção, que corresponde à passagem dos nutrientes através da membrana para o interior da célula (Silva <i>et al.</i>, 2011; Matias & Martins, 2007).</p> <p>A digestão intracelular inicia-se por endocitose, sendo que as partículas alimentares – moléculas complexas – são englobadas pela membrana plasmática, formando vesículas endocíticas no interior da célula. No entanto, estas partículas não transpõem a membrana das vesículas, pelo que necessitam de ser transformadas em moléculas mais simples. No processamento destas moléculas intervêm organelos celulares: o retículo endoplasmático - que sintetiza e transporta, por vesículas que se destacam do retículo, substâncias, como enzimas -, o complexo de Golgi - que intervém na transformação de moléculas provenientes do retículo -, e os lisossomas – que são vesículas que se destacam do complexo de Golgi, onde se acumulam enzimas digestivas, evitando que estas destruam componentes moleculares constituintes da célula. A digestão intracelular propriamente dita, ocorre ao nível de vacúolos digestivos, que se formam pela fusão dos lisossomas com vesículas endocíticas, sendo que as moléculas complexas contidas nas vesículas são decompostas em enzimas mais simples pelas enzimas contidas nos lisossomas, podendo, então, atravessar a membrana das vesículas endocíticas, e os resíduos são expulsos por exocitose para o exterior. A digestão extracelular ocorre fora das células, podendo ser intracorporeal e extracorporeal. Alguns dos organismos que efetuam digestão extracorporeal são os fungos. Um exemplo são os cogumelos. Nestes, as hifas lançam enzimas para o substrato, onde ocorre a digestão das moléculas que o constitui, sendo as moléculas resultantes da transformação, absorvidas, novamente, pelas hifas (Silva <i>et al.</i>, 2011; Matias & Martins, 2007).</p>
<p><u>Avaliação</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Exercício sobre a digestão intracelular do manual - Silva <i>et al.</i>, 2011 - (página 63) (avaliação formativa). • Relatório individual da atividade laboratorial realizada na aula (atividade nº 5 - anexo em cd) (avaliação sumativa). 		

<p><u>Objetivos obstáculo</u></p>	<p><u>Estratégias de mudança</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Síntese da matéria lecionada com perguntas direcionadas a alunos selecionados (5 min) • Realização, em pares, de uma atividade “lápiz e papel” do manual - Silva <i>et al</i>, 2011 - (página 63) (15 min). • Correção da atividade do manual, pelos alunos, oralmente. • Distribuição de textos de apoio sobre a história da ciência, a nível da construção de conhecimentos, sobre a membrana plasmática (anexo em cd). • Divisão da turma em quatro grupos. • Realização, em grupo, de uma atividade laboratorial sobre os pigmentos fotossintéticos, com elaboração parcial do relatório na aula (atividade n° 5 - anexo em cd) (45 min). • Discussão, com cada grupo, sobre o procedimento da atividade laboratorial e sobre os resultados que cada grupo alcançou versus os esperados. 	<p><u>Nível de formulação desejado</u></p>
<p><u>Avaliação</u></p>		

<u>Aula 4 – Digestão intracorporal</u>	90 min	2 de Março de 2012	Flávia Abreu
<p style="text-align: center;"><u>Conteúdos</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Digestão intracorporal <ul style="list-style-type: none"> - Estruturas responsáveis pela digestão nos diferentes seres heterotróficos multicelulares - Sistema digestivo humano 	<p style="text-align: center;"><u>Nível de formulação de partida</u></p> <p>3º ano</p> <p>São os alimentos que nos fornecem energia de que precisamos para viver. Quanto mais ativos formos, mais energia precisamos. Uma das funções do nosso corpo é transformar os alimentos em partículas suficientemente pequenas – os nutrientes – para poderem alimentar o corpo, através do sangue. Essa função designa-se função digestiva (Rocha <i>et al.</i>, 2008). Os alimentos são digeridos de modo a transformarem-se em nutrientes. A digestão começa na boca, onde os dentes cortam e esmagam os alimentos. Estes misturam-se com a saliva – produzida pelas glândulas salivares – e formam uma pasta – o bolo alimentar – que é empurrada com a língua e que passa pela faringe e pelo esófago, até chegar ao estômago (Rocha <i>et al.</i>, 2008).</p> <p>No estômago, o bolo alimentar junta-se ao suco gástrico lançado pelas paredes do estômago e transforma-se numa massa mais fina – o quimo -, que passa para o intestino delgado (Rocha <i>et al.</i>, 2008).</p> <p>O quimo sofre a ação dos sucos digestivos lançados pelo fígado, a vesícula biliar e o pâncreas, e transforma-se em partículas mais pequenas – o quilo (Rocha <i>et al.</i>, 2008). Estas atravessam as paredes do intestino e passam para o sangue. O que não é digerido passa para o intestino grosso e transforma-se em fezes, que são armazenadas no reto e depois evacuadas pelo ânus (Rocha <i>et al.</i>, 2008).</p> <p>6º ano</p> <p>O sistema digestivo humano é constituído pelo tubo digestivo e pelas glândulas anexas. O tubo digestivo é formado pela boca, faringe, esófago, estômago, intestino delgado, intestino grosso e pelo ânus. As glândulas anexas são as glândulas salivares, o fígado e o pâncreas, que produzem secreções designadas sucos digestivos. Estes ajudam a transformar os alimentos. Ao longo do tubo digestivo, os alimentos são transformados até que os nutrientes estejam separados e reduzidos a partículas tão pequenas que possam passar para o sangue. Este conjunto de transformações designa-se digestão (Caldas & Pestana, 2005).</p> <p>Os alimentos entram no tubo digestivo através da boca, onde são mastigados, fragmentando-os, o que facilita a ação da saliva sobre eles, formando-se uma pasta mole designada bolo alimentar. Depois de formado, o bolo alimentar é empurrado até ao estômago através da faringe e do esófago – processo de deglutição – ajudado pelos movimentos de contração dos músculos da parede interna do esófago (Caldas & Pestana, 2005).</p>	<p style="text-align: center;"><u>Conceções alternativas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Segundo Giordan (1988) os alunos: <ul style="list-style-type: none"> - resumem a digestão ao estômago - consideram a digestão como um trajeto através dos órgãos - existe uma dupla digestão, uma para os alimentos sólidos e uma para os alimentos líquidos • Formas de deteção das ideias prévias <ul style="list-style-type: none"> Questionário de conhecimentos sobre a unidade (Anexo 2) • Ideias prévias detetadas <ul style="list-style-type: none"> (ver subsecção 3.3.) 	

Conteúdos

Nível de formulação de partida

Quando o bolo alimentar chega ao estômago sofre ação do suco gástrico – produzido pelas glândulas gástricas que se encontram na parede interna do estômago – e, em simultâneo, é agitado pelos movimentos das paredes do estômago, permitindo que ocorram transformações químicas nos alimentos (Caldas & Pestana, 2005).

Aos poucos o bolo alimentar vai sendo transformado num líquido – quimo – que passa para o intestino delgado, por jatos sucessivos. Aqui, o quimo sofre a ação da bilis, produzida no fígado, e do suco pancreático, produzido pelo pâncreas. O fígado, o pâncreas e as glândulas salivares são glândulas anexas ao tubo digestivo (Caldas & Pestana, 2005).

A parede interna do intestino delgado apresenta numerosas e pequeníssimas saliências, em forma de dedo de luva, chamadas vilosidades intestinais, e nela encontram-se também numerosas glândulas intestinais, que produzem o suco intestinal (Caldas & Pestana, 2005).

No intestino delgado, o quimo vai sendo misturado com os sucos digestivos – suco pancreático e suco intestinal – com a ajuda da contração muscular do intestino. A bilis separa e simplifica as gorduras, facilitando a ação dos sucos. No intestino delgado, o quimo é transformado num líquido – o quilo – no qual os alimentos estão já transformados em partículas tão simples que podem ser utilizadas pelas células (Caldas & Pestana, 2005).

Após a digestão, as substâncias nutritivas do quilo passam para o sangue, que as irá distribuir por todas as células do organismo. A passagem das substâncias nutritivas para o sangue tem o nome de absorção. Esta ocorre, essencialmente, no intestino delgado, através das vilosidades intestinais. São absorvidos não só os nutrientes que foram digeridos, mas também os que não sofrem transformações, como é o caso das vitaminas e dos sais minerais (Caldas & Pestana, 2005).

Quando as substâncias nutritivas chegam às células, transportadas pelo sangue, são transformadas pelas células na sua própria matéria e fornecem energia – processo de assimilação (Caldas & Pestana, 2005).

A parte do quilo que não é absorvida – os resíduos dos alimentos – passa para o intestino grosso. A maior parte da água é ainda absorvida, restando apenas resíduos sólidos que formam as fezes, que vão sendo empurradas ao longo do intestino grosso, sendo depois expulsas pelo ânus (Caldas & Pestana, 2005).

9º ano

A maioria dos alimentos que digerimos são uma mistura de moléculas complexas e de grandes dimensões e, para que o nosso organismo obtenha os nutrientes fundamentais para a nossa sobrevivência, é necessário que os alimentos sejam sujeitos a um conjunto de transformações físicas e ou mecânicas e químicas – digestão (Antunes *et al.*, 2007).

O sistema digestivo é um mecanismo biológico especializado na transformação dos alimentos (macromoléculas) em moléculas simples e pequenas (micromoléculas). Este sistema é tubo muscular, sinuoso, organizado de forma sequencial da boca até ao ânus, permitindo um aproveitamento eficaz dos alimentos (Antunes *et al.*, 2007).

Conceções alternativas

<u>Conteúdos</u>	<u>Nível de formulação de partida</u>	<u>Conceções alternativas</u>
	<p>O sistema digestivo é constituído pelos órgãos do tubo digestivo (boca, faringe, esófago, estômago, intestino). A boca é o local onde se forma o bolo alimentar; as glândulas salivares produzem saliva que facilita a deglutição do bolo alimentar; a faringe permite a circulação dos alimentos deglutidos para o esófago; o esófago comunica diretamente com o estômago e a passagem dos alimentos deglutidos é facilitada pelos músculos existentes neste tubo; o fígado é um órgão anexo ao tubo digestivo que segrega a bílis, que neutraliza a acidez do quimo e emulsiona os lípidos; o estômago é o local de armazenamento e mistura dos alimentos com as secreções gástricas e onde ocorre a transformação do bolo alimentar no em quimo (massa semilíquida parcialmente digerida); o pâncreas é uma glândula anexa ao tubo digestivo que segrega o suco pancreático; o intestino delgado apresenta numerosas glândulas produtoras de muco e inúmeras vilosidades intestinais; o intestino grosso faz a ligação entre o intestino delgado e ânus; o apêndice é a estrutura ligada à parte terminal do intestino delgado; o ânus é a porção final do tubo digestivo (Antunes <i>et al.</i>, 2007).</p> <p>A digestão é um conjunto de transformações físicas e químicas que se inicia na boca, onde os alimentos são triturados e divididos e envolvidos com saliva formando o bolo alimentar. Na digestão intervêm uma série de enzimas digestivas que facilitam a digestão, pois têm a capacidade de quebrar as ligações químicas das moléculas que compõem os alimentos e de acelerar as reações químicas. Quando ocorre a deglutição, o bolo alimentar passa para a faringe e daí para o esófago, que exhibe movimentos peristálticos, que são movimentos musculares ondulantes que conduzem os produtos deglutidos. No estômago ocorre a transformação das proteínas por uma enzima específica – pepsina – transformando-as em peptídeos mais simples, e onde se inicia a digestão de alguns lípidos por uma enzima específica – lipase. Durante a digestão gástrica o bolo alimentar é transformado em quimo (Antunes <i>et al.</i>, 2007).</p> <p>É no intestino delgado que ocorrem os principais fenómenos de digestão química: o quimo é misturado com o suco pancreático e com a bílis. No final de todo o processo digestivo existem no intestino delgado: aminoácidos, obtidos a partir das proteínas; monossacarídeos, como a glicose e a frutose, obtidos a partir de glícidos complexos; e ácidos gordos e algum glicerol livre, como produtos resultantes dos lípidos. Para além destes, encontram-se ainda, água, sais minerais e vitaminas, que não sofrem qualquer alteração por serem micromoléculas (Antunes <i>et al.</i>, 2007). O intestino delgado é o local onde ocorre a absorção intestinal, isto é, a passagem dos produtos finais da digestão da mucosa intestinal para a corrente sanguínea. A absorção é facilitada pela estrutura da superfície interna do intestino delgado. Esta superfície apresenta inúmeras pregas, denominadas válvulas coniventes, que possuem milhares de pequenas projeções em forma de dedo de luva, chamadas microvilosidades intestinais. Cada vilosidade é irrigada por uma rede de capilares sanguíneos em volta de um vaso linfático central. As vilosidades possuem, ainda, inúmeras microvilosidades, o que aumenta, consideravelmente, a área total do intestino, permitindo uma elevada absorção dos nutrientes para a corrente sanguínea. A mucosa do intestino grosso também possui uma enorme capacidade de absorção, onde são absorvidos água e alguns sais minerais. As fezes formam-se na parte terminal do intestino grosso, que são eliminadas pelo ânus (Antunes <i>et al.</i>, 2007).</p> <p>Após a absorção, os nutrientes são conduzidos, por via sanguínea ou linfática, a todas as células. É ao nível celular que os nutrientes são utilizados de modo a garantir o perfeito funcionamento de todo o organismo (Antunes <i>et al.</i>, 2007).</p>	

Objetivos obstáculo

- Compreender a relação entre a complexidade dos animais e a estrutura dos sistemas digestivos – noção da diversidade de sistemas digestivos nos seres heterotróficos multicelulares.
- Compreender como se processa a digestão em alguns animais (hidra, planária, minhoca, Homem).
- Compreender que a obtenção de matéria pelos seres heterotróficos multicelulares compreende a ingestão e a digestão de alimentos, e a absorção dos nutrientes resultantes da digestão.
- Compreender, com maior pormenor, como ocorre o processo digestivo humano.
- Compreender a importância da absorção dos nutrientes para o Homem e como esta se processa.

Estratégias de mudança

- Tomar nota dos alunos que fizeram o trabalho de casa (atividade nº1 - anexo em cd).
- Clarificar os conteúdos que vão ser lecionados, resumindo-os num sumário, relacionando-os com a matéria lecionada nas aulas anteriores
- Breve discussão, em turma, sobre os conteúdos abordados na aula anterior.
- Elaboração de um esquema no quadro da sala de aula sobre a digestão intracelular, com explicação sequencial de cada etapa e legenda dos principais intervenientes químicos e organelares (15 min).
- Discussão, em turma, sobre a digestão intracorporal, através da exploração de esquemas conceituais e imagens (PowerPoint nº 4 - anexo em cd) (45 min).
- Brainstorming sobre a digestão humana: os alunos sugerem conceitos que pareçam estar relacionados com a digestão no Homem, apontando-os no quadro da sala de aula, solicitando os alunos que estejam a participar ordenadamente e serão colocadas perguntas à turma para que cheguem a um maior número de conceitos (30 min).

Nível de formulação desejado

A digestão intracorporal ocorre em todos os animais em cavidades. Na maioria dos animais, o processo de obtenção de matéria inicia-se pela ingestão do alimento. Este é encaminhado para órgãos especializados que compõem o sistema digestivo, acumulando-se na cavidade digestiva. Após a digestão (extracelular) em órgãos especializados, ocorre a absorção, durante a qual os nutrientes são conduzidos para a corrente sanguínea, na sua forma mais simples, de forma a serem transportados para as restantes células do organismo (Óscar Oliveira *et al.*, 2009).

Nos organismos mais simples, os alimentos podem ser absorvidos diretamente da cavidade para as células. O sistema digestivo dos animais assemelha-se a um tubo, sendo, por isso, frequente designar-se o sistema digestivo por tubo digestivo (Óscar Oliveira *et al.*, 2009).

Alguns animais, como a hidra e a planária, possuem uma cavidade gastrovascular, localizada no meio do organismo e com uma única abertura, que funciona como boca e ânus, classificando-se como tubo digestivo incompleto (Óscar Oliveira *et al.*, 2009).

A hidra captura o seu alimento com tentáculos, que depois o conduzem à abertura da cavidade. O início da digestão ocorre na cavidade gastrovascular devido à ação de enzimas que são libertadas pelas glândulas existentes na parede da cavidade. As partículas, semidigeridas, são fagocitadas por células da parede formando vacúolos digestivos, onde continua a digestão (intracelular). Os nutrientes resultantes difundem-se destes vacúolos para o citoplasma da célula e, desta, para o citoplasma das outras células do organismo. As partículas não absorvidas e as partículas resultantes da digestão, libertadas para a cavidade por exocitose, são expulsas pela abertura da cavidade devido a contrações do corpo do organismo (Silva *et al.*, 2011; Matias & Martins, 2007).

A planária possui uma faringe que se projeta da boca para ingerir o alimento. A cavidade gastrovascular ramifica-se, de forma a otimizar a absorção e a distribuição dos alimentos pelo organismo (Silva *et al.*, 2011; Matias & Martins, 2007).

No caso de animais mais complexos, a digestão ocorre em órgãos especializados no interior dos organismos – que compõem um tubo digestivo completo, com duas aberturas, boca e ânus (Silva *et al.*, 2011; Matias & Martins, 2007).

A minhoca alimenta-se de detritos vegetais e microrganismos do solo e possui um sistema digestivo diferenciado em órgãos especializados onde os alimentos são processados sequencialmente: ingere os alimentos através da boca, que são sugados pela faringe (graças a contrações dos músculos da parede da mesma), conduzindo-os para o esófago, e deste para o estômago (ou papo) onde são armazenados.

Avaliação

- Exercício para realizar como trabalho de casa sobre toda a matéria lecionada até ao final desta aula (atividade nº 6 – anexo em cd) (avaliação formativa).
- Brainstorming (avaliação diagnóstica).

<u>Objetivos obstáculo</u>	<u>Estratégias de mudança</u>	<u>Nível de formulação desejado</u>
	<u>Avaliação</u>	<p>O tubo digestivo humano, e de todos os vertebrados, também é completo, mas mais complexo. O sistema digestivo humano é constituído pelo tubo digestivo e pelas glândulas anexas. O tubo digestivo é formado pela boca, faringe, esófago, estômago, intestino delgado, intestino grosso e pelo ânus. As glândulas anexas são as glândulas salivares, o fígado e o pâncreas, que produzem secreções designadas sucos digestivos. Estes ajudam a transformar os alimentos. Ao longo do tubo digestivo, os alimentos são transformados até que os nutrientes estejam separados e reduzidos a partículas tão pequenas que possam passar para o sangue (Silva <i>et al.</i>, 2011; Matias & Martins, 2007). Os alimentos entram no tubo digestivo através da boca, que é onde começa a digestão. Aqui, os alimentos são mastigados, fragmentando-os, o que facilita a ação da saliva sobre eles, formando-se uma pasta mole designada bolo alimentar. Depois de formado, o bolo alimentar é empurrado até ao estômago através da faringe e do esófago – processo de deglutição – ajudado pelos movimentos contração dos músculos da parede interna do esófago. Quando o bolo alimentar chega ao estômago sofre ação do suco gástrico – produzido pelas glândulas gástricas que se encontram na parede interna do estômago – e, em simultâneo, é agitado pelos movimentos das paredes do estômago, permitindo que ocorram transformações químicas nos alimentos. Aos poucos o bolo alimentar vai sendo transformado num líquido – quimo – que passa para o intestino delgado, por jatos sucessivos. Aqui, o quimo sofre a ação da bilis, produzida no fígado, e do suco pancreático, produzido pelo pâncreas. No intestino delgado, o quimo vai sendo misturado com os sucos digestivos – suco pancreático e suco intestinal – com a ajuda da contração muscular do intestino. A bilis separa e simplifica as gorduras, facilitando a ação dos sucos o que mais distingue a digestão nestes animais é o processo de transformação que ocorre no intestino delgado, onde também ocorre a absorção de nutrientes (Silva <i>et al.</i>, 2011; Matias & Martins, 2007).</p> <p>A parede interna do intestino delgado apresenta numerosas e pequeníssimas saliências, em forma de dedo de luva, chamadas vilosidades intestinais, e nela encontram-se também numerosas glândulas intestinais, que produzem o suco intestinal. No intestino delgado, o quimo é transformado num líquido – o quilo – no qual os alimentos estão já transformados em partículas tão simples que podem ser utilizadas pelas células. Após a digestão, as substâncias nutritivas do quilo passam para o sangue, que as irá distribuir por todas as células do organismo. A passagem das substâncias nutritivas para o sangue tem o nome de absorção. Esta ocorre, essencialmente, no intestino delgado, através das vilosidades intestinais. São absorvidos não só os nutrientes que foram digeridos, mas também os que não sofrem transformações, como é o caso das vitaminas e dos sais minerais. Esta absorção é otimizada devido à enorme superfície da parede intestinal, devido à existência de pregas cobertas por vilosidades que, por sua vez, são revestidas por microvilosidades, que aumentam ainda mais a área de absorção (Silva <i>et al.</i>, 2011; Matias & Martins, 2007). Quando as substâncias nutritivas chegam às células, transportadas pelo sangue, são transformadas pelas células na sua própria matéria e fornecem energia – processo de assimilação. A parte do quilo que não é absorvida – os resíduos dos alimentos – passa para o intestino grosso. A maior parte da água é ainda absorvida, restando apenas resíduos sólidos que formam as fezes, que vão sendo empurradas ao longo do intestino grosso, sendo depois expulsas pelo ânus (Silva <i>et al.</i>, 2011; Matias & Martins, 2007).</p> <p>O que mais distingue a digestão nestes animais é o processo de transformação que ocorre no intestino</p>

Aula 5 – Obtenção de matéria pelos seres autotróficos	135 min	15 de Março de 2012	Flávia Abreu
<p style="text-align: center;"><u>Conteúdos</u></p> <p>2. Obtenção de matéria pelos seres autotróficos</p> <p>2.1. ATP como molécula energética</p> <p>2.2. Fotossíntese</p> <p>2.2.1. Reação química</p> <p>2.2.2. Cloroplastos e pigmentos fotossintéticos</p> <p>2.2.3. Variação da eficácia dos diferentes comprimentos de onda na fotossíntese</p> <p>2.2.4. Mecanismos da fotossíntese</p> <ul style="list-style-type: none"> • História da ciência 	<p style="text-align: center;"><u>Nível de formulação de partida</u></p> <p>6º ano</p> <p>As plantas são seres vivos produtores, isto é, são capazes de produzir os seus próprios alimentos – matéria orgânica – a partir de matéria mineral (Caldas, I. & Pestana, M. I., 2005).</p> <p>É principalmente nas folhas das plantas que se realiza a transformação da matéria mineral em matéria orgânica. Este processo designa-se fotossíntese. Neste, as plantas captam energia solar através de um pigmento verde que possuem – a clorofila. Essa energia armazenada pela clorofila vai ajudar na reação entre o dióxido de carbono captado pela planta, a partir da atmosfera e a água absorvida pela raiz, para que se produzam açúcares (Caldas, I. & Pestana, M. I., 2005).</p> <p>Durante a fotossíntese as plantas utilizam dióxido de carbono do ar para o fabrico de matéria orgânica e libertam grande quantidade de oxigénio (Caldas, I. & Pestana, M. I., 2005).</p>	<p style="text-align: center;"><u>Conceções alternativas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Segundo Giordan (1988): <ul style="list-style-type: none"> - “a planta alimenta-se da terra, de onde absorve matéria orgânica” - “no outono, as folhas caem e a matéria orgânica passa para o solo e é absorvida pela planta Segundo Melillán <i>et al</i> (2006) os alunos: <ul style="list-style-type: none"> - consideram que as plantas realizam fotossíntese para viver e crescer - desconhecem a função da folha e, para muitos, esta serve para captar água da chuva e receber alimentos - confundem o papel do dióxido de carbono e do oxigénio - os gases utilizados na fotossíntese são absorvidos pelas raízes e não pelas folhas - confundem fotossíntese com respiração - consideram que as plantas fotossintetizam de dia e respiram de noite - não mencionam a clorofila ou desconhecem a sua função ou atribuem funções como a) dar cor às folhas, b) é o sangue das plantas, c) combina-se com o dióxido de carbono para formar glucose, d) é uma substância que atrai a luz e serve de protecção, e) é um alimento, f) combina-se com o iodo para produzir uma substância de cor negra designada amido, g) produz os alimentos - desconhecem que as plantas precisam de luz e, nos casos em que a mencionam atribuem-lhe funções como viver, crescer, manterem-nas saudáveis e dar-lhes cor planta - não mencionam as transformações de energia em energia química, apesar de reconhecerem que as plantas precisam de luz - consideram que a luz é um meio para produzir calor • Formas de deteção das ideias prévias Questionário de conhecimentos sobre a unidade (Anexo 2) • Ideias prévias detetadas (ver relatório subsecção 3.3.) 	

Objetivos obstáculo

- Compreender que os seres autotróficos são capazes de produzir compostos orgânicos a partir de substâncias minerais utilizando a energia luminosa
- Reconhecer a fotossíntese como um dos processos de obtenção de matéria pelos seres autotróficos
- Compreender a relação entre o espectro de absorção dos pigmentos fotossintéticos e a eficácia do processo fotossintético
- Compreender a importância dos pigmentos fotossintéticos para a fotossíntese
- Compreender de que forma a energia luminosa é absorvida e utilizada pelas plantas
- Conhecer a reação química principal envolvida na fotossíntese
- Compreender a importância da evolução do conhecimento científico para o conhecimento da obtenção de matéria pelos seres autotróficos

Estratégias de mudança

- Breve discussão em turma sobre os conteúdos abordados na aula anterior, pedindo aos alunos que os sintetizem num sumário, respeitante à aula anterior
- Clarificar os conteúdos que vão ser lecionados, resumindo-os num sumário, o da presente aula, relacionando-os com os assuntos abordados nas aulas anteriores da mesma unidade de ensino
- Aviso sobre a disponibilização da correção do trabalho de casa (atividade nº6 – anexo em cd) na “dropbox”
- Exercício, em pares, sobre os pigmentos fotossintéticos (atividade nº 7 - anexo em cd) (15 min)
- Discussão em turma da correção da atividade proposta solicitando alunos para lerem em voz alta as suas respostas, complementando/corrigindo as suas ideias se necessário (10 min)

Nível de formulação desejado

Os organismos autotróficos, contrariamente aos heterotróficos, não necessitam de ingerir matéria orgânica para sobreviver mas, antes, produzem, por fotossíntese ou quimiossíntese, a matéria orgânica de que necessitam. Nesta síntese, os organismos usam matéria inorgânica – mineral – conjugada com energia luminosa – seres fotossintéticos – ou energia química – seres quimioautotróficos. São exemplos de organismos que realizam fotossíntese, as plantas, as algas e algumas bactérias – cianobactérias -, e exemplos de organismos quimioautotróficos algumas bactérias – como o caso das nitrificantes (Silva *et al*, 2011; Matias & Martins, 2007).

Dado que a energia luminosa ou a energia química não pode ser utilizada diretamente pelas células destes organismos, esta é transferida, em parte, para um composto designado adenosina trifosfato – ATP – constituída por três grupos de fosfato, uma ribose (açúcar) e uma adenina. A circulação de energia nestes organismos ocorre por uma série de reacções que envolvem a hidrólise – reação exoenergética - e a fosforilação – reação endoenergética - de ADP. É a produção de moléculas de ATP que é decisiva para a produção de compostos orgânicos. Os órgãos fotossintéticos mais importantes nas plantas superiores são as folhas. Através destas, são captados água e dióxido de carbono do meio, e a energia luminosa é absorvida pelos pigmentos fotossintéticos – clorofilas. A combinação destes elementos proporciona a ocorrência da reação química principal da fotossíntese, cujos compostos resultantes são a glicose – que pode ser polimerizada em açúcares mais complexos, como o amido, por exemplo -, o oxigénio e a água (Silva *et al*, 2011; Matias & Martins, 2007).

As moléculas responsáveis por absorver a radiação luminosa que é usada na fotossíntese são os pigmentos fotossintéticos que se encontram nos tilacóides, estruturas pertencentes aos cloroplastos. Os pigmentos fotossintéticos presentes nas plantas são as clorofilas – a e b –, com uma coloração verde, e os carotenóides – xantofilas e carotenos – com uma coloração na gama do amarelo ao vermelho.

Avaliação

- Exercício sobre o papel dos pigmentos fotossintéticos, e sua relação com o espectro de absorção na luz visível, na fotossíntese (atividade nº 7 - anexo em cd)
- Exercício de inquérito (PowerPoint nº 5 - anexo em cd)

<p><u>Objetivos obstáculo</u></p>	<p><u>Estratégias de mudança</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Discussão, em turma, sobre a obtenção de matéria pelos seres autotróficos, através da exploração de esquemas conceituais e imagens (PowerPoint nº 5 - anexo em cd) (45 min) • Partilha, em turma, pelo porta-voz de cada grupo, dos resultados obtidos na atividade laboratorial sobre os pigmentos fotossintéticos e interpretação desses resultados em função dos assuntos tratados na aula (10 min) • Realização de um exercício de inquérito, em pares, sobre o processo fotossintético (PowerPoint nº 6 - anexo em cd) discutindo em turma cada ponto, sequencialmente, depois de cada par responder às questões de cada um dos pontos (45 min) 	<p><u>Nível de formulação desejado</u></p> <p>A energia luminosa não é absorvida na totalidade pelos pigmentos fotossintéticos, apenas absorvem a luz visível, cujo comprimento de onda varia entre 380 nm e 750 nm. Dentro deste espectro, a eficácia de absorção varia para cada tipo de pigmento, que absorvem melhor ou pior radiações com determinados comprimentos de onda: as clorofilas absorvem radiações de comprimentos de onda correspondentes ao azul-violeta e ao vermelho-laranja, e os carotenos absorvem radiações com comprimentos de onda correspondentes ao violeta-azul. Foi feita uma experiência por Engelmann (1882) que permitiu verificar estes factos. A experiência consistiu em iluminar um filamento de espirogira (alga), colocada numa solução com bactérias aeróbias – utilizam o oxigénio na respiração -, colocar um prisma ótico no microscópio para decompor a luz solar e, assim poder ver as colorações do espectro visível. Algum tempo após a incidência de luz na espirogira naquela solução, viu que as bactérias se aglomeraram mais nas zonas vermelho-laranja e azul-violeta, o que significa que nessas regiões houve maior libertação de oxigénio e, conseqüentemente, maior atividade fotossintética. A partir desta experiência, pode concluir-se acerca da relação entre o espectro de absorção dos pigmentos fotossintéticos e o espectro de ação da fotossíntese, sendo estes os responsáveis pela absorção da radiação usada no processo fotossintético (Silva, A. <i>et al</i>, 2011; Matias & Martins, 2007).</p> <p>Foi a partir da década de 30, essencialmente, que se começaram a compreender os mecanismos envolvidos no processo fotossintético. Várias foram as experiências que se destacaram para a contribuição desta compreensão: a experiência de Van Niel com bactérias sulfurosas, a experiência de Rubem e Hamen com algas, a experiência de Gaffron e colaboradores com algas, e a experiência de Calvin e colaboradores também com algas. Com estas experiências foi possível concluir que os organismos autotróficos produzem oxigénio, proveniente da água, quando expostos à luz e captam CO₂ que intervém na produção de compostos orgânicos (Silva, A. <i>et al</i>, 2011; Matias & Martins, 2007).</p>
<p><u>Avaliação</u></p>		

<u>Aula 6 - Mecanismos da fotossíntese</u>	90 min	16 de Março de 2012	Flávia Abreu
<p style="text-align: center;"><u>Conteúdos</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Fase da fotossíntese dependente da luz – fotoquímica • Fase da fotossíntese não dependente diretamente da luz – química (Ciclo de Calvin - fixação do CO₂) 	<p style="text-align: center;"><u>Nível de formulação de partida</u></p>	<p style="text-align: center;"><u>Conceções alternativas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Segundo Giordan (1988): <ul style="list-style-type: none"> - “a planta alimenta-se da terra, de onde absorve matéria orgânica” - “no outono, as folhas caem e a matéria orgânica passa para o solo e é absorvida pela planta • Segundo Melillán <i>et al</i> (2006): <ul style="list-style-type: none"> - os alunos desconhecem onde está contida a energia resultante da fotossíntese - em poucos casos se mencionam a produção de glúcidos • Formas de deteção das ideias prévias <ul style="list-style-type: none"> Questionário de conhecimentos sobre a unidade (Anexo 2) • Ideias prévias detetadas <ul style="list-style-type: none"> (ver subsecção 3.3.) 	

<u>Objetivos obstáculo</u>	<u>Estratégias de mudança</u>	<u>Nível de formulação desejado</u>
<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecer a fotossíntese como um dos processos de obtenção de matéria orgânica pelos seres autotróficos • Compreender que a fotossíntese envolve duas etapas interdependentes • Compreender como se processa cada etapa da fotossíntese • Compreender a importância de cada composto/molécula interveniente no processo fotossintético de cada fase • Compreender como se mobiliza a energia durante o processo fotossintético 	<ul style="list-style-type: none"> • Clarificar os conteúdos que vão ser lecionados, resumindo-os num sumário, e relacionando-os com a matéria lecionada na aula anterior • Conclusão do exercício de inquérito (ponto 4 e 5) (PowerPoint nº 6 - anexo em cd) (25 min) • Realização de um teste de atenção/concentração (5 min) • Discussão, em turma sobre o processo fotossintético, através da exploração de esquemas conceituais e imagens (PowerPoint nº 6 - anexo em cd) (40 min) • Elaboração de um esquema no quadro da sala de aula sobre o processo fotossintético, com explicação sequencial de cada etapa e legenda dos principais intervenientes (15 min) • Reprodução de um clip de vídeo que sumarie o processo fotossintético (http://www.youtube.com/watch?v=mYbMPwmwx88&feature=related) (5 min) 	<p>A fotossíntese ocorre em duas etapas sucessivas e complementares: a fase fotoquímica e a fase química.</p> <p>Na fase fotoquímica, quando as moléculas de clorofila são atingidas pela luz, a energia luminosa é absorvida por estes pigmentos fotossintéticos, que se encontram na membrana dos tilacóides. Com esta energia iniciam-se as primeiras reacções, gerando-se uma corrente de electrões que se propaga ao longo de uma série de proteínas dispostas ao longo da membrana interna dos cloroplastos. Este fluxo de electrões liberta energia usada para formar ATP, a partir de moléculas de ADP e um fosfato - fosforilação. é, desta forma, que ocorre transformação de energia luminosa em energia química. Este fluxo de electrões permite, ainda, formar moléculas de NADPH (por redução de NADP-), fundamentais para a formação de compostos orgânicos, tal como o ATP. A água, captada do meio, é oxidada por ação da luz - fotólise -, resultando electrões - hidrogénios e oxigénios -, que repõem os electrões perdidos pela clorofila (Silva, A. <i>et al</i>, 2011; Matias & Martins, 2007).</p> <p>A fase química ocorre no estroma dos cloroplastos, a qual tem o nome particular de Ciclo de Calvin, em homenagem ao cientista que descobriu como se processa a fotossíntese depois da transformação da energia luminosa em energia química, como se formam os compostos orgânicos. Esta fase corresponde, essencialmente à fixação do CO₂: o CO₂, captado do meio, reage com uma pentose (glicido formados por cinco átomos de carbonos) - RuDP -, resultando uma molécula instável de seis carbonos. Este composto origina duas moléculas com três átomos de carbono - fosfoglicerato (PGA). Cada uma destas moléculas é fosforilada pelo ATP e, depois, é reduzida por hidrogénios provenientes das moléculas de NADPH, formando aldeído fosfoglicérico (PGAL). A maior parte das moléculas de PGAL formadas são usadas para regenerar a RuDP, sendo que uma pequena minoria é usada para sintetizar compostos orgânicos, numa proporção de 10 para 2, respetivamente, por cada 12 moléculas de PGAL formadas. Por este motivo, é necessário que o ciclo ocorra seis vezes para que se possa formar uma molécula de glicose (Silva, A. <i>et al</i>, 2011; Matias & Martins, 2007).</p> <p>O PGAL pode ser convertido noutros compostos orgânicos como os lípidos (glicerol e ácidos gordos) ou os prótidos (aminoácidos), para além de ser usado na síntese de glicídios (como a glicose e a frutose) (Matias & Martins, 2007).</p>
<p style="text-align: center;"><u>Avaliação</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Exercício de inquérito 		

ANEXO 10

<p>Aula 7 – Quimiossíntese e obtenção de matéria pelos organismos hétero e autotróficos</p>	<p>90 min</p>	<p>16 de Março de 2012</p>	<p>Flávia Abreu</p>
<p><u>Conteúdos</u></p> <p>2.3. Quimiossíntese</p> <p>2.3.1. Mecanismo da quimiossíntese</p> <p>2.3.2. Organismos que realizam quimiossíntese</p>	<p><u>Nível de formulação de partida</u></p>	<p><u>Conceções alternativas</u></p>	<p><u>Objetivos obstáculo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Reconhecer a quimiossíntese como processo de obtenção de matéria de alguns seres autotróficos • Compreender como se processa a quimiossíntese • Compreender o que distingue a fotossíntese da quimiossíntese • Compreender quais os mecanismos que garantem a obtenção de matéria pelos seres vivos
<p><u>Estratégias de mudança</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Clarificar os conteúdos que vão ser lecionados, resumindo-os num sumário, e relacionando-os com a matéria lecionada na aula anterior • Discussão, em turma sobre o processo quimiossintético, através da exploração de esquemas conceituais e imagens, comparando-o com o processo fotossintético (PowerPoint nº 7 - anexo em cd) (30 min) • Divisão da turma em grupos de 5/6 elementos • Realização de jogo (concurso de equipas) com perguntas direcionadas a cada grupo alternadamente sobre os conteúdos estudados na unidade de ensino “Obtenção de matéria – heterotrofia e autotrofia” (anexo em cd) (45 min) 	<p><u>Nível de formulação desejado</u></p> <p>A quimiossíntese trata-se de uma das formas de obtenção de matéria pelos organismos autotróficos – quimioautotróficos – como é o caso de algumas bactérias. Estes organismos são capazes de reduzir o CO₂ sem o uso de energia luminosa e usando como fonte de electrões o sulfureto de hidrogénio, o dióxido de carbono ou o amoníaco, por exemplo, em vez da água, como na fotossíntese (Silva, A. <i>et al</i>, 2011).</p> <p>Tal como na fotossíntese, a quimiossíntese também ocorre em duas fases. Na primeira ocorrem reacções de oxirredução que estão na origem da formação de moléculas de NADPH e ATP. Nesta ocorre a oxidação de compostos como o amoníaco, ou o sulfureto de hidrogénio ou o dióxido de carbono, que origina prótons e electrões, que são transportados ao longo de uma cadeia, mobilizando energia para se produzir ATP e reduzir o NADP⁺ a NADPH. Na segunda fase ocorre o ciclo das pentoses, tal como na fotossíntese: os compostos orgânicos são produzidos a partir do dióxido de carbono captado do meio exterior, do poder redutor do NADPH e da energia contida no ATP (gerado na primeira fase), isto é, o ATP constitui o substrato inicial para oxidação que origina os electrões e prótons necessários para a redução de moléculas de NADP⁺ (Silva, A. <i>et al</i>, 2011; Matias, O. & Martins, P., 2007).</p>	<p><u>Avaliação</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Jogo, em grupos, de perguntas sobre os conteúdos estudados na unidade de ensino “Obtenção de matéria – heterotrofia e autotrofia” 	