



Universidade do Minho
Instituto de Educação

Ana Sofia Lima Gonçalves

A Aprendizagem Baseada em Investigação na disciplina de Biologia e Geologia: um estudo realizado com alunos do 10º ano de escolaridade, na subunidade "Obtenção de matéria pelos seres autotróficos"



Universidade do Minho
Instituto de Educação

Ana Sofia Lima Gonçalves

A Aprendizagem Baseada em Investigação na disciplina de Biologia e Geologia: um estudo realizado com alunos do 10º ano de escolaridade, na subunidade "Obtenção de matéria pelos seres autotróficos"

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

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor José Alberto Gomes Precioso

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

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

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

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



Atribuição-NãoComercial-Compartilhalgual

CC BY-NC-SA

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor José Precioso, supervisor deste estudo, pelo acompanhamento dado, pelo cuidado, pela dedicação, pela paciência, pelos valiosos ensinamentos e pela valorização das minhas ideias ao longo da intervenção e escrita deste relatório.

À Professora Margarida Faria pelo carinho, pela dedicação ilimitada e por ser a minha fonte de inspiração na escola. A partilha de conhecimentos e a disponibilidade foram pontos marcantes deste caminho. Grata pela professora em que me ajudou a tornar.

À minha Mãe pela preocupação constante, por me ouvir nos dias em que chegava mais desanimada, por me incentivar e por ser um exemplo de força, luta e persistência. Obrigada pelo carinho e por todo o orgulho que tens em mim.

Ao meu Pai, que tanto fez para que eu não desistisse deste sonho, que mostra diariamente que com esforço e dedicação podemos alcançar tudo o que queremos. Obrigada por me ajudares a ser a pessoa em que me transformei.

À minha Irmã, minha grande cúmplice, por cobrir as minhas ausências e por estar sempre ao meu lado. Agradeço a sinceridade, paciência, amizade e todos os momentos de leveza que me proporcionou para aliviar os piores momentos. Obrigada por estares sempre presente e me ajures a chegar tão longe.

Ao meu Irmão, outro cúmplice, que à sua maneira foi colaborando para eu nunca desanimar, que nem o Marão veio abalar a sua presença e amizade. Obrigada por me perguntares vezes sem conta se já vou para a tua beira e pelos abraços tão fortes.

À Glenda, por ser minha colega de estágio, sem dúvida a parceira ideal. Vivi os melhores e piores momentos destes anos com ela. Obrigada por me ajudares a superar a mim mesma. À Tânia, pela amizade que criei com ela, pelos nossos almoços e por ver sempre o lado positivo das situações. À Cátia, pelo exemplo de trabalho, pela partilha de conteúdos e pela dedicação a tudo quanto faz.

Aos meus alunos do Centro de Estudos que nos dias em que estava mais cansada corriam para me abraçar e falaram mais baixinho quando viam que eu tinha de escrever só um pouco mais. Obrigada, meus pequeninos.

Por último, mas não menos importante, agradeço aos alunos da minha turma de estágio. Agradeço todo o carinho, dedicação, os bons momentos me deram, a forma fácil que foi trabalhar com eles. Levo no coração marcada a minha primeira turma, aquela que me ajudou a alcançar o meu verdadeiro ser Professor e a encontrar aquela que quero ser no futuro.

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

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

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

A Aprendizagem Baseada em Investigação na disciplina de Biologia e Geologia: um estudo realizado com alunos do 10^o ano de escolaridade, na subunidade “Obtenção de matéria pelos seres autotróficos”

RESUMO

O presente estudo pretende analisar o Papel da Aprendizagem Baseada em Investigação (ABI) no ensino do tema “*Obtenção de matéria pelos seres autotróficos*”, na disciplina de Biologia e Geologia (BG), no 10^o ano do Ensino Secundário. Neste modelo de ensino, a construção do conhecimento ocorre por fases que envolvem a formulação de hipóteses, análise de dados e discussão de resultados pelos alunos, com o objetivo de resolver problemas específicos da unidade, aproximando-se do trabalho de um investigador.

Os objetivos que nortearam esta investigação são: analisar o papel da no ensino do tema “Obtenção de matéria pelos seres autotróficos”; analisar o papel da ABI na capacidade de resolução de problemas por parte dos alunos; capacitar os alunos para a resolução de problemas típicos de exame de Biologia e Geologia; e determinar fatores facilitadores e constrangimentos da ABI.

A materialização da Intervenção Pedagógica deu-se pela exploração de uma atividade de aprendizagem estruturada por tópicos. Para analisar o impacto da intervenção pedagógica nos alunos foram aplicados questionários de pré e pós teste, antes e após a intervenção pedagógica, respetivamente. Este pretendia medir as seguintes variáveis: o papel da ABI na capacidade de resolução de problemas por parte dos alunos; papel da ABI em capacitar os alunos para a resolução de problemas típicos de exame de Biologia e Geologia. Foi ainda aplicado um questionário de opinião.

Os resultados demonstram que a estratégia auxiliou à (re)construção do conhecimento substantivo dos conteúdos da unidade didática referida; ao desenvolvimento de competências transversais relacionadas com interpretação de gráficos e tabelas e formulação de hipóteses e conclusões. A perceção dos alunos permite afiançar que a ABI possibilita ao aluno interligar o conhecimento da sala de aula com o dia a dia, amplificando o seu interesse pelos conteúdos e ajudando-o na promoção do pensamento crítico.

Palavras-chave: Aprendizagem Baseada em Investigação; Biologia; Educação em Ciências.

**Inquiry-Based Learning in Biology and Geology subject: a study with 10th grade students,
in the issue "Obtaining matter by autotrophic beings".**

ABSTRACT

The present study aims to analyse the role of Inquiry-Based Learning (IBL) in the teaching of the subject "Obtaining matter by autotrophic beings", in the of Biology and Geology (BG) subject, in the 10th year of secondary education. In this teaching model, the construction of knowledge occurs in stages involving the formulation of hypotheses, data analysis and discussion of results by students, with the aim of solving specific problems of the unit, approaching the work of a researcher

The objectives that guided this research are: to analyse the role of ABI in teaching the topic "Obtaining matter by autotrophic beings"; to analyse the role of ABI in students' problem-solving skills; to enable students to solve typical Biology and Geology examination problems; and to determine facilitating and constraining factors of ABI.

The purpose of the constructed learning activity is to have efficient and considerable results, through the interaction of the students with each other and with the teacher. The construction of knowledge does not happen all at once, but by topics in which hypotheses are formulated, just like a scientist. In this type of methodology, the student's participation is the main factor, so that they search for information and use the knowledge obtained to solve everyday problems.

The pedagogical intervention was materialized through the exploration of a learning activity structured by topics. To analyse the impact of the pedagogical intervention on students, pre-teste and post-test questionnaires were applied before and after the pedagogical intervention, respectively. This aimed to measure the following variables: the role of IBL in students' problem-solving skills; the role of IBL in empowering students to solve typical Biology and Geology exam problems. An opinion questionnaire was also applied.

The results show that the strategy helped to (re)construct the substantive knowledge of the contents of the didactic unit referred; the development of soft skills related to the interpretation of graphs and tables and the formulation of hypotheses and conclusions. The students' perception allows claiming that IBL enables students to connect classroom knowledge with everyday life, increasing their interest in the contents and helping them to promote critical thinking.

Keywords: Inquiry-Based Learning, Biology, Science Education

ÍNDICE GERAL

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS	ii
AGRADECIMENTOS	iii
DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE	iv
RESUMO	v
ABSTRACT	vi
ÍNDICE GERAL	vii
ÍNDICE DE QUADROS	ix
I - APRESENTAÇÃO DO ESTUDO E ENQUADRAMENTO NO CONTEXTO DA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES	1
Introdução	1
1.1. Apresentação sumária do estudo	1
1.2. Enquadramento do estudo no Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3.º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário	2
1.3. Objetivos do estudo	4
1.4. Importância do estudo	6
1.5. Limitações do estudo	7
1.6. Estrutura do relatório	7
II - ENQUADRAMENTO TEÓRICO	9
Introdução	9
2.1. Educação em Ciências: finalidades	9
2.2. Aprendizagem Baseada em Investigação	10
2.2.1. Princípios educativos subjacentes à aprendizagem baseada em investigação	11
2.2.2. Aprendizagem baseada em investigação: contributos para a sua definição ...	12
2.2.3. Breve historial: emergência de uma abordagem educacional	14
2.2.4. Modos de operacionalização da aprendizagem baseada em investigação	17
III - METODOLOGIA DE INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA	20
Introdução	20
3.1. Caracterização da turma	20
3.2. Descrição geral da intervenção pedagógica	21
3.3. Caracterização da atividade de aprendizagem “Obtenção de matéria pelos seres autotróficos”	24
3.4. Seleção das técnicas de recolha de dados	28
3.4.1. Construção dos instrumentos de recolha de dados.....	29

3.4.1.1	Questionário de pré-teste e pós-teste	29
3.4.1.2	Questionário de opinião	35
3.5.	Procedimentos mobilizados na avaliação da intervenção pedagógica	35
IV -	AVALIAÇÃO DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA	37
	Introdução	37
4.1.	Impacte da intervenção pedagógica na (re)construção das conceções dos alunos sobre a subunidade “Obtenção de matéria pelos seres autotróficos”	37
4.2.	Impacte da intervenção pedagógica na capacidade de resolução de problemas	45
4.3.	Impacte da intervenção pedagógica na Educação em Ciências.....	49
4.4.	Valor educativo apontado pelos alunos à intervenção pedagógica	50
4.4.1.	Contributo da estratégia de ensino	50
4.4.2.	Relevância da estratégia de ensino	53
4.4.3.	Constrangimentos da estratégia de ensino	55
V -	CONCLUSÕES E SUGESTÕES	56
	Introdução	56
5.1.	Conclusões do estudo	56
5.2.	Sugestões para futuras investigações	59
5.3.	Do <i>Eu</i> pessoal ao <i>Eu</i> profissional: um processo de transformação	59
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
	ANEXOS	68
	Anexo 1: Questionário de pré-teste e pós-teste.....	69
	Anexo 2: Atividade de Aprendizagem: Obtenção de matéria pelos seres autotróficos.....	73
	Anexo 3: Questionário de Opinião	83

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1:	Estrutura do Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3º ciclo do Ensino Básico e Ensino Secundário	3
Quadro 2:	Estrutura do Estágio Profissional do Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3º Ciclo do Ensino	4
Quadro 3:	Características da turma. (n=19)	20
Quadro 4:	Estrutura global da estratégia de intervenção pedagógica	21
Quadro 5:	Distribuição dos tipos de questões no pré-teste e pós-teste	30
Quadro 6:	Distribuição das questões no pré-teste e pós-teste segundo as Dimensões do Processo Cognitivo da Taxonomia de Bloom	32
Quadro 7:	Distribuição das questões no pré-teste e pós-teste segundo as Dimensões do Processo do Conhecimento da Taxonomia de Bloom	33
Quadro 8:	Distribuição das questões no pré-teste e pós-teste segundo as Dimensões da Educação em Ciências	33
Quadro 9:	Frequência e percentagem das conceções dos alunos relativamente ao conteúdo <i>fotosíntese</i> , nos momentos antes e pós-ensino	38
Quadro 10:	Média das cotações obtidas nas diferentes questões relativas às Dimensões do Processo Cognitivo da Taxonomia de Bloom	46
Quadro 11:	Média das cotações obtidas nas diferentes questões relativas às Dimensões do Processo do Conhecimento da Taxonomia de Bloom	48
Quadro 12:	Média das cotações obtidas nas diferentes questões relativas à Educação em Ciências	49
Quadro 13:	Contributo da metodologia de ensino adotada na aprendizagem dos alunos (n=19)	51
Quadro 14:	Contributo da metodologia de ensino adotada no desenvolvimento de competências (n=19)	52
Quadro 15:	Razões apontadas pelos alunos do 10º ano para a valorização ' <i>relevante</i> ' e ' <i>relevante e limitada</i> ' e ' <i>limitada</i> ' atribuída à intervenção pedagógica (n=19)	53

I – APRESENTAÇÃO DO ESTUDO E ENQUADRAMENTO NO CONTEXTO DA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES

Introdução

O presente relatório inicia-se por este capítulo, que está focalizado na contextualização do estudo desenvolvido na Unidade Curricular *Estágio Profissional*, durante o 2º ano do Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3º ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário, na Universidade do Minho. O principal objetivo deste capítulo é desenvolver a estratégia pedagógica e o cenário educativo em que se insere. De seguida, é feito um enquadramento do Mestrado na formação inicial de professores. Posteriormente, são definidos os objetivos do estudo, onde se enquadra, os objetivos de aprendizagem, caracterização de contexto educativo, avaliação da estratégia pedagógica inerentes à implementação pedagógica. Segue-se com a importância do estudo na formação de todos aqueles que participaram ativamente na sua realização, bem como as limitações deste. Por fim, neste capítulo é ostentada uma descrição sumária do estudo, apresentando os conteúdos de cada capítulo.

1.1. Apresentação sumária do estudo

A implementação da intervenção pedagógica presente neste relatório de estágio foi desenvolvida no ano letivo 2020/2021, numa escola do 3º ciclo do Ensino Básico e do Ensino Secundário, do distrito de Braga. Foi executada numa turma com 19 alunos do 10º ano de escolaridade, na disciplina de Biologia e Geologia do Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias. A estratégia baseou-se na exploração da subunidade *Obtenção de matéria pelos seres autotróficos*, com uma duração de 11 aulas (de 45 minutos cada).

A intervenção pedagógica incidiu na exploração da Aprendizagem Baseada em Investigação (ABI) que desenvolve que a conceção de ciência deve ser vista como uma atividade continua e alterável no tempo e não como algo certo e imutável. A importância de partilhar o estudo dos processos em simultâneo com o estudo dos conteúdos; o carácter experimental e investigativo do ensino das ciências; o aluno como interveniente ativo do processo ensino-aprendizagem e preparar cidadãos capazes de perceber o passado e o presente, mas, acima de tudo, competentes para encarar o futuro (American Association for the Advancement of Science, 1993-2009). Para tal escolheu-se a unidade “*Obtenção de matéria – Obtenção de matéria pelos seres autotróficos*” e dentro deste tópico foi desenvolvido o subtema

“*Fotossíntese*”. A construção de uma escola cidadã aponta para o desenvolvimento da autonomia do aluno, tendo uma educação em Ciências, em articulação com um paradigma epistemológico-pedagógico e cariz auto-socioconstrutivista (Santos, 2014).

A estratégia pedagógica foi desenhada para ser implementada em quatro fases distintas. A primeira fase diz respeito à aplicação do pré-teste. Esta fase tem o intuito de diagnosticar os saberes prévios dos alunos, relativamente aos conteúdos da subunidade *Obtenção de matéria pelos seres autotróficos*, e medir variáveis referentes às dimensões do Conhecimento e do Processo Cognitivo da Taxonomia de Bloom, assim como às dimensões da Educação em Ciências.

A segunda fase compreende a exploração da atividade de aprendizagem “*Obtenção de matéria por seres autotróficos*”. Esta fase tem como objetivo promover a aprendizagem dos conteúdos da subunidade e desenvolver competências transversais, através de uma investigação estruturada.

A terceira fase, consiste na aplicação do questionário de pós-teste. O objetivo desta fase é avaliar o impacto da intervenção pedagógica, nomeadamente através da obtenção de saberes dos alunos sobre os conteúdos da subunidade a ser explorada.

A quarta fase, e última fase da estratégia pedagógica, foi a aplicação do questionário de opinião. Este questionário tem como objetivo de conhecer as opiniões dos alunos relativas ao impacto da estratégia de ensino implementada, de modo a identificar a relevância, os fatores facilitadores e constrangimentos associados à mesma.

A avaliação da estratégia pedagógica procurou identificar o impacto da aprendizagem baseada em investigação no desenvolvimento das aprendizagens realizadas pelos alunos no âmbito da subunidade estudada, visou ainda o desenvolvimento da capacidade de resolução de problemas e a identificação das opiniões dos alunos sobre o contributo da intervenção para o desenvolvimento de aprendizagens e competências, das representações dos alunos sobre a relevância e os constrangimentos da metodologia de ensino. Os instrumentos de avaliação da intervenção pedagógica utilizados foram as respostas dos alunos ao questionário de pré-teste e pós-teste e as respostas ao questionário de opinião, realizado no fim da intervenção pedagógica, com a finalidade de fazer uma avaliação global da estratégia pedagógica.

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

A estratégia desenvolvida ao longo deste relatório visa desenvolver nos alunos competências para aquela que é a verdadeira prova final: o exame nacional da disciplina de Biologia e Geologia, a realizar

no 11º ano de escolaridade. Esta disciplina é bienal e os alunos são sujeitos a avaliação externa no fim deste ciclo. O *Estágio Profissional* está integrado no Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia do 3º Ciclo do Ensino Básico e do Ensino Secundário, que se encontra descrito no Quadro 1.

Quadro 1: Estrutura do Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3º ciclo do Ensino Básico e Ensino Secundário

ANO	SEMESTRE 1	SEMESTRE 2
	Estágio Profissional	
	Observação de aulas e desenho de Projeto	
	Seminários de Biologia ou Geologia ³	
	Avaliação e Conceção de Materiais Didáticos de Biologia e Geologia	
2º	Inclusão e Necessidades Educativas Especiais do Domínio Cognitivo e Motor ¹	Estágio Profissional Intervenção Pedagógica ² Seminário de Biologia ou Geologia ³
	Correntes Fundamentais da Pedagogia ¹	
	Gestão da Sala de Aula ¹	
	Processos Cognitivos e Aprendizagem ¹	
	Biologia Celular e Funcional	A Escola como Organização Educativa
	Currículo e Avaliação	Metodologia do Ensino de Biologia e Geologia II
1º	Metodologia do Ensino de Biologia e Geologia I	Métodos de Cartografia Geológica
	Métodos de Investigação em Geociências	Tecnologia Educativa
	Psicologia do Desenvolvimento	Temas Avançados em Biologia

Legenda: 1) Unidades Curriculares opcionais, sendo da responsabilidade dos alunos a escolha de apenas uma; 2) Prática pedagógica desenvolvida numa escola dos ensinos Básico e/ou Secundário; 3) Módulos lecionados na universidade. No ano letivo de 2020/2021, o módulo Seminário de Geologia funcionou no 1º semestre e o módulo Seminário de Biologia decorreu no 2º semestre.

Para a frequência no Mestrado em Ensino é necessária uma habilitação de 120 de créditos, obtidos numa instituição do ensino superior nas áreas disciplinares da Biologia e Geologia, com mínimo de 50 créditos em cada uma delas. O estágio profissional é a última etapa deste ciclo de ensino e conducente ao grau de mestre. No quadro 2 é possível ver a apresentação da constituição dos módulos do respetivo estágio profissional.

Dentro da unidade curricular *Estágio Curricular* enquadram-se três áreas do saber distintas: os módulos 1.1 e 1.2 correspondem a análise do contexto em que é implementada a intervenção pedagógica; os módulos 2.1 e 2.2 destinam-se à componente científica; e o módulo 3 tem o seu enfoque na intervenção pedagógica. A realização dos módulos também se dá em locais diferentes, os módulos 1.1 e 3 têm o seu cenário na escola cooperante e os módulos 1.2, 2.1 e 2.2 na Universidade do Minho, no Instituto de Educação, com docentes das respetivas áreas do saber, (Vieira, 2019).

Quadro 2: Estrutura do Estágio Profissional do Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário.

CONTEXTO		SEMESTRE 1	SEMESTRE 2
Escola		Módulo 1.1	Módulo 3
		Observação de Práticas de Educação em Biologia e Geologia	Intervenção Pedagógica
Universidade		Módulo 1.2	Módulo 2.2
		Módulo de observação de aulas e desenho de projeto	Seminário em Biologia
		Módulo 2.1 Seminário em Geologia	

O *Estágio Profissional* privilegia a formação de professores reflexivos (Zeichner 1993; Alarcão 2013; e Vieira 2014) que fortaleçam uma ação crítica baseada em valores democráticos. A democratização da escola é a junção de professores reflexivos com estes a formar alunos autónomos (Vieira, 2010).

A formação inicial de professores é o início do desenvolvimento do professor, este deve trabalhar ao longo de toda a sua carreira para se aperfeiçoar, adquirindo novas técnicas e sendo reflexivo.

1.3. Objetivos do estudo

Segundo as aprendizagens essenciais do Ministério da Educação (2018), as finalidades do ensino da Biologia e da Geologia (BG) devem rumar a que o aluno compreenda “como os cientistas trabalham e que fatores (metodológicos, históricos e sociológicos) influenciam a construção do conhecimento científico. Neste contexto, é expectável que os alunos compreendam as metodologias de investigação utilizadas pelos cientistas, levando a cabo pesquisas em sala de aula e que desenvolvam as competências necessárias para intervir de forma fundamentada em questões de natureza técnica e científica que se colocam à sociedade, numa perspetiva de cidadania democrática.” Assim, através desta disciplina é esperado que os alunos adquiram conceitos, teorias, leis e princípios na área científica em estudo, mas também como os cientistas/ investigadores trabalham e interligam os diferentes conceitos. Portanto, é de esperar que os alunos entendam as metodologias de investigação exercitadas pelos cientistas, através de pesquisas dentro e fora da sala de aula. Assim, serão cidadãos mais justos, informados e responsáveis.

Em Portugal, os exames nacionais são usados para clarificar, certificar e ingressar no ensino superior. Na sua generalidade, os exames nacionais revelam um panorama de insucesso, com as médias dos alunos a serem demasiado baixas e as taxas de reprovação demasiado altas. A disciplina de Biologia

e Geologia (bienal) tem um exame final da disciplina, estando na lista das disciplinas com maior insucesso (Lopes & Precioso, 2018).

Segundo Lopes e Precioso (2016) o insucesso escolar na disciplina de Biologia e Geologia é demasiado alto e tem crescido consideravelmente nos últimos anos. As principais causas apontadas, por professores para este insucesso são relacionadas com as dificuldades dos alunos, nomeadamente, a falta de interesse e a comunicação oral e escrita. Como é fácil de perceber, o insucesso na disciplina leva a que os alunos tenham também elevadas taxas de insucesso nos exames nacionais.

Para o desenvolvimento e melhoria das capacidades acima descritas optou-se por usar a ABI. Este tipo de metodologia faz com que o aluno se envolva no processo investigativo e conseqüentemente melhore o processo de aprendizagem. Por esta via, os alunos percebem o processo pelo qual os cientistas desenvolveram o seu pensamento, fazendo deste método um processo dinâmico. As aulas de ciências, servem para os alunos desenvolverem o saber científico aliando a isto as capacidades investigativas. Isto leva a que aprendam a: identificar problemas, formular questões, criar e realizar experiências, comunicar, argumentar e usar modelos explicativos (Moutinho et al, 2014). Toda a unidade foi desenvolvida segundo este método, assim o principal recurso a ser usado na implementação deste trabalho são os pontos investigativos desenhados para este fim.

Por conseguinte, os objetivos desta investigação são os abaixo apresentados:

- Analisar o papel da Aprendizagem Baseada em Investigação (ABI) no ensino do tema “Obtenção de matéria pelos seres autotróficos”, na disciplina de Biologia e Geologia no 10º ano de escolaridade do Ensino Secundário;
- Analisar o papel da ABI na capacidade de resolução de problemas por parte dos alunos;
- Capacitar os alunos para a resolução de problemas típicos do exame nacional de Biologia e Geologia;
- Determinar fatores facilitadores e constrangimentos da ABI.

Toda a intervenção pedagógica foi desenhada tendo como base as Aprendizagens Essenciais (Ministério da Educação, 2018) e o perfil do aluno à saída da escolaridade obrigatória (Martins et al, 2017). Esta prevê que o aluno seja capaz de pensar de forma crítica e autonomamente e ainda capaz de avaliar e selecionar a informação, formulando hipóteses, podendo tomar decisões fundamentadas no seu dia a dia (Martins et al, 2017). Assim, a ABI ajuda o aluno a alcançar as competências de conhecimento, capacidades e atitudes previstas à saída do Ensino Secundário. Por conseguinte, esta subunidade tem por base os seguintes objetivos:

- Conhecer processos de obtenção de matéria pelos seres autotróficos;
- Compreender os mecanismos inerentes aos processos de fotossíntese;
- Compreender a fotossíntese como processo de transformação de energia luminosa em energia química, que necessita da presença de pigmentos de captação de luz;
- Identificar o cloroplasto como o organito no qual ocorre a fotossíntese.

O uso da ABI faz com que a prática letiva dentro da sala de aula funcione de forma muito diferente do método expositivo, que muitas vezes acaba por ser monótono e fastidioso para o aluno. Aqui a explanação da matéria parte do conhecimento dos alunos e da forma de pensar do cientista. Sendo que a disciplina de Biologia e Geologia é alvo de avaliação externa, o exame nacional, e este envolve a resolução de problemas, esta prática é uma mais-valia tanto para os alunos como para a minha prática letiva futura.

1.4. Importância do estudo

Distintas investigações publicadas mostram fortes confirmações da eficiência do ensino por investigação quer com alunos, quer com professores em diferentes perspetivas. Podem-se destacar alguns exemplos: aprendizagem de conteúdos conceituais (Azevedo, 2013; Lima, David e Magalhães, 2008; Minner, Levy & Century, 2010); argumentação (Colombo Junior et al. 2012); atitudes relacionadas à Ciência (Hofstein e Lunetta, 2004) e aprendizagem de professores e alunos (Lamonato e Passos, 2012), entre outros.

No que diz respeito às potencialidades da implementação de atividades de investigação, existem referências quanto ao seu papel para explorar conceções prévias dos alunos (Gabini e Diniz, 2012); motivar o aluno a aprender por si (Benetti e Ramos, 2013; Gabini e Diniz, 2012; Zômpero, Figueiredo e Mello, 2013); realizar um trabalho colaborativo ou em grupo (Azevedo, 2008); observar fenómenos, formular hipóteses, manusear dados, resolver problemas via experimentação e tomar consciência do que foi realizado (Azevedo, 2008; Carvalho, 1997; Gabini e Diniz, 2012); desenvolver habilidades procedimentais (Azevedo, 2008); resolver problemas ligados ao conhecimento físico (Azevedo, 2013); entre outras.

1.5. Limitações do estudo

As limitações do presente estudo prendem-se fundamentalmente com os novos tempos que se vivem: a pandemia de Covid-19. O plano traçado inicialmente previa que a prática letiva fosse implementada na sala de aula, contudo, esta teve de ser feita no ensino à distância com todas as desvantagens e desgaste que este tipo de ensino acarreta. Assim, apesar de a abordagem ser a mesma o número de aulas teve de ser ajustado à nova realidade.

Outra limitação sentida ao longo deste percurso foi a falta de propostas recentes desta abordagem, nomeadamente nos manuais escolares que se encontram de acordo com a atual reforma escolar. Ou seja, apesar de haver uma tentativa ao longo da história para que fosse diferente, os manuais ainda estão muito presos ao ensino expositivo e tradicional. Paralelamente a isto, os alunos não se encontravam familiarizados com este tipo de metodologia, o que levou mais tempo para que entrassem no ritmo das atividades.

1.6. Estrutura do relatório

O presente documento está organizado em cinco capítulos. Todos estes capítulos são iniciados por uma introdução, que tem como objetivo indicar sumariamente os assuntos abordados, constituindo, deste modo, uma orientação na sua leitura.

O Capítulo I – *Apresentação do estudo e enquadramento no contexto da formação inicial de professores* – está focalizado na apresentação breve do estudo, o enquadramento deste no Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário da Universidade do Minho, a explanação dos objetivos de investigação, a importância do estudo e as suas principais limitações detetadas, bem como a indicação da estrutura do presente relatório.

O Capítulo II – *Enquadramento teórico* – focaliza-se na apresentação dos princípios educativos orientadores da Intervenção Pedagógica e numa breve revisão sobre conceções existentes da Aprendizagem Baseada em Investigação, onde é feita a contextualização histórica, seguida da conceptualização e das diferentes abordagens desta estratégia.

O capítulo III – *Metodologia de intervenção pedagógica* – incide na caracterização da intervenção pedagógica e caracterização da atividade de aprendizagem: Aprendizagem Baseada em Investigação sobre Obtenção de matéria pelos seres autotróficos. É ainda possível ler qual foi a técnica para a recolha

de dados, particularmente da construção do questionário de pré e pós-teste e do questionário de opinião, bem como a descrição das técnicas de tratamento de dados.

O capítulo IV – *Avaliação da Intervenção Pedagógica* – apresenta a análise dos dados recolhidos durante a intervenção pedagógica, de acordo com os objetivos estipulados que permitem identificar o impacto educativo da intervenção pedagógica, no que refere aos saberes dos alunos ao Processo Cognitivo e Processo do Conhecimento e à Educação em Ciências, e a análise das representações dos alunos sobre o valor educativo da metodologia implementada.

O capítulo V – *Conclusões e sugestões* – apresenta as principais conclusões e implicações do presente estudo, sugestões para futuras investigações e uma reflexão sobre a transformação de um *Eu* Pessoal num *Eu* Profissional.

O relatório é terminado com a listagem das referências bibliográficas e dos anexos considerados mais relevantes para uma compreensão mais significativa do estudo desenvolvido.

II – ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Introdução

O segundo capítulo destina-se à revisão bibliográfica sobre o tema em estudo. A primeira secção trata a relação entre a disciplina de Biologia e Geologia e os fundamentos da Educação em Ciências. A segunda secção apresenta a Aprendizagem Baseada em Investigação, abordando a sua definição e características.

2.1. Educação em Ciências: finalidades

A educação em ciências é vista pela atual sociedade como um importante elo de ligação entre o conhecimento e o recurso a metodologias de ensino-aprendizagem que promovam competências, como a resolução de problemas (Vasconcelos, 2012; Vasconcelos & Almeida 2012). O Currículo Português de Ciências segue normas europeias e valoriza abordagens de cariz investigativo, identificando que este tipo de envolvimento promove no aluno a construção do conhecimento pessoal significativo e a interação social (Freire, et al., 2013).

Presentemente, os estudos revelam que a aprendizagem baseada em investigação é substancial na educação em ciências, promovendo nos alunos o conhecimento científico, como fazer ciência e na natureza da ciência (Sadeh & Zion, 2009).

A Educação do Ensino das Ciências não é só formar alunos numa área específica do saber. Para esta é também imprescindível a formação de cidadãos cientificamente cultos, e da promoção do desenvolvimento pessoal dos mesmos, como participantes informados e conscientes na sociedade atual (Cachapuz, Praia & Jorge, 2002). Quando se afirma que são “cientificamente cultos” é concordante com o defendido por Hodson (1993), pois este patenteia-nos com um conceito multidimensional que envolve as dimensões da Educação em Ciências (Cachapuz, Praia & Jorge, 2002). Para este autor, a educação em Ciências deve permitir aos alunos:

- Aprender ciência: obter e fortalecer conhecimento científico teórico e conceptual, pondo à prova as ideias que já possuem, reformulando-as, se necessário, e acrescentando as ideias cientificamente aceites (Hodson, 2003, 2006, 2014)
- Aprender a fazer ciência: adquirir e trabalhar competências científicas para a resolução de problemas (Hodson, 2003, 2006, 2014);

- Aprender acerca da ciência: desenvolver a compreensão da natureza da ciência e dos seus métodos, compreender a construção do conhecimento científico, do trabalho dos cientistas, e compreender a relação entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (Hodson, 2003, 2006, 2014).

As finalidades da educação em ciência têm sido largamente discutidas. Tal como o proposto por Hodson, Harlen (2010) e Millar (2002) deram significantes contributos, reconhecendo que a educação em ciências é importante para a formação de cada sujeito e para a sociedade.

A disciplina de Biologia e Geologia adota um papel de valor decisivo para o desenvolvimento de pessoas ativas e responsáveis, face à necessidade de compreender problemas e decidir sobre assuntos que atingem as sociedades e os subsistemas do planeta Terra (Ministério da Educação, 2018). É urgente que todos os alunos vão para além de aprender conceitos, teorias, leis e princípios das áreas científicas. É imprescindível que saibam englobar a compreensão de como os cientistas trabalham e os fatores que atingem a construção do conhecimento científico. O Ministério da Educação (2018), escreve no documento que regula as Aprendizagens Essenciais da disciplina, que os alunos devem conhecer metodologias de investigação utilizadas pelos cientistas e desenvolver competências necessárias para uma intervenção democrática e fundamentada nas questões técnicas e científicas que surgem na sociedade.

Segundo a opinião de Gutiérrez (1986), o interesse escolar dos alunos é, atualmente, uma área de investigação, que deverá possibilitar explicar, prever e orientar o sucesso escolar do aluno. Para ensinar um aluno a pensar cientificamente é fundamental que este aprenda a “*observar, descrever, comparar, analisar, discutir, teorizar, questionar, julgar, avaliar, decidir, concluir e generalizar*” (Lemke, 1997). Para Acevedo (2004) um dos objetivos da educação em ciência é aprender a sua natureza, assim o aluno será capaz de desenvolver uma melhor compreensão dos seus métodos, o que contribuirá para a consciencialização das interações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Em consequência do que foi dito anteriormente, será pelo trabalho destas dimensões que os professores conseguirão contribuir para a educação de alunos “autónomos, críticos, participativos e ativos, intervindo de forma informada e responsável na sociedade” (Lopes, 2020).

2.2. Aprendizagem Baseada em Investigação

A secção seguinte aborda os princípios educativos subjacentes à aprendizagem baseada em investigação. Em seguida, são referidos diferentes contributos, de diferentes investigadores, para a sua definição e, posteriormente, é feito um enquadramento histórico dos contributos de diferentes

investigadores para a construção desta temática. Por fim, são apresentados os modos de operacionalização da aprendizagem baseada em investigação.

2.2.1. Princípios educativos subjacentes à Aprendizagem Baseada em Investigação

Tendo sempre na memória que os tempos que se vivem são de incerteza, não posso esquecer do fio condutor e orientador do ensino que escolhi seguir nesta intervenção. Estes princípios estão intimamente ligados com a minha visão de uma Escola que visa a perspetiva socioconstrutivista da aprendizagem.

A intervenção pedagógica por mim realizada assenta na ideia de uma escola cidadã, que valoriza e cria oportunidades para a educação cidadã (Santos, 2014). Uma escola comprometida com a educação cidadã, carece a adoção, intencional e explicitamente, de estratégias para o desenvolvimento da autonomia do aluno como uma finalidade da educação e, em particular, da educação em Ciências. Isto pode ser feito em articulação com um paradigma epistemológico-pedagógico de cariz auto-socioconstrutivista, definido por Santos (2014) como a “corresponsabilização do Eu e dos outros na construção do saber, do sujeito e do cidadão”.

Os princípios implícitos ao desenvolvimento da autonomia dos alunos e da competência de aprender a aprender conjugados com as perspetivas epistemológicas denominadas de socioconstrutivismo e de construtivismo crítico são assumidos como os alicerces essenciais para a estruturação do ensino e da aprendizagem das Ciências (Soares & Coelho da Silva, 2014).

Deste modo, a competência de aprendizagem (Jiménez Raya, Lamb & Vieira, 2007) ou competência de aprender a aprender (Martín & Moreno, 2009) é indicada como uma subcompetência da autonomia do aluno assim como a competência para a automotivação e a competência para pensar criticamente. A competência de aprender a aprender abrange elementos de cariz cognitivo, afetivo e social (Martín & Moreno, 2009).

Tendo em conta todos os aspetos mencionados, e para que sejam desenvolvidas competências científicas através da intervenção pedagógica, é proposta uma atividade de aprendizagem baseada em investigação. Através desta, os alunos devem conseguir tornar-se mais críticos, perante a resolução de problemas, tendo a capacidade de levantar hipóteses e fazer a análise de dados procedentes da sua realidade.

2.2.2. Aprendizagem Baseada em Investigação: contributos para a sua definição

O plano de instrumentalizar atividades de carácter investigativo dentro da sala de aula, utilizada hoje é, em muitos aspetos, análoga à sugestão de Dewey. Nesta, o professor emprega condutas investigativas equivalentes aos utilizados por cientistas, dos quais fazem parte atividades práticas para deslindar situações-problema consideráveis do quotidiano do aluno (Rodríguez e León, 1995).

No que diz respeito aos fundamentos teóricos que caracterizam esta abordagem, é importante salvaguardar que não existe uma definição utilizada universalmente para a caracterizar. No entanto, identifica-se na literatura internacional trabalhos que utilizam pressupostos da ABI utilizando diversos termos, tais como: os termos em espanhol *Enseñanza por Investigación* (Gómez-Martínez, Carvalho e Sasseron, 2015; Rodríguez e León, 1995) e *Aprendizaje or Enseñanza por indagación* (Godoy, Segra e Mauro, 2014; Torres Sala, 2010); os termos em inglês *Inquiry* (Anderson, 2002), *Inquiry-Based Science Education* (Abd-El-Khalick et al., 2004), *Inquiry Based Problem, Inquiry Based Learning* (Bayram, Oskay, Erdem, Özgür e Sen, 2013) ou *Inquiry-based instruction* (Valoo, Perumal e Vikneswary, 2013).

No que toca às investigações científicas nacionais, os termos mais comumente utilizados são: *aprendizagem baseada em investigação, ensino de ciências por investigação, ensino por descoberta, ensino e aprendizagem como investigação ou atividades investigativas* (Zompero e Laburú, 2011). Existe alguns trabalhos no âmbito desta abordagem internacionalmente (Abd-El-Khalick et al, 2004; Bybee, 2000; Carvalho e Gil-Peréz, 1993; Carvalho, 2013; Colombo Junior, Lourenço, Sasseron e Carvalho, 2012; Gouw, Franzolin e Fejes, 2013; Munford e Lima, 2007; Minstrell e Van Zee, 2000; Wheeler, 2000; entre outros). Para esta intervenção pedagógica optou-se por usar a designação Aprendizagem Baseada em Investigação (ABI). De entre todas, acredito ser aquela que melhor se identifica com o método onde o aluno está no centro do processo de ensino-aprendizagem, baseando-se em atividades investigativas realizadas por cientistas.

A ABI pode ser enquadrada numa perspetiva construtivista, contudo desaproxima-se desta em termos de construção orientada e estruturada do conhecimento (Dewey, 1997; Freire, 2000; Vygotsky, 1986). Desta maneira, as ideias prévias dos alunos, assim como as suas experiências, afetam o progresso da sua aprendizagem, e, conseqüentemente, o professor deve tê-los em consideração. Sob outra perspetiva, segundo Bonwell & Eison (1991) o realce primordial deve ser dado ao desenvolvimento de habilidades conceptuais e experimentais, considerando, portanto, as conceções prévias apenas uma das variáveis no processo.

A ABI compreende um conjunto de atividades que, ao orientar os alunos, leva à sua curiosidade para resolução de problemas através de um processo investigação ativa e discussão de resultados. A materialização desta estratégia pode alterar em estrutura e profundidade, podendo ainda incluir variadas abordagens, como a integração de trabalho colaborativo, atividades na sala de aula ou extra-aula, ou até mesmo sem a orientação do professor (Freeman et al, 2014).

Ainda sobre a definição da ABI, tendo sempre em ressalva a multiplicidade de terminologias supramencionadas, não existe uma definição bem demarcada (Zompero e Laburú, 2011). No âmbito do Biological Sciences Curriculum Study (BSCS), surge o Biology Teachers' Handbook (Manual do Professor de Biologia) (Klinckman, 1976), versão portuguesa traduzida pela fundação Calouste Gulbenkian, destinado aos professores, com o objetivo de aperfeiçoar o ensino da biologia. Neste manual, o “*inquiry*” é definido como:

“Um conjunto de atividades orientadas para a solução de um número não limitado de problemas relacionados, em que o aluno tem como principal finalidade uma atividade produtiva que leva ao aumento da sua capacidade de compreensão e de aplicação dos conhecimentos adquiridos” (p. 29).

Segundo Abd-El-Khalick et al (2004) a ABI é um método de ensino que pretende ajudar o aluno a compreender a Ciência, apreender os conteúdos criados e a essência do conhecimento científico. Com este tipo de abordagem é possível levar os alunos a desenvolver competências científicas, como por exemplo a identificação de problemas e a formulação de hipóteses. Estes autores certificam que esta metodologia é aplicada em vários países, ainda que sejam utilizados diferentes significados.

Bybee (2000) acredita que este tipo de abordagem cria oportunidades para proporcionar condições que desenvolvem a compreensão sobre a Ciência, e para harmonizar a aprendizagem significativa dos conteúdos científicos. Na ótica deste autor, o professor pode atuar em diferentes modalidades didáticas, nomeadamente: atividades práticas investigativas; estudos do meio; jogos; entre outras.

Na visão de Carvalho (2013) esta estratégia deverá funcionar como uma estratégia subsequente das aulas, que usualmente se inicia com a apresentação de um problema envolvendo um tema do programa da disciplina. As atividades são definidas com base nos recursos didáticos disponíveis com o intuito de fortalecer nos estudantes:

“[...] condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciar os novos, terem ideias próprias e poder discutilas com seus colegas e com o professor passando do conhecimento espontâneo ao científico e adquirindo condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores.” (Carvalho, 2013, p. 9).

Portanto, esta pode ocorrer por interposto da exploração de problemas nas aulas de ciências. A junção de todos estes fatores permitirá que o aluno seja criativo, favorecendo a reflexão, de forma a encontrar evidências que esclareçam o problema (Machado e Sasseron, 2012).

Como já foi dito anteriormente, diferentes autores explicam a ABI, concordando em algumas ideias, particularmente a ideia de que a partir desta estratégia são intelectualizados os conhecimentos científicos. Assentando nestes referenciais teóricos, a presente intervenção pedagógica foi traçada para envolver os alunos na resolução de problemas, de maneira que os alunos construam o seu próprio conhecimento científico, desenvolvam competências transversais e conhecimentos sobre a Ciência

2.2.3. Breve historial: emergência de uma abordagem educacional

A aprendizagem baseada em investigação (ABI) tem um longo historial na educação em ciências, e devido aos seus amplos significados a implementação nem sempre foi fácil na sala de aula (Bybee, 2000). Até ao século XIX, os currículos europeus e norte-americanos eram subjugados pelo estudo da matemática e da gramática. Contudo, o ensino da ciência apareceu como uma formação importante na vida dos cidadãos. Ainda neste século, foram incluídas, nos currículos, as aulas de laboratório, que eram usadas para pequenas investigações guiadas pelo professor. Este fornecia o material a utilizar e orientava o estudo através de questões (DoBoer, 2006).

Porém, foi ainda no século XIX que pensadores como Rousseau, Pestalozzi e Froebel impulsionaram estas bases para que indagadores como Dewey, Montessori, Bruner e Piaget dessem continuidade a esses trabalhos e desenvolvessem o ensino das Ciências nos Estados Unidos. Pode-se afirmar que foi aqui que o paradigma do ensino das ciências começa realmente a mudar (Harlen, 2015). É nesta fase que as diferentes disciplinas das áreas das ciências começam a fazer parte dos diferentes currículos, nos mais variados países (Bybee & DeBoer, 1994; DeBoer, 2006; Leite, 2001).

Thomas Huxley (1825-1895), presidente da *Royal Society* e impulsionador das ideias de Darwin, foi um dos que mais contribuiu para a introdução do ensino das ciências nos currículos escolares, afirmando que haveria a oportunidade do aluno fortalecer a parte intelectual (Bybee & DeBoer, 1994; DeBoer, 2006).

Apesar das tentativas, no início do século XX, não havia ainda consenso de que forma a ciência poderia ser ensinada. Segundo Bybee (2000), o filósofo Dewey acreditava que a ciência estava a ser apresentada aos alunos como um conhecimento adquirido, imutável e que assentava apenas em leis e factos. Em falta estava o desenvolvimento do trabalho laboratorial, dado que, no futuro, fariam parte de

uma sociedade e teriam de saber questionar, observar e ter uma participação ativa na mesma (Bybee & DeBoer, 1994).

A aprendizagem baseada em investigação ganha destaque entre as décadas de 1950 e 1970 do século XX, como uma variação do ensino tradicional, que até então era marcado pela pouca ou quase inexistente interação entre o professor-aluno. Este era maioritariamente expositivo, e o seu produto final passava simplesmente pelo trabalho científico.

Por esta altura, o ensino expositivo tradicional começa a ser questionado. Segundo Pozzo (1987), quando ensinamos precocemente algo a uma criança impedimos que ela a descubra ou invente por si mesma, tendo como desfecho que não a entenda completamente. Assim, acabamos por entrar numa espiral em que fazemos o aluno acreditar que a ciência é construída por um conjunto de verdades imutáveis no tempo e, desconstruir este preconceito quando são mais velhos acarreta grande dificuldade para o professor. Aqui, o grande problema prende-se com a falta de dedicação ao processo de descoberta e investigação, ajudando o aluno a capacitar-se de que isto também faz parte do fazer ciência, levando à sua compreensão. Na realidade, no ensino expositivo e tradicional o que mais importa é o produto final da ciência. Além destes fatores, hoje ainda se pode relacionar o desenvolvimento de competências de investigação, técnicas e o desenvolvimento tecnológico que é indispensável no processo de criação de qualquer tipo de ciência.

De uma forma generalista, pode-se dizer que a aprendizagem baseada em investigação teve como base os trabalhos do filósofo de educação John Dewey. Este pensador argumentava ainda que, os resultados de aprendizagem seriam tanto melhores se os alunos tivessem a capacidade de perceber e aplicar o método científico, ao contrário de aplicarem sistematicamente a memorização de conceitos (American Association for the Advancement of Science, 1993-2017; Loucks-Horsley & Olson, 2000).

No final dos anos 50, surgem nos Estados Unidos diferentes currículos ligados às áreas das ciências, nomeadamente o *Biological Sciences Curriculum Study* (BSCS). Estes foram desenvolvidos recorrendo à colaboração de cientistas e professores. O objetivo primordial era incorporar mudanças no ensino das ciências, tendo como finalidade envolver os alunos no ensino por investigação (Lunetta, 1998). Em Portugal, na década de 60, um grupo de trabalho que estava ligado à Fundação Calouste Gulbenkian conseguiu uma revolução de paradigma no que toca ao ensino da biologia. Para tal, foi dada formação aos professores sobre este tipo de metodologia e produzidos materiais, tal como o manual de Biologia criado pelo professor Mário Freitas (1987), que ajudava na execução das aulas. Contudo, a nova reforma curricular não foi capaz de acompanhar este tipo de pensamento e alterar as características do ensino da biologia no nosso país. Em 1978, a Fundação Calouste Gulbenkian traduz uma edição de um

manual de Física, criado nos Estados Unidos. A partir deste momento foram concebidos novos materiais que visavam o enriquecimento curricular dos alunos (Valente, 1978).

Posteriormente, os programas curriculares foram submetidos a uma apreciação, devido a razões políticas e sociais, tendo demonstrado que, embora o investimento nesta área tivesse sido elevado, os professores continuavam a implementar o ensino tradicional na sala de aula. Isto levou a uma dificuldade de inovação curricular, e que se repensasse novamente o ensino das ciências (Galvão et al., 2006).

Na década de 80, houve a continuação da elaboração de currículos, mas a sociedade passou a fazer parte dessa mesma construção (Freire, 1993). Começou a existir a consciência que a ABI promovia o questionamento e o envolvimento ativo dos alunos na sala de aula, promovendo o desenvolvimento pessoal, conduzindo a uma sociedade mais democrática (DeBoer, 2006).

Na década de 90 foi criado um documento orientador, *National Science Education Standards* (NRC), onde eram explorados um conjunto de princípios, para ensinar e avaliar alunos. Além destes, era ainda possível encontrar linhas orientadoras para a formação dos professores de ciências. Neste documento, reflete-se que o ensino deveria ser mais ativo e era salientada a necessidade de valorizar as diferentes dimensões da ciência (NRC, 1996).

Atualmente, a ABI pode ser vista como uma facilitadora do processo de compreensão científica, desenvolvimento de competências e da relação com a ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (Freire, 2009). A escola tem a função de ajudar os alunos a integrarem-se na sociedade, tornando-os cidadãos mais responsáveis. A aliteracia só pode ser combatida através de práticas escolares, com ferramentas próprias que permitam aos indivíduos instrumentos suficientes para a sobrevivência em sociedade de forma responsável (Martins, 2003).

Na ótica da NRC (2000) para que o aluno seja colocado no centro do processo ensino-aprendizagem deve saber desenvolver tarefas como: (a) observar; (b) colocar questões; (c) realizar pesquisas em fontes fidedignas; (d) utilizar ferramentas para analisar e interpretar dados; (e) prever e responder a questões e, por fim, (f) ser capaz de fazer a comunicação de resultados.

Segundo Shulman e Tamir (1973), existem objetivos elementares na área das ciências-naturais que devem ser cumpridos para que os alunos se possam sentir motivados e integrados, ajudando a levar o aluno à aprendizagem através da sua própria descoberta. Alguns desses princípios são: (a) estimular, manter o interesse, satisfação, a curiosidade e o respeito pela ciência; (b) fortalecer o pensamento criativo e a habilidade de resolver problemas; (c) estimular aspetos do pensamento e do método científico (formular hipótese e fazer suposições); (d) desenvolver a compreensão conceptual e a aptidão intelectual

e (e) criar atividades de caráter prático, nomeadamente que levem ao desenho de investigações, registo de dados, análise e interpretação de resultados.

A ABI é um conjunto de técnicas e pressupostos que podem ser empregados no ensino e aprendizagem das ciências. Este método procura resultados eficientes e consideráveis na aprendizagem através da aplicação do método científico com a participação do aluno no processo de ensino-aprendizagem. Ou seja, o aluno vai participar ativamente na construção e na aquisição de novos conhecimentos (Nacional Research Council, 1996). Para tal, o professor deve recorrer ao método científico que segue alguns passos, tal como sugere o BSCS (2006): (1) formulação de problemas; (2) formulação de hipóteses; (3) planificação do estudo; (4) execução de um plano de investigação; (5) interpretação dos dados ou observações e (6) síntese dos conhecimentos adquiridos a partir da investigação.

Por outras palavras, esta metodologia solicita o aluno a redescobrir conceitos, mecanismos e fenómenos, seguindo da forma mais íntegra possível o trabalho desenvolvido pelo investigador nessa mesma descoberta. É preciso salvaguardar que, o professor, deve orientar sempre o aluno neste percurso, de forma a lembrá-lo que não deixa de ser uma simulação do que outrora já foi realizado.

2.2.4. Modos de operacionalização da Aprendizagem Baseada em Investigação

Da mesma maneira que as definições da ABI são diversas, são também diversas as estruturas e abordagens existentes na diferente literatura. Contudo, confirma-se que, quando implementados no ensino das ciências, todos são mencionados com uma mesma finalidade: proporcionar a aprendizagem significativa dos alunos enquanto realizam atividades análogas às de um cientista (American Association for the Advancement of Science, 1993-2009).

Entre os trabalhos produzidos para formular as distintas abordagens, temos, os trabalhos de Olson & Loucks-Horsley (2000), o projeto ORBIT da Universidade de *Cambridge* (ORBIT: The Open Resource Bank for Interactive Teaching, 2021), que sugerem sequências por etapas a serem atingidas. Para o trabalho desenvolvido nesta intervenção pedagógica procurou-se conhecer modelos mais simplificados, como os propostos por Colburn (2000) e por Banchi e Bell (2008).

Colburn (2000) apresenta quatro modelos de ensino por “*inquiry*”:

- “*Structured Inquiry*” (Investigação estruturada) – o aluno recebe guiões simples de experiências e responde a perguntas a partir de observações.

- “*Guided Inquiry*” (Investigação guiada) – o aluno recebe indicações para utilizar determinados materiais e recursos, após o que é-lhe permitido que realize combinações registrando observações.
- “*Open Inquiry*” (Investigação aberta) – o material é fornecido ao aluno sem guião, apenas para que faça observações.
- “*Learning Cycle*” (Aprendizagem em ciclo ou em espiral) – o aluno segue procedimentos de investigação, após o que o professor debate os resultados. O aluno tem contacto com os conteúdos durante os procedimentos, ou seja, antes de os ouvir pelo professor. Após a discussão, o aluno retorna ao laboratório para pôr em prática, num novo contexto, o que foi descoberto.

Numa outra proposta, Banchi e Bell (2008) apresentam os seguintes modelos:

- “*Confirmation Inquiry*” (Investigação por confirmação) – o aluno confirma um princípio ou conceito numa atividade, na qual os resultados são conhecidos antecipadamente.
- “*Structured Inquiry*” (Investigação estruturada) – o aluno investiga uma questão proposta pelo professor através de um guião.
- “*Guided Inquiry*” (Investigação guiada) – o aluno prepara e seleciona os procedimentos para responder à questão que lhe é proposta.
- “*Open Inquiry*” (Investigação aberta) – é a forma mais abrangente de investigação, na qual o aluno formula questões, fabrica os procedimentos para dar resposta às questões propostas e deve ser capaz de construir a comunicação dos resultados com argumentação.

Desta forma, durante o seguimento de construção da atividade de aprendizagem que concretiza a ABI na unidade escolhida nesta Intervenção Pedagógica, foram consideradas as definições da *Investigação Estruturada*, como o descrito pelos autores acima citados. Após a validação com um especialista de Educação em Ciências, foi estruturada a atividade de aprendizagem por tópicos, ao longo dos quais foram revezadas estratégias para desenvolver com os alunos a ABI. O objetivo central destas etapas propostas é despertar o interesse e a curiosidade do aluno pela ciência e promover uma aprendizagem significativa e eficaz, não centrando unicamente o papel de memorizar informações, mas assumindo um papel mais ativo.

A aprendizagem baseada em investigação tem um conjunto de finalidades que os alunos devem alcançar. De entre os diferentes autores, podem-se citar Pérez (1993) e Harlen & Aleende (2006) que afirmam que a ABI: (a) desenvolve competências de organização, interpretação de dados e de raciocínio; (b) ajuda na proposta de explicações e ajuda na previsão, com base na evidência; (c) permite que os alunos trabalhem colaborativamente, comuniquem as suas ideias e respeitem as ideias dos outros; (d) trabalha a expressão da linguagem científica adequada, na forma escrita e oral; (e) envolve os alunos em discussões públicas em defesa do seu trabalho; (f) ajuda na aplicação das aprendizagens a contextos

reais; e (g) que os alunos reflitam criticamente acerca das estratégias utilizadas e dos resultados obtidos nas suas investigações.

III – METODOLOGIA DE INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA E DE INVESTIGAÇÃO

Introdução

O presente capítulo está dividido em cinco grandes secções: a primeira encarrega-se da caracterização da turma. A segunda secção relata as fases da intervenção pedagógica. A terceira secção faz a caracterização da atividade de aprendizagem implementada. A quarta secção aborda as técnicas de seleção e recolha de dados. Por fim, na quinta secção são caracterizados os procedimentos utilizados na avaliação da intervenção pedagógica.

3.1. Caraterização da turma

A intervenção pedagógica decorreu na disciplina de Biologia e Geologia, no ano letivo de 2020/2021 numa turma de 19 alunos que se encontrava a frequentar o 10º ano de escolaridade do Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias.

Os dados seguintes foram disponibilizados pela diretora de turma, sendo mais fácil compreender as características da turma. Estes dados provêm do preenchimento de fichas socio-biográficas individuais, realizadas no início do ano letivo. O Quadro 3 apresenta a distribuição dos alunos que constituem a turma em função das características de sexo e idade.

Quadro 3: Características da turma. (n=19)

Sexo	Feminino		Masculino	
	f	%	f	%
Idade				
14 anos	3	15,8	1	5,3
15 anos	13	68,4	2	10,5
Total	16	84,2	3	15,5

A turma é formada por 19 alunos, 3 alunos (15,8%) do sexo masculino e 16 (84,2%) do sexo feminino. O grupo apresenta uma faixa etária compreendida entre os 14 e 15 anos. Todos os alunos estão a frequentar todas as disciplinas do 10º ano pela primeira vez.

Nas referidas fichas socio-biográficas todos os alunos divulgaram possuir computador e *Internet* em casa, este dado é de extrema importância para a presente intervenção pedagógica, uma vez que, devido ao atual contexto de pandemia esta realizou-se em regime *online*.

Durante as observações das aulas da professora cooperante foi possível verificar que a turma é calma, cooperante com as atividades propostas pela professora, participativa e preocupada com as

tarefas a serem cumpridas. Na globalidade, sempre se mostrou empenhada pelos diversos conteúdos e interessada nas tarefas propostas pela docente.

3.2 Descrição geral da intervenção pedagógica

A intervenção pedagógica realizada teve por base o estudo da subunidade “*Obtenção de matéria pelos seres autotróficos*”, lecionada no 10º ano de escolaridade, recorrendo à exploração da atividade de aprendizagem – *Aprendizagem Baseada em Investigação sobre obtenção de matéria pelos seres autotróficos*. A ABI é utilizada para desenvolver nos alunos competências científicas e competências transversais, como o pensamento crítico e autónomo, tornando-os capazes de formular hipóteses, avaliar informações e tomar decisões não só nesta disciplina, mas também no seu dia-a-dia. Para o efeito, a intervenção pedagógica divide-se em quatro fases distintas, mas articuladas entre si, e está esquematizada no Quadro 4, seguidas das respetivas descrições.

Quadro 4: Estrutura global da estratégia de intervenção pedagógica.

Fase	Enfoque	Aulas (45 min)
Fase 1	Aplicação do Pré-teste	1
	Atividade prática: “Observação de cloroplastos na <i>Elodea</i> ”.	
	Atividade prática: “Será que as plantas realizam fotossíntese?”	3
	Atividade prática: “Extração de pigmentos fotossintéticos”	
	Ponto 1 – A descoberta do oxigénio	
	Obtenção de matéria pelos seres autotróficos: fotossíntese	2
	Ponto 2 – De onde provém o oxigénio que respiramos?	
	Ponto 3 - Continuando na procura da proveniência do oxigénio	
	Pontos 4 e 5 - As experiências de Engelmann	2
Fase 2	Exploração da Atividade de Aprendizagem: Obtenção de matéria pelos seres autotróficos	
	Ponto 6 – Qual a relação entre os materiais utilizados na fotossíntese e os produtos resultantes?	
	Ponto 7 - Experiência de Calvin	
	Ponto 8 – Reações ao nível da membrana dos tilacoides – fase fotoquímica	3
	Ponto 9 – Fase química	
	Ponto 10 – Ciclo de Calvin	
	Ponto 11 – Como se relacionam as duas fases da fotossíntese	
Fase 3	Aplicação do Pós-teste	1
Fase 4	Aplicação do Questionário de Opinião	Extra-aula

Em virtude de a intervenção ter decorrido integralmente em regime *online*, as aulas cumpriram regras estabelecidas pela Escola Cooperante, para garantir a exequibilidade das mesmas. Desta forma, foi pedido aos alunos que mantivessem as câmaras e microfones ligados, de forma a estimular a atenção

e participação imediata, e para prevenir distrações ou conversas em salas paralelas. Os alunos acolheram o pedido sem objeções e gradualmente participavam, quer por iniciativa própria quer quando solicitados. De seguida, é feita as descrições das diferentes fases da intervenção pedagógica.

Fase 1 – Aplicação do pré-teste

O primeiro momento da intervenção pedagógica aqui descrito consistiu na aplicação do questionário de pré-teste (Anexo 1), durante uma aula de 45 minutos. Utilizou-se o *Google Forms* como ferramenta de recolha de dados.

O objetivo desta estratégia é diagnosticar os saberes prévios dos alunos relativos aos conteúdos da subunidade *Obtenção de matéria pelos seres autotróficos*. Além do mais, pretendeu-se medir variáveis relacionadas com as dimensões do Conhecimento e do Processo Cognitivo da Taxonomia de Bloom, assim como as dimensões do Ensino das Ciências.

A construção deste questionário – descrita na secção 3.2 deste capítulo - procurou seguir tipos de questões diversificados (escolha múltipla, ordenação e resposta aberta) para que a sua análise concebesse conclusões credíveis sobre os conhecimentos dos alunos, para aproximar à estrutura do exame a que os alunos serão submetidos no final do 11º ano de escolaridade.

Este formato de questionário com recurso à uma ferramenta digital, tem a vantagem de ser apelativo aos alunos e é funcional para quem analisa as respostas, uma vez que permite a organização sistemática das respostas dos alunos por questões (análise qualitativa) e o tratamento das cotações obtidas em quadros (análise quantitativa).

Fase 2 - Exploração da atividade de aprendizagem: “Obtenção de matéria pelos seres autotróficos”

A execução da Fase 2, diz respeito ao conjunto de 10 aulas de lecionação, onde a intervenção incidiu na exploração da atividade de aprendizagem: *Obtenção de matéria pelos seres autotróficos* (Anexo 2). De acordo com o Quadro 4, os pontos da ABI estão agregados de acordo com os conteúdos que exploram, ocupando entre duas a três aulas por conjunto. A atividade de aprendizagem será descrita ao pormenor na secção 3.1.3.

Esta estratégia tem como objetivo o desenvolvimento do pensamento crítico através de uma abordagem por investigação estruturada. Todos os conteúdos da subunidade foram lecionados através

da ABI. Estes iam sendo alternados entre revisões de conceitos, que eram feitas no início de cada aula e sínteses construídas nos finais da aula, muitas vezes com a colaboração dos alunos. Cada ponto analisado procurava apresentar investigações elaboradas por diferentes cientistas, propondo ao aluno que naquele momento fosse ele o investigador. O aluno teria de construir hipóteses, analisar dados, gráficos, imagens e, no fim, debater conclusões. Desta forma, o conhecimento seria construído pouco a pouco e não simplesmente exposto e memorizado.

As ferramentas utilizadas nesta estratégia foram apresentações *PowerPoint*, onde se encontravam os diferentes pontos da ABI e estava organizado de acordo com as Aprendizagens Essenciais e o Manual Escolar da disciplina. O benefício articulado ao uso desta ferramenta é o facto de o professor controlar de que forma as informações, problemas, dados e questões são fornecidos aos alunos, para fomentar o pensamento e a discussão.

Fase 3 – Aplicação do pós-teste

A estratégia associada a esta fase é a aplicação do questionário de pós-teste (Anexo 1), e a ferramenta de recolha de dados é o *Google Forms*, com recurso ao telemóvel ou computador de cada aluno. Desta maneira, o tratamento de dados torna-se eficaz, pois a extração dos dados numa folha *Excel* permite a junção quase imediata com os dados recolhidos no pré-teste.

O objetivo desta estratégia é avaliar o impacto da intervenção pedagógica, particularmente a aquisição de saberes dos alunos sobre os conteúdos da subunidade “*Obtenção de matéria pelos seres autotróficos*”. Deseja-se escutar o desenvolvimento das aprendizagens realizadas para avaliar a eficácia, adequação e exequibilidade da metodologia implementada na Intervenção pedagógica.

Fase 4 - Aplicação do questionário de opinião

Nesta fase deseja-se aplicar o questionário de avaliação da intervenção pedagógica, e a sua realização foi num momento extra-aula. Os objetivos são (a) conhecer as perceções dos alunos sobre a prática pedagógica implementada, (b) identificar que impacto a prática teve na evolução das aprendizagens efetuadas e (c) avaliar a intervenção pela identificação de vantagens e desvantagens do uso da ABI.

Pretende-se que seja um questionário curto, com perguntas claras e objetivas e que não necessite de muito tempo a ser respondido. A ferramenta utilizada para esta foi o *Google Forms*, pois possibilita

aos alunos responderem ao questionário em casa, sem utilizar os períodos letivos da disciplina, e por facilitar o tratamento dos dados.

3.3 Caracterização da atividade de aprendizagem “Obtenção de matéria pelos seres autotróficos”

A construção da ABI partiu da pesquisa bibliográfica para procura de exercícios que se aproximassem desta metodologia. Para tal, foram usados os manuais de Lima & Freitas (1987), pioneiros neste tipo de metodologia e o Manual BSCS (2006), reconhecido pelo desenvolvimento desta metodologia nos Estados Unidos da América. Já para a componente científica foram utilizados De Robertis & Hib (2012) e Raven et al (2017). Além destes, ainda me apoiei em manuais escolares, dos quais destaco o de Oliveira, Ribeiro & Silva (2007) onde é possível aceder a diversos exercícios que se aproximam da metodologia aqui tratada.

A leitura de bibliografia da especialidade serve para auxiliar a escrita da investigação. Este passo foi importante para validar o conteúdo científico, segundo o conhecimento atualmente aceite, e para a construção de novas questões. A investigação encontra-se estruturada em secções numeradas do ponto 1 ao ponto 11. Cada ponto, geralmente, inicia-se apresentando um problema/situação (na realidade de um cientista em específico).

Os textos tinham carácter científico e eram demonstradas experiências que os cientistas haviam realizado até chegar ao conhecimento atualmente aceite. Após essa leitura e interpretação do texto eram apresentadas uma série de questões às quais iam respondendo de forma aleatória, questionados pela professora estagiária, ou em pequenos grupos de trabalho. Nas aulas práticas *online* houve a oportunidade de serem divididos em salas e trabalharem em grupo. Esta alteração deu-se após a auscultação da turma relativamente à ausência de trabalhos de grupo no ensino à distância.

Antes de apresentar os pontos da investigação foi feita uma breve apresentação dos diferentes investigadores que poderiam encontrar no decorrer das aulas. Esta abertura ao tópico serviu de familiarização com a temática que, iria ser diferente daquela que estavam habituados.

Um dos marcos mais importantes da *Fotosíntese* foi a descoberta que, durante o processo fotossintético, as plantas libertavam oxigénio e consumiam dióxido de carbono. No Ponto 1 (Anexo 2) é abordada essa mesma descoberta, trazendo as investigações de Van Helmont com árvores, onde este constata que o aumento do peso das árvores dá-se não pelo consumo de solo (pois o peso deste mantém-se inalterável), mas sim pela incorporação de água. Ainda aqui, e na sucessão deste investigador,

Priestley constatou que as plantas renovavam o ar através da sua experiência com ratos fechados em campânulas. A leitura do texto foi feita pela professora estagiária, uma vez que era o primeiro tópico a ser abordado. De seguida, os alunos foram questionados se tinham percebido a informação e dado tempo para voltassem a reler. As questões foram resolvidas no grupo turma recorrendo ao debate de respostas, até que todo o grupo chegasse à resposta correta por unanimidade. De todos os pontos, pode-se considerar que este era o que recorria aos níveis mais baixos do conhecimento para ser resolvido. Com este ponto os alunos conseguiram perceber que a nova metodologia seria diferente daquela que estavam habituados até então. Foi ainda notório que o esforço para a resolução de problemas teria de passar a ser maior.

De seguida, era apresentado um pequeno texto com um leque de questões deixadas em aberto para os alunos pensarem nelas durante o tema. Este tentou incitar à curiosidade sobre a temática em estudo.

O Ponto 2 (Anexo 2) foi analisado durante uma aula prática. A importância deste tópico está na compreensão de reações químicas, na análise e interpretação de dados experimentais. Devido à dificuldade que os alunos apresentam em interpretar dados, este tipo de tarefas é de extrema importância. Este ponto trata de uma experiência feita por Van Niel onde os alunos deviam comparar as duas equações e quais os seus produtos. De seguida, Robin Hill e um colaborador efetuaram uma experiência para comprovar o facto anterior. Era feita uma pergunta, ao grupo turma, para que tirassem conclusões daquela atividade. Posteriormente, eram apresentados dados de outra experiência, no seguimento das anteriores, onde Rubem e Hamen determinavam a fonte de oxigénio produzido na fotossíntese. As questões sugeridas foram feitas com um cariz mais individual, tentando incentivar os alunos que apresentavam mais dificuldades.

O Ponto 3 (Anexo 2) tentava mostrar aos alunos que a descoberta do oxigénio não foi um processo fácil, sendo que uma das razões está na ausência de tecnologia, comparativamente aquela que conhecemos hoje. Não obstante este facto, é conveniente que percebam também que nas mais diversas áreas das ciências os cientistas repetem experiências de outros na tentativa de obter os mesmos resultados (ou não). Foi o que fizeram Rubem e Hamen ao repetirem a experiência realizada no ponto anterior. Contudo, introduziram uma variante: desta vez marcaram radioativamente com ^{18}O o CO_2 . Além de se poder constatar o referido anteriormente, finalizou-se as descobertas sobre o oxigénio. Para a análise deste ponto a turma foi dividida em grupos de trabalho aleatórios criados pelo *Zoom* (ficaram equilibrados e não houve necessidade de serem alterados) e dado tempo para responder. Em seguida,

as respostas foram corrigidas e discutidas no grupo turma. O trabalho em grupo fomenta a cooperação e ajuda mútua, promovendo o trabalho colaborativo.

Um outro conjunto de experiências de caráter relevante e muito mencionadas nos manuais escolares são as de Engelmann. Mediante isso, achei importante que dois dos pontos da ABI versassem sobre essas mesmas experiências. No Ponto 4 (Anexo 2) era apresentada uma imagem que simulava a alga verde usada pelo investigador. Esta alga foi colocada num meio que continha bactérias aeróbias móveis e iluminado com luz branca. Para a leitura deste ponto foi escolhido um aluno menos participativo, tentando que este interagisse mais com o grupo. A resolução foi feita de forma individual, e em seguida, solicitada a resposta a alguns alunos. Todas as respostas dadas foram debatidas. A variedade de estratégias utilizadas oferece aos alunos uma maior capacidade de resolução de problemas. Para a resolução, os alunos deveriam apelar a alguns conhecimentos da disciplina de Físico-Química, como “espectro de ação” e “espectro de emissão”, levando a interligação de disciplinas.

O Ponto 5 (Anexo 2) vem na continuação do anterior e carece que os alunos já tenham consolidado os conhecimentos adquiridos anteriormente. Este será o último ponto antes de entrar nas fases da fotossíntese, e funcionou também como um recordar de conceitos. Os alunos além da interpretação de um pequeno texto tinham de interpretar também uma imagem. A imagem mostrava a zona do espectro luminoso para onde se deslocavam as bactérias quando iluminadas. Voltou-se a recorrer à técnica de dividir os alunos por salas *Zoom*, nos grupos formados inicialmente. Foi dado tempo para responderem e no fim reunimos todos na sala comum e debatemos as respostas. O método funcionou, e os alunos demonstraram ter aquela parte da matéria já adquirida. Os pontos com interpretação de texto e imagem são mais demorados ao nível da análise, pois os alunos ainda não se demonstravam completamente à vontade com esta prática.

Para a introdução da fase química e fotoquímica da fotossíntese foi feita uma pequena síntese com o que se sabia até à data. Entramos assim no domínio das experiências de Calvin. No Ponto 6 (Anexo 2) é apresentado um conjunto de experiências de diferentes investigadores, em diferentes épocas, que relacionam os materiais utilizados na fotossíntese e os produtos resultantes. De entre todos os pontos da investigação apresentados, este foi aquele que os alunos sentiram mais complexidade e dificuldade em resolver. Apesar dos textos serem pequenos, afirmaram que as experiências eram de difícil compreensão, nomeadamente a de Calvin, que teve de ser lida e explicada diversas vezes antes de passar ao debate das questões. Após todos os alunos afirmarem que se podia avançar, partiu-se para a exploração das questões. Como os textos já tinham sido muito debatidos, deixei que fossem eles a decidir quem responderia, debatendo na mesma as suas respostas. Ainda que a análise tenha sido demorada

penso que foi extremamente enriquecedora para os alunos, na medida em que perceberam que tipo de problemas podem aparecer no exame nacional.

No Ponto 7 (Anexo 2) é exposta uma pequena experiência em que se colocam algas num recipiente fechado e iluminado (com água e nutrientes) e se introduz dióxido de carbono radioativo. Passado um dado tempo as algas são mortas e quando analisado o seu conteúdo são encontrados hidratos de carbono com isótopos de carbono radioativo. Nesta fase, existe um conjunto de alunos que ainda tem dificuldade de interpretar experiências que envolvem isótopos radioativos. Isto está ligado à pouca prática que os alunos têm na interpretação e análise de dados. Este exercício pedia que formulassem uma conclusão do estudo, contribuindo assim para a prática de resolução de problemas. A segunda questão pedia um ensaio controlo desta experiência: o controlo de variáveis, variáveis e invariáveis, na área das ciências promove uma boa resolução de problemas.

Antes do início ao Ponto 8 (Anexo 2) fiz uma pequena abordagem ao Fotossistema I e II e ao seu aparecimento. Desta vez, não existia qualquer tipo de introdução teórica, era só pedido que analisassem uma imagem e respondessem às questões. A figura relacionava o fotossistema I e II com as suas diferentes reações. Este ponto dependia unicamente da interpretação da imagem para a sua resolução. Como foi a primeira vez que tivemos uma abordagem deste género (em que a fonte de informação é só uma imagem) voltou a gerar-se alguma confusão no estudo. O hábito que vinha do ciclo anterior era encontrar um local para começar e acabar todo aquele processo, agora é preciso relacionar que tudo ocorre ao mesmo tempo e que não é necessário começar especificamente num local. Com este exercício foi possível desenvolver algumas conceções prévias existentes e fazer nova construção do saber.

Por outro lado, também me parece relevante salientar pontos da investigação que possuam esquemas para interpretação, uma vez que a disciplina é alvo de exame externo no fim do 11º ano. É assim importante a aplicação de estratégias que desenvolvam estas capacidades nos alunos. Como tal, o Ponto 9 (Anexo 2) ajuda os alunos nesse nível cognitivo com a leitura do Ciclo de Calvin. Para responder às questões propostas, foi pedido aos alunos que analisassem, durante alguns minutos, o diagrama individualmente, seguindo-se uma discussão no grupo turma, esclarecendo todas as dúvidas existentes. Após a análise, a leitura das questões foi feita para o grupo turma, não sendo direcionadas para nenhum aluno em particular, quando solicitada a resposta escolhia-se um aluno, sendo debatidas as suas ideias com a turma.

No Ponto 10 (Anexo 2), era apresentado novamente o Ciclo de Calvin, mas numa abordagem diferente. Abordagens diferentes do mesmo cenário possibilita ao aluno uma argumentação mais forte sobre aquele tema. Neste ponto, o estudo do ciclo já foi mais fácil para os alunos que tinham mostrado

maiores dificuldades anteriormente. Isto significa, que se o aluno for estimulado à resolução de problemas, com o treino, prática e técnica vai adquirir as capacidades e técnicas necessárias.

Por fim, no Ponto 11 (Anexo 2) é estabelecida a relação existente entre as duas fases da fotossíntese. Novamente, através da análise de um esquema os alunos devem conseguir responder a um conjunto de perguntas. Os alunos foram divididos em salas *Zoom* nos grupos feitos anteriormente e procedeu-se à resolução do exercício. Debaterem-se as respostas de cada pequeno grupo no grupo turma até todos chegarmos a um consenso de resposta. Este ponto final serviu também de síntese nesta segunda parte da abordagem da fotossíntese. Este exercício permitiu desenvolver a compreensão conceptual e a aptidão intelectual, bem como a análise e interpretação de resultados.

3.4. Seleção das técnicas de recolha de dados

Levando em consideração os objetivos que esta intervenção pedagógica se propôs alcançar, das diferentes técnicas de recolha de dados existentes foram selecionadas, para esta investigação, as que potenciavam a possibilidade de realizar uma boa avaliação dos seus resultados (Coutinho, 2019). Assim sendo, optou-se por criar um questionário de pré e pós teste (iguais) e um questionário de opinião.

Este tipo de questionário é útil quando é necessário obter informações diretas dos inquiridos, para que sejam traduzidos em dados passíveis de serem analisados (Sousa, 2005). São amplamente empregues na investigação em educação para recolha de dados de fenómenos observáveis, assim como para dados que não são diretamente observáveis, como opiniões, valores ou interesses (Gall et al, 2003).

As características dos questionários permitem-nos identificar benefícios associados, como por exemplo: (a) não requer a comunicação oral entre inquiridor e inquiridos, sendo que os dados podem ser fornecidos de forma anónima (Gómez et al, 1996), nem a presença de espaços físicos para a realização dos mesmos; (b) proporciona aos inquiridos mais tempo para refletir e responder (McMillan & Schumacher, 2010); (c) por possuir questões padronizadas, facilita o levantamento das ideias e a sua comparação.

Tal como todas as técnicas também esta não apresenta só vantagens, revelando alguns aspetos limitantes. Neste tipo de questionário os alunos não são obrigados a responder a todas as questões, ficando sempre alguma dúvida se não respondeu porque não sabia ou outra razão, nomeadamente não ter sido capaz de interpretar a informação. Um outro problema prende-se com a padronização de perguntas que não permite observar opiniões significativas dos inquiridos, pela dificuldade em

estabelecer uma relação entre o inquirido e o inquiridor (Gómez et al, 1996). Por último, pode existir dificuldades de subjetividade na interpretação das respostas obtidas (Sousa, 2005).

3.4.1. Construção dos instrumentos de recolha de dados

A presente secção presta-se à descrição dos instrumentos construídos para proceder à recolha de dados neste estudo, sendo eles o questionário de pré-teste e pós-teste (Anexo 1) e o questionário de opinião (Anexo 3). São apresentadas as suas principais características e os seus objetivos. Os instrumentos construídos foram validados por um especialista em Educação em Ciências, confirmando a qualidade do mesmo.

3.4.1.1. Questionário de pré-teste e pós-teste

Para analisar o impacto da intervenção pedagógica na (re)construção do conhecimento científico dos alunos, foi-lhes entregue um pré-teste e pós-teste iguais, antes e depois da lecionação, correspondentemente. O facto do objeto de avaliação ser o mesmo permite medir se houve evolução do aluno, comparando assim os resultados iniciais com os finais.

A construção do questionário baseou-se, em primeiro lugar, na análise documental das Aprendizagens Essenciais para a disciplina de Biologia e Geologia, 10^a ano de escolaridade (Ministério da Educação, 2018), para averiguar os objetivos propostos para a subunidade desenvolvida na intervenção pedagógica. Fez ainda parte a leitura e análise de exames nacionais, bem como testes de preparação do exame nacional, fornecidos pelas editoras de manuais escolares, nomeadamente Porto Editora, Areal Editores e Edições Asa. A construção de perguntas de resposta restrita foi feita a partir da criação de problemas. Após esta seleção, procedeu-se à adaptação das mesmas e dos seus objetivos, como demonstra o Quadro 5, uma vez que a construção de um questionário é um processo complexo e que deve começar pela definição de forma clara e inequívoca dos objetivos das questões colocadas aos inquiridos (Coutinho, 2019).

Numa primeira instância os alunos responderam ao “pré-teste”, que tinha como objetivo aferir os conhecimentos que possuíam de anos anteriores ou conceções alternativas sobre a temática a ser lecionada: “*Obtenção de matéria pelos seres autotróficos*”, nomeadamente na parte da *Fotossíntese*. Por outro lado, este “pré-teste” também incitava já à compreensão de texto por parte do aluno. Este teste é composto por questões que versam a temática estudada com os alunos, sendo que contém questões de

resposta restrita, completamento, escolha múltipla e ordenação. No quadro 5 pode-se observar esta variedade bem como a quantidade de cada tipo de questão e ainda a pontuação atribuída a cada uma.

A primeira versão do questionário foi submetida à validação por um especialista em Educação em Ciências, o supervisor da intervenção pedagógica, que deu o seu parecer relativamente a adequação das questões, clareza do texto, correção da forma e extensão do questionário. A partir da sua cooperação, o questionário passou pelas devidas modificações, das quais resultou a sua versão final (Anexo 1).

Quadro 5. Distribuição dos tipos de questões no pré-teste e pós-teste.

Conteúdo	Objetivos	Questão	Tipo de questão
Fotossíntese	Interpretar dados experimentais de modo a compreender que os seres autotróficos sintetizam matéria orgânica na presença de luz.	1.1	Resposta restrita
		1.2	Completamento
		1.3	Escolha múltipla
		1.4	Escolha múltipla
		1.5	Resposta restrita
	Descrever os processos mais importantes da fase fotoquímica	2	Escolha múltipla
		3	Ordenação
	Compreender os mecanismos inerentes ao processo de fotossíntese.	4	Resposta restrita
		5	Resposta restrita

O questionário é composto por 9 questões, distribuídas por diferentes tipos de questões, de forma a conseguir alcançar os objetivos propostos no Quadro 5. Há dois tipos fundamentais de questões (Russell & Airasian, 2011; Popham, 2018), sendo eles: (a) questões de seleção, em que o aluno seleciona uma resposta entre as alternativas apresentadas, podendo estas serem por exemplo de escolha múltipla, completamento, ordenação ou correspondência; e (b) questões de construção, onde o aluno constrói a sua resposta, podendo esta ser de resposta curta ou restrita.

Uma vez que só faltava uma semana para terminar o 2º Período, e que as férias da Páscoa seriam mais curtas que o habitual, optou-se por fazer a terceira fase desta intervenção na primeira aula do 3º Período. Assim, implementou-se nesta altura o “pós-teste” que teve como finalidade aferir se os alunos tinham apreendido os conhecimentos lecionados. Para tal, foram feitas tabelas comparativas de notas.

A sua elaboração teve em atenção alguns aspetos apontados por Airasian & Abram (2003) e Sousa (2005). Através deste questionário além dos conteúdos, é ainda possível entender o progresso ao nível da dimensão do ensino das ciências (aprender ciências, aprender a fazer ciências e aprender sobre as ciências); dimensão da taxonomia de Bloom da dimensão do processo cognitivo (conhecer, compreender, aplicar, analisar e criar) e dimensão da taxonomia de Bloom da dimensão do conhecimento (conhecimento factual, conhecimento conceptual e conhecimento processual), tal como se representa no Quadro 6. Nestas dimensões é importante que haja poucas questões do nível do Conhecimento e da Compreensão, e mais do nível da Análise. Esta importância advém da necessidade dos alunos dividirem a matéria nas suas partes constituintes e determinar a relação entre as mesmas, fazendo a relação destas com a estrutura global/ e ou a sua função (Anderson et al., 2001).

Para os alunos, o pré-teste teve o valor de uma ficha diagnóstica e o pós-teste teve o cariz de uma ficha formativa.

Para além destes dois documentos foi ainda criado um documento com critérios de correção. Este foi executado recorrendo ao estudo bibliográfico dos arquivos de provas de exames nacionais, de Biologia e Geologia, de forma a compreender a distribuição das cotações nos mesmos. Deste modo, seria mais fácil e correto atribuir cotações equivalentes nos documentos construídos. O questionário contém nove perguntas e tem uma cotação máxima de 100 pontos.

A Taxonomia de Bloom, revista e atualizada por Anderson et al (2001) supõe uma inter-relação de duas dimensões na construção da aprendizagem: a dimensão do conhecimento e a dimensão dos processos cognitivos. Deste modo, para as dimensões do Processo Cognitivo, neste questionário, estão contempladas as dimensões *Conhecer*, *Compreender*, *Aplicar* e *Analisar*, de acordo com a distribuição presente do Quadro 6.

A dimensão *Conhecer* supõe a recuperação de conhecimento relevante através da memória a longo prazo (Anderson et al, 2001), ou seja, “o aluno lembra ou reconhece informações, ideias e princípios de uma forma aproximada à que foram aprendidos” (Lopes et al, 2019).

A dimensão *Compreender* supõe a construção de sentidos a partir de instruções através de comunicação oral, escrita ou gráfica, ou seja (Anderson et al, 2001), “o aluno traduz e interpreta a informação com base em conhecimentos anteriormente adquiridos” (Lopes et al, 2019).

Na dimensão *Aplicar* o aluno deve ser capaz de utilizar um procedimento numa dada situação, sendo capaz de executar, implementar e mobilizar (Anderson et al, 2001), “o aluno seleciona, transfere e usa dados e princípios para completar um problema ou uma tarefa com um mínimo de sentido” (Lopes et al, 2019).

A dimensão *Analisar* supõe a distribuição dos conteúdos nas suas partes constituintes e a determinação da relação entre essas partes, interligando-as com a estrutura global e/ou a sua função, ou seja (Anderson et al, 2001), “o aluno seleciona, transfere e usa princípios para completar um problema ou uma tarefa com o mínimo de sentido” (Lopes et al, 2019).

A dimensão *Criar* pressupõe que o aluno tenha a capacidade de unir elementos para formar um todo coerente e funcional e seja capaz de reorganizar elementos num novo padrão (Anderson et al, 2001), o aluno deverá ser capaz de “criar e construir conhecimento com base na recolha e tratamento da informação” (Lopes et al, 2019).

Quadro 6. Distribuição das questões no pré-teste e pós-teste segundo as dimensões do Processo Cognitivo da Taxonomia de Bloom.

Dimensões	Questão	Cotação	Total	
			n	cotação
Conhecer	2	7	1	7
Compreender	3	11	1	11
Aplicar	5	15	1	15
Analisar	1.2	7	4	31
	1.3	7		
	1.4	7		
	1.5	10		
Criar	1.1	16	2	36
	4	20		
Total			9	100

Legenda: n – número total de questões de questões por dimensão.

No que concerne às dimensões do Processo do Conhecimento, estão contempladas as dimensões *Conhecimento factual*, *Conhecimento conceptual* e *Conhecimento Processual*, de acordo com a distribuição presente do Quadro 7.

O *Conhecimento factual* diz respeito a dados básicos que os alunos adquirem ao terem os primeiros contactos com uma disciplina. Os conhecimentos factuais requerem competências ao nível do conhecimento, são os únicos que “podem ser avaliados através da memória, dado serem factos, datas, fórmulas, etc” (Lopes et al, 2019).

O *Conhecimento conceptual* é mais complexo que o anterior, pois já depende do nível da Compreensão e da Análise. É uma aprendizagem significativa e não mecânica. Diz respeito a classificações e categorizações, teorias, modelos e estruturas, que não precisam ser aprendidos de

maneira literal, mas implica a “assimilação do significado da nova informação, compreender o que está a ser aprendido” (Lopes et al, 2019).

O *Conhecimento processual* diz respeito à execução de métodos procedimentos, ordenados e orientados para um dado fim. Neste tipo de conhecimento o domínio de competências quer cognitivas, quer motoras, são desenvolvidas através de ações práticas. Assim, no conhecimento processual “trata-se de todas as metodologias utilizadas e apreendidas para alcançar a assimilação de um certo conhecimento” (Lopes et al, 2019).

Quadro 7: Distribuição das questões no pré-teste e pós-teste segundo as dimensões do Processo do Conhecimento da Taxonomia de Bloom.

Dimensões	Questão	Cotação	Total	
			n	Cotação
Conhecimento factual	2	7	2	18
	3	11		
Conhecimento conceptual	1.2	7	5	46
	1.3	7		
	1.4	7		
	1.5	10		
	5	15		
Conhecimento processual	1.1	16	2	36
	4	20		
TOTAL			9	100

Legenda: n – número de questões

Por último, foram ainda ponderadas as dimensões da Educação em Ciências, de acordo com o descrito por Lopes (2020). Deste modo, o questionário contempla as dimensões *Aprender Ciências*, *Aprender a fazer Ciências* e *Aprender sobre as Ciências*, tal como o apresentado no Quadro 8.

Quadro 8: Distribuição das questões no pré-teste e pós-teste segundo as Dimensões da Educação em Ciências.

Dimensões	Questão	Cotação	Total	
			n	cotação
Aprender Ciências	2	7	2	18
	3	11		
Aprender a fazer Ciências	1.2	7	5	51
	1.3	7		
	1.4	7		
	1.5	10		
	4	20		
Aprender sobre as Ciências	1.1	16	2	31
	5	15		
TOTAL		100	9	100

Legenda: n – número de questões

Em conformidade com o descrito no Capítulo II desde relatório, a Educação em Ciências procura promover nos alunos as ferramentas necessárias para a compreensão do mundo em que vivemos, de modo a serem capazes de identificar problemas e procurar soluções para os mesmos. Portanto, neste questionário, pretendemos avaliar, na dimensão *Aprender Ciências*, a capacidade que o aluno tem em adquirir e desenvolver conhecimento científico teórico e conceptual, considerando a incorporação das ideias cientificamente aceites. Na dimensão *Aprender a fazer Ciências*, pretendemos averiguar se os alunos são capazes de desenvolver competências em metodologias científicas para a resolução de problemas. Na dimensão *Aprender sobre as Ciências*, pretendemos que o aluno tenha uma visão que integre a Ciência e que consiga estabelecer relações entre esta e as aplicações tecnológicas, a Sociedade e o Ambiente.

3.4.1.2. Questionário de opinião

O questionário de opinião dá espaço ao aluno para contribuir no entendimento do impacto que esta prática teve na sua aprendizagem. Finalizada a regência, foi implementado um questionário de satisfação aos alunos. Este auxilia a estagiária na sua prática letiva futura. Deste modo, seria mais perceptível compreender quais os aspetos que os alunos mais evidenciam na sua prática letiva, mas acima de tudo corrigir as falhas que possam existir. O questionário de opinião foi construído com a leitura bibliográfica e consulta de trabalhos anteriores (Novais, 2015).

O instrumento desenhado tem dois tipos de questões: questão de escala tipo *Likert* e questões de resposta aberta. Na questão de escala tipo *Likert*, os termos de escala eram: “Concordo totalmente”, “Concordo”, “Nem concordo nem discordo”, “Discordo” e “Discordo totalmente”. Nesta questão os alunos deveriam optar pelo termo que mais se assemelhava à sua opinião. O tratamento de dados deu-se pela quantificação dos termos selecionados.

As questões de resposta aberta permitem que o aluno expresse as suas ideias de forma mais clara sobre metodologia implementada. Para o tratamento e análise de dados procedeu-se a uma análise de conteúdo que possibilitou formar categorias emergentes, e posteriormente procedeu-se à quantificação das mesmas.

3.5 Procedimentos mobilizados na avaliação da intervenção pedagógica

Como já foi referido anteriormente, com este questionário foi possível conhecer as conceções dos alunos, antes e depois da intervenção, sobre o tema “*Obtenção de matéria pelos seres autotróficos*”.

As respostas às questões de escolha múltipla e de ordenação, devido à sua natureza, foi apenas feita a sua quantificação e posterior análise.

Tal como em Novais (2015) e Oliveira (2014) para estudo das respostas dadas pelos alunos às questões de resposta restrita procedeu-se a uma análise de conteúdo, classificando as respostas nas categorias: resposta correta; resposta parcialmente correta e resposta incorreta e resposta não respondida. Em seguida, apresentam-se os critérios de correção do pré-teste e pós-teste, essencial para o tratamento da informação recolhida das respostas dos alunos nos mesmos. Para tal, recorreu-se à técnica de Análise de Conteúdo descrita por Bardin (2016) e Coutinho (2019), atribuindo categorias às diferentes respostas apresentadas. Para análise de cada resposta foram definidas as seguintes categorias:

- Resposta Correta (RC) - respostas cientificamente aceites, tendo em consideração o programa em vigor e os conteúdos presentes nos manuais escolares do 10º ano de escolaridade.
- Resposta Parcialmente Correta (RPC) - respostas que contemplam apenas alguns parâmetros essenciais para que a resposta seja considerada aceite.
- Resposta Incorreta (RI) - respostas que evidenciem que os alunos possuem um conhecimento errado ou um certo desconhecimento sobre os fenómenos processos ou conceitos referentes.
- Não Respondida (NR) - respostas em branco.

No que diz respeito ao questionário de opinião, as respostas dadas pelos alunos também foram sujeitas a uma análise e tratamento de dados. Contudo, esta análise teve de ser feita de forma diferente do questionário anterior. A primeira questão deste questionário sofreu apenas uma análise quantitativa. Na questão de resposta aberta foi feita análise de conteúdo que possibilitou estabelecer categorias emergentes e fazer a sua respetiva quantificação.

No que diz respeito à segunda questão, e por ser do tipo aberta, a recolha de dados implicou a articulação de procedimentos de cariz qualitativo e de cariz quantitativo. No que diz concerne ao cariz qualitativo, refere-se à análise de conteúdo (Bardin, 2016; Coutinho, 2019), para analisar e definir categorias emergentes. As categorias foram definidas com um critério semântico, fazendo uma associação ao tipo de frase que expressam um dado sentido sobre a questão que era proposta ao aluno.

No que diz respeito ao procedimento quantitativo, contabilizou-se o número de respostas por categoria, de forma a terminar frequências e percentagens.

Para diminuir a subjetividade associada à técnica de análise de conteúdo recorreu-se a vários momentos de análise de conteúdo, com posterior confrontação da categorização das respostas efetuadas pela professora estagiária com a categorização feita pela colega estagiária e pela orientadora cooperante (Bardin, 2016; Coutinho, 2019). Desta forma, os procedimentos realizados para a validação da categorização das respostas dos alunos foram:

1. Agrupamento de respostas que apresentam ideias idênticas;
2. Categorização das respostas num primeiro momento, pelo aluno estagiário;
3. Categorização das respostas num segundo momento, pelo aluno estagiário, e comparação com a categorização anteriormente realizada e definição de uma nova categorização;
4. Análise da categorização anterior pela colega de estágio e definição de uma nova categorização na sequência da adoção de uma opinião consensual;
5. Debate e definição da categorização final, no seio do núcleo de estágio (alunos estagiários, orientadora cooperante e supervisor da universidade).

IV – AVALIAÇÃO DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA

Introdução

O quarto capítulo apresenta e analisa os resultados obtidos ao longo da intervenção pedagógica. A primeira secção cinge-se à avaliação do impacto da intervenção pedagógica na (re)construção das conceções dos alunos na subunidade “*Obtenção de matéria pelos seres autotróficos*”. A segunda secção aborda o impacto da intervenção pedagógica no Processo Cognitivo e no Processo do Conhecimento. A terceira secção destina-se à análise do impacto da intervenção pedagógica na Educação em Ciências. A quarta secção foca-se na análise das representações dos alunos sobre o valor educativo da metodologia implementada.

4.1. Impacte da intervenção pedagógica na (re)construção das conceções dos alunos sobre a subunidade “Obtenção de matéria pelos seres autotróficos”

A avaliação da intervenção inclui a análise da evolução dos alunos, para tal foi analisado o progresso dos alunos através do pré-teste e pós-teste. Através destes é possível avaliar o conhecimento substantivo dos alunos no que diz respeito à temática *Fotossíntese*.

É importante realçar quais são os objetivos ambicionados alcançar com a minha intervenção pedagógica com estes dados:

- Analisar o papel da metodologia de Aprendizagem Baseada em Investigação (ABI) no ensino do tema “Obtenção de matéria pelos seres autotróficos”, na disciplina de Biologia e Geologia no 10º ano de escolaridade do Ensino Secundário;
- Capacitar os alunos para a resolução de problemas típicos do exame nacional de Biologia e Geologia (BG).

A execução destes objetivos desenrolou-se na análise das ideias dos alunos sobre os conteúdos da subunidade “*Obtenção de matéria pelos seres autotróficos*”, nomeadamente na parte da fotossíntese, nos momentos antes e após o ensino. Essas ideias foram analisadas a partir das respostas ao questionário de pré-teste e pós-teste (Anexo 1).

No Quadro 9 é possível observar a frequência de respostas corretas, respostas parcialmente corretas, respostas corretas e não respondidas. Através do número de alunos que responderam a cada

uma delas foram tiradas as frequências absolutas. Estas respostas vão, ainda neste capítulo, ser alvo de uma análise qualitativa e quantitativa.

As categorias de análise utilizadas no tratamento dos dados são idênticas às utilizadas. As categorias consideradas incluem: RC (resposta correta); RPC (resposta parcialmente correta); RI (resposta incorreta) e NR (não responde). As respostas corretas são aquelas cuja resposta selecionada foi a opção correta ou a ideia apresentada atingiu a meta definida. As respostas parcialmente corretas são aquelas que contêm alguma(s) ideia(s) necessária(s) para a resposta correta. As respostas incorretas/ não respondidas são aquelas que não abarcam qualquer aspeto que atinja a meta que foi considerada correta, para aquela questão/ ou que o aluno não deu qualquer tipo de resposta. A amostra é constituída por 19 alunos.

Quadro 9: Frequência e percentagem das conceções dos alunos relativamente ao conteúdo *fotosíntese*, nos momentos antes e pós-ensino.

Tipo Questão	Pré – teste (n=19)				Pós – teste (n=19)			
	RC	RPC	RI	NR	RC	RPC	RI	NR
1.1 (resposta restrita)	0 0,0	7 36,8	6 31,6	6 31,6	0 0,0	14 73,7	5 26,3	0 0,0
1.2 (completamento)	8 42,1	0 0,0	11 57,9	0 0,0	17 89,5	0 0,0	2 10,5	0 0,0
1.3 (escolha múltipla)	13 68,4	0 0,0	4 21,1	2 10,5	17 89,5	0 0,0	2 10,5	0 0,0
1.4 (escolha múltipla)	4 21,1	0 0,0	14 73,7	1 5,3	15 78,9	0 0,0	4 21,1	0 0,0
1.5 (resposta restrita)	0 0,0	6 31,6	6 31,6	7 36,8	2 10,5	14 73,7	3 15,8	0 0,0
2 (escolha múltipla)	4 21,1	0 0,0	15 78,9	0 0,0	11 57,9	0 0,0	8 42,1	0 0,0
3 (ordenação)	0 0,0	0 0,0	16 84,2	3 15,8	15 78,9	0 0,0	4 21,1	0 0,0
4 (resposta restrita)	0 0,0	0 0,0	0 0,0	19 100,0	0 0,0	9 47,4	4 21,1	6 31,6
5 (resposta restrita)	0 0,0	16 84,2	0 0,0	3 15,8	0 0,0	19 100,0	0 0,0	0 0,0

Legenda: **RC** - Resposta Correta; **RPC** - Resposta Parcialmente Correta; **RI** - Resposta Incorreta; **NR** - Não Respondida.

Nota: Estão representadas as frequências (arredondadas às unidades) e, as respetivas percentagens (arredondadas às décimas).

As questões são antecedidas de um texto que relata a experiência feita com dois lotes de plantas iguais (sardinheiras) colocadas sob condições diferentes. As plantas do Lote 1 foram sujeitas à concentração atmosférica de dióxido de carbono. As plantas do Lote 2 foram sujeitas a uma concentração saturante de dióxido de carbono. Foi apresentada uma tabela de temperatura a que os lotes foram sujeitos e um gráfico das taxas fotossintéticas obtidas em cada ensaio.

A primeira questão pretende, que com base nos dados da experiência, o aluno descreva como construiria uma estufa, de forma a otimizar a produção de alimentos. Antes da intervenção pedagógica a maioria dos alunos não possuía um conhecimento científico correto. Estes resultados não estão totalmente de acordo com o esperado, na medida em que os alunos já deveriam ter falado em estufas e como estas funcionam no ciclo escolar anterior, nomeadamente quando falam em sustentabilidade. Apesar disto, 7 alunos (36,8%) foram capazes de responder de forma parcialmente correta, possivelmente por terem acedido a esse conhecimento anteriormente. Duas dessas respostas é possível ver descritas a seguir:

"Construía uma estufa com bastante entrada de luz solar e com uma alta temperatura para otimizar a produção de alimentos." A06

"Concentração atmosférica a uma temperatura favorável, condições de luz e humidade favoráveis para a possibilidade de fotossíntese." A12

Das respostas analisadas ainda no pré-teste, ressaltam-se 6 alunos (31,6%) que responderam de forma incorreta, alguns desses exemplos evidenciam-se a seguir:

"Iria fazer como no lote 1 com uma baixa assimilação de CO₂." A16

"Com uma concentração saturante de CO₂ e uma temperatura entre os 35°C e 45°C." A19

Após a intervenção pedagógica os resultados inverteram-se de forma significativa, ou seja, passou a haver mais alunos a aproximar-se do conhecimento cientificamente aceite. Verificou-se ainda, que já não há respostas não respondidas, o que pode significar mais confiança também por parte dos alunos nos temas abordados. Algumas dessas respostas podem ver-se descritas a seguir:

"Para otimizar a produção de alimentos faria a minha estufa de forma que as condições fossem perfeitas para o alimento. Eu pretendia condições seriam de temperatura, humidade, intensidade quantidade de CO₂ e colocaria adubos, isso otimizaria a produção dos alimentos." A06

"Eu construiria uma estufa num local em que haja uma boa exposição solar, também usaria um material translúcido na estrutura, pois é mais vantajoso na produção de alimentos." A14

Todavia, ainda foram analisadas 5 (26,3%) respostas incorretas, das quais são apresentados alguns exemplos a seguir:

"Para otimizar a produção na estufa eu colocaria uma concentração saturante de CO₂ com uma temperatura média entorno dos 30 ou 40°C Próximo dos 35°." A26

“As plantas dos lotes 1 e 2 apresentam diferentes taxas de fotossíntese, visto que as plantas do ensaio dois foram expostas a uma quantidade superior de CO₂ que as do ensaio 1 elas foram capazes de fazer a fotossíntese com uma maior intensidade.” A18

Na segunda questão, foi pedido que completassem uma afirmação de modo a tornarem-na verdadeira, com dados apoiados pelo texto. Este tipo de questão permite saber se os alunos têm capacidade de analisar os dados que são fornecidos. No momento antes do ensino a maioria dos alunos respondeu de forma incorreta. Isto é facilmente explicado, na medida em que os alunos não estão familiarizados com este tipo de prática.

No pós-teste, e após a intervenção pedagógica é evidente a subida. Registam-se 17 alunos (89,5%) a responder corretamente e apenas 2 alunos (10,5%) a dar resposta incorreta. Esta evolução prende-se com a estratégia de análise de textos desenvolvida ao longo da intervenção pedagógica.

Na questão 1.3, também ela de análise e interpretação de dados do texto, era solicitado ao aluno que inferisse o porquê do crescimento das plantas do lote 1 ser menor ao do lote 2. Apesar de esta também ser uma questão de análise de dados, os alunos não revelaram tanta dificuldade. Mesmo antes da prática pedagógica 13 alunos (68,4%) responderam de forma correta. A análise destes dados era feita através de uma tabela, o que pode indicar que grande parte dos alunos já havia tido contacto com este tipo de análise.

Após a intervenção pedagógica, verifica-se que a maioria dos alunos revela possuir um conhecimento cientificamente aceite, sendo que o número de respostas corretas aumentou e deixa de haver alunos a não responder. A obtenção destes resultados poderá estar relacionada com uma melhor interpretação e análise de tabelas, desenvolvida ao longo da intervenção pedagógica.

A questão 1.4 pretendia que os alunos identificassem de onde provinham as variações observadas no lote 2. Tal como as questões anteriores, também esta é uma questão que necessita da análise dos dados do texto. Antes da intervenção pedagógica verifica-se que foi muito complicado para os alunos fazer esta análise, sendo que só 4 alunos (21,1%) responderam de forma cientificamente correta. As complicações apresentadas estão mais uma vez ligadas com a dificuldade e falta de prática dos alunos na observação e interpretação de dados científicos.

Após a prática letiva confirma-se uma significativa melhoria, na medida em que 15 alunos (78,9%) responderam de forma correta. Esta evolução ajuda a reconhecer a prática letiva implementada na ajuda de resolução de problemas.

Posteriormente, na questão 1.5, que afiança que as plantas dos lotes 1 e 2, submetidas a valores de temperatura semelhantes, apresentam taxas de fotossíntese diferentes. Tendo em conta as condições

em que a experiência foi realizada, os alunos, teriam de justificar os resultados obtidos. Antes da intervenção mais de metade da turma não respondeu ou respondeu de forma incorreta à questão. Estes valores são facilmente explicados, pois estes conteúdos nunca tinham sido abordados pelos alunos. Os alunos que conseguiram chegar parcialmente ao conteúdo cientificamente aceite, podem ter acedido a ele anteriormente. Assim, no pré-teste, registaram-se 6 alunos (31,6%) com respostas parcialmente corretas, das quais se destacam:

“Os lotes 1 e 2 foram submetidos às mesmas condições de temperatura, no entanto o lote 2 tem maior concentração de CO_2 logo nesse lote ocorreu mais fotossíntese, e no lote 1 a quantidade de CO_2 era insuficiente para a quantidade de produção de O_2 das plantas, porque foram diferentes plantas em diferentes condições experimentais cada uma reage de um jeito. As taxas de fotossíntese nos lotes 1 e 2 são diferentes devido à concentração de dióxido de carbono, quanto mais saturado for o CO_2 mais rápida e eficaz será a sua assimilação.” A15

“As plantas dos lotes 1 e 2 apresentam diferentes taxas de fotossíntese, visto que as plantas do ensaio dois foram expostas a uma quantidade superior de CO_2 que as do ensaio 1 elas foram capazes de fazer a fotossíntese com uma maior intensidade.” A18

Ainda no pré-teste, foram analisadas 6 (31,6%) respostas incorretas, das quais se destacam as seguintes:

“Provavelmente as do lote 2 estavam em ambientes luminosos mais favoráveis e as taxas de humidade também.” A12

“Os fatores ambientais eram diferentes.” A01

Após a intervenção, pode-se considerar que houve uma inversão dos resultados. Isto significa que grande parte dos alunos se começa a aproximar do conhecimento cientificamente aceite, na medida em que se registaram 2 alunos (10,5%) com resposta correta. Esta evolução representa um impacto positivo na metodologia, uma vez que os alunos foram capazes de cumprir a maioria dos tópicos previstos para a questão, ou seja, identificarem que a taxa de fotossíntese foi sempre mais elevada no lote das plantas sujeitas à atmosfera saturada em dióxido de carbono. Os exemplos das respostas analisadas podem ser revistos a seguir:

“Podemos notar que o lote 2 apresenta uma maior taxa de fotossíntese e as plantas presentes nesse lote apresentavam uma concentração saturante de CO_2 , ou seja, uma concentração superior à do lote 1, podendo assim concluir-se que quando o CO_2 existe em maiores quantidades a taxa de fotossíntese vai ser sempre mais elevada, seja qual for a temperatura.” A03

“A partir da experiência, percebemos que a taxa de fotossíntese foi mais elevada no lote 2. Assim podemos afirmar que, a dada temperatura, a taxa de fotossíntese é maior quando a concentração de CO_2 é maior, visto

que, independentemente das temperaturas, quando o CO₂ é "ilimitado" as taxas de fotossíntese são mais elevadas." A13

Ainda no seguimento do pós-teste, 14 alunos (73,7%) responderam de forma parcialmente correta a esta questão, tal como se observa a seguir:

"Como a humidade, fase de desenvolvimentos da planta e a intensidade luminosa eram semelhantes e a temperatura apenas variou dentro de cada lote, o fator que difere de um lote para o outro é a concentração de CO₂. Assim, foi possível verificar que no lote 1, onde havia menor concentração de CO₂, a taxa de fotossíntese foi menor, por oposição, no lote 2 houve uma maior concentração de CO₂ e consequentemente, uma maior taxa de fotossíntese." A12

"Os dois lotes foram submetidos a níveis de temperatura e humidade semelhantes, mas foram submetidos a diferentes concentrações de dióxido de carbono (CO₂). Consegui chegar a essa conclusão pois no texto é nos dito que as plantas têm o mesmo grau de desenvolvimento logo se são iguais ou semelhantes em todos os outros aspetos é possível aferir a causa das taxas diferentes. Com a observação do gráfico penso que o lote 1 foi exposto a uma quantidade de CO₂ inferior à de assimilação da planta, logo a sua taxa de fotossíntese é menor do que a do lote 2 que foi exposto a uma quantidade de CO₂ condizente com a capacidade de assimilação." A10

Apesar destes resultados favoráveis, nem todos os alunos conseguiram alcançar o sucesso desejado. Assim, registaram-se ainda 3 alunos (15,8%) com respostas incorretas, tal como se demonstra a seguir:

"Visto que para a realização da fotossíntese é necessária luz, os lotes como se encontram a temperaturas diferentes obtêm de taxas de fotossíntese diferentes." A12

"As plantas dos lotes 1 e 2 apresentam taxas de fotossíntese diferentes pois no lote 1 a quantidade de CO₂ existente é inferior a capacidade de assimilação das plantas enquanto no lote 2 a quantidade de CO₂ é superior ou equivalente a capacidade de assimilação das plantas." A16

Na questão 2, era pedido que completassem uma afirmação de forma a torná-la verdadeira. A questão pretendia que os alunos percebessem que na fase diretamente dependente da luz, na fotossíntese, ocorre a fosforilação de ADP. Este conceito é completamente novo para os alunos. Nunca foi abordado em anos escolares anteriores, logo o sucesso esperado antes da intervenção era muito pequeno. No pré-teste apenas 4 alunos (21,1%) deram respostas corretas e 15 alunos (78,9%) responderam de forma incorreta. Os alunos que responderam de forma correta à questão poderiam ter acedido a esta informação em anos anteriores ou em leituras feitas.

Após a intervenção pedagógica, os resultados inverteram-se, tal como era expectável. A maioria dos alunos passou a ter um conhecimento cientificamente correto neste campo, assim 11 alunos (57,9%) responderam de forma correta à questão. Portanto, é perceptível que os alunos assimilaram de forma

correta que, para que ocorra fosforilação do ADP é necessário que ocorra a fase dependente da luz, na fotossíntese.

De seguida, na questão três, era pedido que ordenassem a sequência cronológica de acontecimentos relacionada com a fotossíntese. As questões de ordenação são novas para a maior parte dos alunos, logo a ordenação de acontecimentos por ordem cronológica não é compreensível para todos. Antes da intervenção, os alunos possuíam poucos conhecimentos sobre o processo fotossintético, por conseguinte, o número de respostas corretas esperadas nesta questão era baixo. De acordo com o esperado, 16 alunos (84,2%) responderam de forma errada à questão e 3 alunos (15,8%) não responderam à questão.

Após a intervenção, os alunos compreenderam de que forma ocorria o processo fotossintético e quais as suas diferentes etapas. No pós-teste 15 alunos (78,9%) responderam corretamente. Esta evolução estará certamente relacionada com as atividades desenvolvidas durante a intervenção pedagógica, à semelhança do descrito em questões anteriores.

Na questão 4 é descrita a equação geral da fotossíntese e através dela os alunos devem esboçar uma experiência para determinar a proveniência de oxigénio que se liberta na fotossíntese. Apesar da equação geral da fotossíntese já ser conhecida pelos alunos desde o 2º Ciclo do Ensino Básico, esta nunca foi trabalhada no sentido de os alunos perceberem de onde derivam cada um dos produtos de reação. Contudo, é de acreditar que muitos alunos soubessem que o oxigénio provém da água e não do dióxido de carbono, como outros tantos afirmam. No que toca ao conhecimento de experiências neste campo os alunos não deveriam conhecer nenhuma. Assim, no pré-teste os 19 alunos (100%) não responderam à questão. Em virtude de não haver respostas, não é possível validar se os alunos sabiam a proveniência do oxigénio.

Durante a intervenção foram exploradas diferentes experiências realizadas pelos cientistas e em como estas contribuíram para evolução do conhecimento do processo fotossintético. Pretendia-se que os alunos alcançassem alguns tópicos de resposta, e na sua generalidade a maior dificuldade dos alunos foi relacionar como os isótopos radioativos poderiam ajudar na determinação da proveniência do oxigénio. Por conseguinte, a seguir à intervenção, verificou-se uma ligeira melhoria, contudo não foi a desejada. Apenas 9 alunos (47,4%) responderam de forma parcialmente correta, tal como se evidencia de seguida:

“Para verificarmos que o oxigénio de facto provém da água podemos por exemplo primeiro marcar radioativamente o oxigénio da água com O^{18} , depois regamos a planta com a água que contém o isótopo radioativo e deixamos que a planta realize a fotossíntese, no final vemos se o oxigénio formado tem isótopos O^{18} ou não se tiver comprovamos que o oxigénio provém da água.” A19

“Olhando para a equação da fotossíntese conseguimos entender que a proveniência do oxigênio pode ser ou do CO₂ ou do H₂O. Numa experiência com duas plantas expostas às condições propícias à fotossíntese, numa planta (planta 1) com o H₂O marcado radioativamente e na outra planta (planta 2) com o CO₂ marcado radioativamente. No final analisamos os resultados e percebemos que o O₂ resultante na planta 1 saiu marcado radioativamente e o da planta 2 não, podendo assim concluir que a proveniência do oxigênio na fotossíntese vem da água.” A03

Das respostas analisadas no pós-teste, houve 4 alunos (21,1%), que responderam de forma incorreta, tal como se observa a seguir:

“A água e o CO₂ são captados do meio e a luz é absorvida pelas clorofilas, o oxigênio e outras substâncias sintetizadas são importantes não só na manutenção e desenvolvimento dos produtores, mas também nos restantes componentes dos ecossistemas, a glicose produzida pela fotossíntese pode ser polimerizada em glicídios mais complexos.” A09

“Comparar o processo fotossintético das plantas com o metabolismo de determinadas bactérias, a partir dos resultados podemos perceber se o oxigênio provém da água (experiência Van Niel).” A13

Por fim, a questão 5, é de aplicação de conhecimentos sobre fotossíntese. Pede-se aos alunos que apliquem conhecimentos sobre fotossíntese, indicando três medidas de como pode o cidadão comum contribuir para reduzir o efeito de estufa. Os critérios de respostas desta questão não eram totalmente fechados, ou seja, além dos apresentados os alunos poderiam dar outras opções desde que devidamente justificadas. De entre todas as questões analisadas anteriormente, esta era aquela onde já no pré-teste se esperava uma maior taxa de sucesso, em virtude de ao longo de todo o percurso escolar serem elucidados com medidas de como reduzir o efeito de estufa e “salvar o planeta”. Dentro do leque de questões apresentadas é aquela que apresenta valores de resposta mais próximas em ambos os testes. Isto leva-me a concluir que os alunos já possuíam algum conhecimento nesta área. Isto é muito bom, porque expressa uma preocupação dos alunos com o meio que os rodeia, tentando torná-lo melhor. As medidas apontadas pelos alunos foram muitas vezes as mesmas como: uso de carros elétricos, andar a pé, plantar mais árvores e usar opções energéticas mais sustentáveis. No pré-teste 16 alunos (84,2%) conseguiram responder de forma parcialmente correta, tal como se mostra a seguir:

“Utilização de meios de transporte públicos, bicicletas ou andar a pé, menor utilização de energia elétrica (as fábricas soltam muitos gases que aumentam o efeito de estufa), seguir as regras dos 3Rs.” A15

“Reciclar, preferir transportes públicos e apagar luzes sempre quem não estejam a ser utilizadas.” A05

Por outro lado, 3 alunos (15,8%) não tentaram responder à questão. Apesar de ser um número relativamente baixo, estamos perante alunos do 10^o ano de escolaridade que já deveriam ter mais consciência do meio que os rodeia e de medidas a tomar para melhorar o mesmo.

Após a intervenção, houve o sucesso de todos os alunos. Contudo, nenhum aluno conseguiu chegar à resposta correta. Apesar de muitos de aproximarem do que era cientificamente correto (e terem quase a cotação máxima), houve muitas vezes falta em justificar a escolha de umas das medidas apresentadas. No pós-teste 19 alunos (100%) responderam de forma parcialmente correta, todavia nenhum aluno conseguiu chegar a um cenário perfeito de resposta, tal como se mostra de seguida:

"Três medidas são, proibir a desflorestação, pois assim as plantas poderão transformar o CO₂ em O₂ em maior quantidade, promover a plantação de diferentes espécies (que realizam a fotossíntese) e também a sua proteção, e evitar todo o tipo de atividades que libertem muito CO₂ (pecuária excessiva, não reciclar, indústrias de petróleo, etc), porque desta forma as plantas não conseguem fazer a fotossíntese em quantidade suficiente para diminuir a quantidade do CO₂ e consequentemente não conseguirão evitar o efeito estufa excessivo." A02

"Utilizar menos transportes com emissão de gases tóxicos. Plantar mais árvores e outras plantas para que estas, ao realizarem a fotossíntese produzam mais oxigénio.

Comprar produtos nacionais conscientemente para que assim o seu transporte produza menos poluição para o ambiente" A21

Perante os resultados discutidos nesta secção, conclui-se que a intervenção contribuiu para a (re)construção do conhecimento científico dos alunos nos tópicos explorados na subunidade *Obtenção de matéria pelos seres autotróficos*, nomeadamente: funcionalidade do cloroplasto, ciclo de Calvin, fase fotoquímica e fase química. Estes dados são apoiados com o aumento de respostas corretas no pós-teste em todas as questões, e também pela diminuição da frequência de respostas incorretas para todas as questões do pós-teste. Além deste aumento de respostas corretas, verificou-se ainda um aumento das respostas parcialmente aceites. É, ainda, expressiva a diminuição de respostas na categoria de Não Respondida no pós-teste.

4.2. Impacte da intervenção pedagógica na capacidade de resolução de problemas

A presente secção apresenta e analisa os dados em função do seguinte objetivo de investigação:

- Analisar o papel da Aprendizagem Baseada em Investigação na capacidade de resolução de problemas por parte dos alunos.

Para alcançar o objetivo de investigação supracitado anteriormente procedeu-se, a partir da análise das ideias dos alunos, sobre os conteúdos da subunidade "*Obtenção de matéria pelos seres autotróficos*", segundo a dimensões do Processo Cognitivo e do Processo do Conhecimento da

Taxonomia de Bloom. Para tal, foi implementado um questionário de pré-teste e de pós-teste, onde essas ideias foram analisadas.

Esta secção é iniciada com a apresentação e análise dos dados referentes às dimensões do Processo Cognitivo, mais concretamente às dimensões *Conhecer*, *Compreender*, *Analisar* e *Criar*. Os dados referentes às referidas dimensões foram recolhidos a partir das respostas dos alunos.

O Quadro 10 apresenta a média de cotações alcançadas por questão (MQ) e a soma de cotações obtidas por dimensões (SD) em função das dimensões do processo cognitivo existentes no questionário de pré-teste e pós-teste. Argumentando que Q representa a questão analisada e C representa a cotação máxima a atribuir. O questionário foi construído para uma cotação máxima de 100 pontos.

Quadro 10: Média das cotações obtidas nas diferentes questões relativas às dimensões do Processo Cognitivo da Taxonomia de Bloom.

Dimensões	Questão	Cotação		Pré-teste		Pós-teste	
		CQ	STD	MQ	SMD	MQ	SMD
Conhecer	2	7	7	1,5	1,5	4,1	4,1
	3	11	26	0,0	2,6	8,7	18,2
Compreender	5	15		2,6		9,5	
	1.2	7		2,9		6,3	
	1.3	7	31	4,8	9,4	6,3	22,8
	1.4	7		1,1		5,5	
	1.5	10		0,6		4,7	
Criar	1.1	16	36	0,8	0,8	1,8	4,2
	4	20		0,0		2,3	
TOTAL			100		14,3		49,1

Legenda: **CQ** – Cotação por questão; **STD** – Soma total por dimensão; **MQ** – Média das cotações obtidas; **SMD** - Soma das médias de cotações obtidas por dimensão.

O questionário de pré-teste e pós-teste é composto por 9 questões distribuídas entre as dimensões do *Conhecer*, *Compreender*, *Avaliar* e *Criar* do Domínio Cognitivo da Taxonomia de Bloom. A repartição do número de questões por categoria teve em conta o nível progressivo de complexidade das categorias existentes, sendo que a categoria *Analisar* seria aquela com maior número de questões.

Pela análise do Quadro 10, é perceptível que na dimensão *Conhecer* existiu uma evolução positiva, uma vez que a média das cotações obtidas pelos alunos no pré-teste foi de 1,5 pontos e passou para 4,1 pontos no pós-teste. Estes resultados demonstram uma melhoria na resolução de problemas com o simples uso da memória, informações isoladas ou conhecimentos específicos utilizados separadamente. Assim, é possível provar, que os alunos foram capazes, após a intervenção pedagógica, de relembrar informações, ideias e princípios estudados durante as aulas.

A dimensão *Compreender*, composta por duas questões, deseja que o aluno seja capaz de construir o significado a partir de instruções orais, escritas ou gráficas. É de notar a evolução nesta categoria. No pré-teste somava uma cotação de 2,6 pontos e após a intervenção pedagógica, passou para os 18,2 pontos. Portanto, é notório que os alunos ficaram a entender os conteúdos e os seus significados, bem como a fazer uso destes em resolução de determinadas questões que não exijam maior complexidade.

A dimensão *Analisar* contém 4 questões, e pretendia que os alunos fossem capazes de decompor o material nas suas diferentes partes constituintes, e determinar como as partes se relacionam entre si e com a estrutura geral da informação. Os dados do Quadro 9 revelam que no pré-teste, a soma das cotações obtidas foi de 9,4 pontos, seguida de 22,8 pontos, no pós-teste. Por conseguinte, pode-se afirmar que o aluno passou a ter a capacidade de distinguir, classificar e relacionar pressupostos, que se evidenciam nas questões.

Por fim, a dimensão *Criar*, conta com duas questões. Pretendia que os alunos fossem capazes de reorganizar os elementos numa nova estrutura e forma. De todas as categorias foi aquela onde a evolução foi mais baixa, o que significa que os alunos ainda têm dificuldades em alcançar os níveis mais complexos da taxonomia. No pré-teste os alunos obtiveram uma cotação de 0,8 pontos e após a intervenção pedagógica, no pós-teste, os alunos alcançaram uma cotação de 4,2 pontos. Apesar de existir evolução, esta poderia ter sido melhor. Apesar disto, os alunos, adquiriram a capacidade de planear e construir, partindo da sua própria ideia, fazendo-a crescer com base em princípios e ideias lógicas, aprendidos ao longo da intervenção pedagógica.

No que alude aos dados alusivos, mais concretamente às dimensões *Conhecimento factual*, *Conhecimento conceptual* e *Conhecimento processual*, segue-se a sua apresentação e análise. Os dados referentes às referidas dimensões foram recolhidos a partir das respostas dos alunos do pré e pós-teste.

O Quadro 11 apresenta o somatório das médias de cotações obtidas por dimensão (SMD) em função das dimensões do Processo do Conhecimento existentes no questionário de pré-teste e pós-teste. Sendo que, CQ representa a cotação das questões analisadas e STD representa a soma total por dimensão. O questionário foi construído para um máximo de 100 pontos.

Numa primeira análise dos resultados, consegue-se apurar que antes da intervenção pedagógica, os alunos demonstravam um baixo desempenho em todas as dimensões do conhecimento. É ainda importante salientar, que a dimensão do *Conhecimento processual* obteve um somatório consideravelmente baixo. Este resultado na última categoria era de esperar, uma vez que, esta dimensão, é uma das mais difíceis dos alunos alcançarem devido à sua complexidade.

Quadro 11: Média das cotações obtidas nas diferentes questões relativas às Dimensões do Processo do Conhecimento da Taxonomia de Bloom

Dimensões	Questão	Cotação		Pré-teste		Pós-teste	
		CQ	STD	MQ	SMD	MQ	SMD
Conhecimento factual	2	7	18	1,5	1,5	4,1	12,7
	3	11		0,0		8,7	
Conhecimento conceptual	1.2	7	46	2,9	12,0	6,3	32,2
	1.3	7		4,8		6,3	
	1.4	7		1,1		5,5	
	1.5	10		0,6		4,7	
	5	15		2,6		9,5	
Conhecimento processual	1.1	16	36	0,8	0,8	1,8	4,2
	4	20		0,0		2,3	
TOTAL			100			14,3	49,1

Legenda: **CQ** – Cotação por questão; **STD** – Soma total por dimensão; **MQ** – Média das cotações obtidas; **SMD** - Soma das médias de cotações obtidas por dimensão.

Para a dimensão do *Conhecimento factual*, houve uma evolução positiva uma vez que a soma das médias de cotações obtidas pelos alunos no pré-teste foi de 1,5 pontos e subiu para 12,7 pontos, após a intervenção pedagógica. Isto demonstra que os alunos adquiriram elementos básicos para resolver problemas da disciplina, como conhecimento de terminologia ou de elementos e detalhes específicos. Desta forma, estima-se que a intervenção pedagógica contribuiu para a aquisição de elementos básicos, como dados e factos.

A dimensão do *Conhecimento conceptual*, é aquela que contempla o maior número de questões. Aqui o aluno deverá ser capaz de estabelecer inter-relação dos elementos básicos de conhecimento numa estrutura mais abrangente, que lhes permite funcionar em conjunto. Pela análise dos dados, verifica-se uma evolução significativa nesta dimensão, visto que se regista uma soma de cotações obtidas no pré-teste de 12 pontos e no pós-teste sobe para 32,2 pontos. Isto posto, a intervenção pedagógica foi eficaz no desenvolvimento de competências mais complexas que impliquem o conhecimento de classificações e categorizações, bem como o conhecimento de teorias, modelos e estruturas.

Para a dimensão do *Conhecimento processual*, o aluno deve ter adquirido o conhecimento relacionado com processos, bem como competências técnicas, métodos e critérios para uso ou justificação do uso de um determinado processo de resolução de problemas. Pela observação dos dados, inferimos que esta categoria foi aquela que sofreu uma menor subida, quando comparada com as anteriores. O pré-teste registou uma soma de cotações obtidas de 0,8 pontos e o pós-teste de 4,2 pontos. Apesar de tudo, a intervenção pedagógica foi eficiente, fazendo com que os alunos adquirissem conhecimentos específicos da disciplina de Biologia e Geologia, bem como conhecimento de critérios para determinar os procedimentos apropriados a usar numa determinada situação.

4.3. Impacte da intervenção pedagógica na Educação em Ciências

A secção seguinte apresenta e analisa os dados das dimensões da Educação em Ciências desenvolvidas ao longo da intervenção pedagógica. Executou-se a análise das ideias dos alunos sobre os conteúdos da subunidade *Obtenção de matéria pelos seres autotróficos* segundo as referidas dimensões, a partir das respostas dos alunos a questões do questionário de pré-teste e pós-teste.

Esta secção tem início com a apresentação e análise dos dados referentes às Dimensões da Educação em Ciências, mais propriamente às dimensões *Aprender Ciências*, *Aprender a fazer Ciências* e *Aprender sobre as Ciências*. O Quadro 12 ostenta a soma das médias das cotações obtidas por dimensão (SMD) em função das dimensões existentes no questionário de pré-teste e pós-teste. Considerando que CQ representa a cotação das questões analisadas e STD representa a soma total por dimensão, sendo que o questionário foi construído para um máximo de 100 pontos.

Numa análise mais superficial, é fácil de constatar que antes da intervenção pedagógica, os alunos demonstravam baixos desempenhos nas dimensões *Aprender Ciências*, *Aprender a fazer Ciências* e *Aprender sobre as Ciências*. De outra forma, os alunos antes do ensino não detinham a compreensão de conceitos ou utilização de dados, a destreza cognitiva em associação do trabalho prático era baixa. Após a intervenção pedagógica, verificou-se que os alunos apresentaram um melhor desempenho nas três dimensões.

Quadro 12: Média das cotações obtidas nas diferentes dimensões relativas à Educação em Ciências.

Dimensões	Questão	Cotação		Pré-teste		Pós-teste	
		CQ	STD	MQ	SMD	MQ	SMD
Aprender Ciências	2	7	18	1,5	1,5	4,1	12,7
	3	11		0,0		8,7	
Aprender a fazer Ciências	1.2	7	31	2,9	9,4	6,3	22,8
	1.3	7		4,8		6,3	
	1.4	7		1,1		5,5	
	1.5	10		0,6		4,7	
Aprender sobre as Ciências	1.1	16	51	0,8	3,4	1,8	13,6
	4	20		0,0		2,3	
	5	15		2,6		9,5	
Total			100		14,3		46,9

Legenda: CQ – Cotação por questão; STD – Soma total por dimensão; MQ – Média das cotações obtidas SMD - Soma das médias de cotações obtidas por dimensão.

Na dimensão *Aprender Ciências* assinala-se uma evolução expressiva, uma vez que se regista uma soma de cotações obtidas no pré-teste de 1,5 pontos e quando analisamos o pós-teste, este passa para

12,7 pontos. Desta forma, a intervenção pedagógica foi eficaz no desenvolvimento de competências de interpretar os fenómenos naturais a partir de modelos progressivamente mais próximos dos aceites pela comunidade científica e aplicar estes a novas circunstâncias. Os alunos passaram a ser capazes de relacionar elementos para resolver problemas.

Para a dimensão *Aprender a fazer Ciências*, houve também um desenvolvimento positivo, na medida em que no pré-teste se registou 9,4 pontos e no pós-teste registaram-se 22,8 pontos. Isto demonstra que os alunos foram capazes de desenvolver visões mais adequadas acerca das Ciências. Desta forma, é de considerar que a intervenção pedagógica contribuiu para o desenvolvimento de agilidades cognitivas associadas ao trabalho prático.

Para a dimensão *Aprender sobre as Ciências* existiu igualmente uma evolução, apesar de esta não ser tão prenunciada como as anteriores, no pré-teste os alunos alcançaram 3,4 pontos e no pós-teste os alunos tiveram 13,6 pontos. Isto comprova que os alunos foram capazes de desenvolver uma visão integradora da Ciência, estabelecendo relações entre esta e as aplicações tecnológicas, a Sociedade e o Ambiente. Desta forma, outorga-se que a intervenção pedagógica contribuiu para o desenvolvimento de que a Ciência deve ser apresentada como uma ciência em construção.

4.4. Valor educativo apontado pelos alunos à intervenção pedagógica

A atual secção enfoca na apresentação e análise dos dados em função dos seguintes objetivos de investigação:

- Determinar fatores facilitadores e constrangimentos da Aprendizagem Baseada em Investigação.

A consecução do referido objetivo processou-se através da análise de:

- Opiniões sobre as aprendizagens e competências desenvolvidas durante a intervenção pedagógica.
- Representações dos alunos sobre a relevância da metodologia de ensino.
- Representações dos alunos sobre os constrangimentos da metodologia de ensino.

Os dados aqui apresentados foram recolhidos através de respostas ao questionário de opinião (Anexo 4), preenchido pelos alunos, e posterior análise das mesmas. As questões colocadas possibilitaram conhecer a opinião dos alunos, principais intervenientes no processo de ensino-aprendizagem, e alguns aspetos relacionados com a implementação da intervenção nas aulas de Biologia-Geologia relativas à subunidade “*Obtenção de matéria pelos seres autótrofos*”.

4.4.1. Contributo da estratégia de ensino

Esta secção inicia com a apresentação e análise dos dados referentes às opiniões dos alunos sobre os contributos da atividade de aprendizagem focalizadas na exploração dos conteúdos – *Fotossíntese*. Estes dados foram recolhidos a partir de respostas dos alunos à primeira questão – “Expressa a tua opinião sobre as aprendizagens desenvolvidas durante as aulas utilizando a seguinte escala.” - do Questionário de Opinião (Anexo 4).

O Quadro 13 apresenta os dados relativos à opinião dos alunos sobre as aprendizagens desenvolvidas durante intervenção pedagógica. São apresentadas frequências e percentagens distribuídas pelas categorias Concordo Totalmente (CT), Concordo (C), Discordo (D), Discordo Totalmente (DT) e Não Concordo Nem Discordo (NC/ND), consoante o selecionado pelos alunos.

A análise dos dados do Quadro 13 mostra que para todos os itens uma tendência de opinião claramente centrada nos graus de Concordância Total (CT) e Concordância (C) para a maioria dos itens, com valores significativamente altos (entre 31,6% e 84,2%).

Constata-se a predominância dos resultados concordo totalmente e concordo, por parte dos alunos. Apesar de haver alguns alunos que assinalam o campo discordo em algumas opções, nunca se revelou numa percentagem alta, o que viabiliza a prática letiva. O discordo totalmente e o não concordo/nem discordo não foram assinalados em nenhuma das opções.

Quadro 13: Contributo da metodologia de ensino adotada na aprendizagem dos alunos (n=19)

Competências disciplinares A intervenção pedagógica contribui para o/a ...	CT		C		D		DT		NC/ND	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Conhecer processos de obtenção de matéria pelos seres autotróficos	6	31,6	13	68,4						
Identificar o cloroplasto como o organelo celular no qual ocorre a fotossíntese	12	63,2	6	31,6	1	5,3				
Compreender a fotossíntese como processo de transformação de energia luminosa em energia química	10	52,6	7	36,8	2	10,5				
Compreender os mecanismos inerentes aos processos de fotossíntese			16	84,2	3	15,8				

Legenda: CT - Concordo Totalmente; C - Concordo; D - Discordo; DT - Discordo Totalmente; NC/ND - Não Concordo/ Nem Discordo.

As representações dos alunos sobre as aprendizagens desenvolvidas, mostram que valorizam a metodologia implementada para a compreensão de conteúdos como: obtenção de matéria pelos seres autotróficos; reconhecer a importância do cloroplasto na fotossíntese; a fotossíntese como processo de

transformação de energia luminosa em energia química e os mecanismos inerentes aos processos de fotossíntese.

No que respeita aos dados referentes às opiniões dos alunos sobre os contributos da atividade de aprendizagem enfocadas no desenvolvimento de competências, estes são apresentados e analisados a seguir. Estes dados foram recolhidos a partir de respostas dos alunos à primeira questão do questionário de opinião.

O Quadro 14 apresenta os dados relativos à opinião dos alunos sobre as competências desenvolvidas durante intervenção pedagógica. São apresentadas frequências e percentagens distribuídas pelas categorias Concordo Totalmente (CT), Concordo (C), Discordo (D), Discordo Totalmente (DT) e Não Concordo Nem Discordo (NC/ND), consoante o selecionado pelos alunos.

A análise dos dados do Quadro 14 mostra para todos os itens uma tendência de opinião claramente centrada nos graus de Concordância Total (CT) e Concordância (C) para todos os itens, com valores significativamente altos (até 78.9%).

Relativamente à Discordância total (DT) registaram-se valores baixos (5,3%) em apenas 1 item. Os alunos que se decidiram não concordar nem discordar ocorreram em quase todos os itens, variando entre 5,3% e 10,5%.

Quadro 14: Contributo da metodologia de ensino adotada no desenvolvimento de competências (n=19)

Competências transversais A intervenção pedagógica contribui para o/a ...	CT		C		D		DT		NC/ND	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
	Desenvolver a capacidade de interpretação de gráficos/tabelas	2	10,5	13	68,4	2	10,5			2
Desenvolver o raciocínio	1	5,3	15	78,9	2	10,5			1	5,3
Desenvolver a capacidade de formulação de hipóteses	3	15,8	9	47,4	4	21,1	1	5,3	2	10,5
Desenvolver a capacidade de formulação de conclusões	2	10,5	14	73,7	2	10,5			1	5,3
Valorizar o trabalho desenvolvido pelos cientistas	7	36,8	9	47,4	2	10,5			1	5,3
Valorizar o papel da ciência para a sociedade	7	36,8	11	57,7					1	5,3

Legenda: **CT** - Concordo Totalmente; **C** - Concordo; **D** - Discordo; **DT** - Discordo Totalmente; **NC/ND** - Não Concordo Nem Discordo.

Estes resultados mostram que os alunos valorizam a metodologia implementada para o desenvolvimento de competências transversais como: a capacidade de interpretação de gráficos/

tabelas, o raciocínio e a formulação de conclusões, assim como a valorização do trabalho desenvolvido pelos cientistas e do papel da ciência para a sociedade.

4.4.2. Relevância da estratégia de ensino

A percepção dos alunos acerca da pertinência das atividades desenvolvidas ao longo da intervenção pedagógica está representada no Quadro 15. Os dados apresentados foram recolhidos a partir da análise de respostas abertas à segunda pergunta – *Que relevância atribuis a esta abordagem para a tua aprendizagem?* – do Questionário de Opinião (Anexo 3). Salienta-se que o somatório das frequências registadas no Quadro 15 é superior ao número total de alunos porque cada um podia indicar mais do que uma razão para justificar a sua opinião.

Quadro 15: Razões apontadas pelos alunos para a valorização ‘relevante’ e ‘relevante e limitada’ e ‘limitada’ atribuída à intervenção pedagógica (n=19).

Valorização	Razão	Alunos (f)	
Relevante	Promoção da compreensão do processo de construção da Ciência	1	10
	Promoção da compreensão dos conhecimentos abordados	5	
	Promoção da compreensão do método científico	1	
	Promoção da motivação e/ou atenção dos alunos	2	
	Promoção da capacidade de raciocínio	2	
	Promoção da curiosidade acerca dos cientistas	3	
Relevante e limitada	Promoção da motivação e/ou atenção dos alunos	2	3
	Exploração confusa	2	
Limitada	Exploração confusa	1	4
	Não justifica/ difícil categorização	3	
Ausência de resposta		2	

A generalidade dos alunos atribuiu um valor *relevante* à metodologia de ensino aplicada, enquanto um número reduzido de alunos considera que a metodologia é *limitada* para a aprendizagem. Por outro lado, existe uma minoria que apesar de achar relevante aponta algumas limitações.

O valor *relevante* atribuído, pelos alunos, à metodologia assenta em diversas razões, porém, verifica-se que a promoção da compreensão dos conhecimentos abordados é a razão apontada pela maioria dos alunos. Seguem-se alguns exemplos:

“Atribuo uma grande relevância pois apesar das dificuldades para perceber algumas coisas numa fase inicial acho que depois ao estudar eu lembrava-me das experiências e fixava melhor e compreendia melhor o porquê de alguns passos e resultados.” A14

“Aprendi e aprofundei os meus conhecimentos sobre os seres autotróficos especialmente sobre a fotossíntese.” A11

Verifica-se também que a promoção da curiosidade acerca dos cientistas é uma razão apontada por vários alunos, tal como se mostra:

“O conhecimento de alguns cientistas e também desenvolver o raciocínio visto que a partir da experiência temos de tentar perceber a matéria.” A09

“Desta maneira ficamos a conhecer cientistas e como eles chegaram aos resultados sendo assim muito mais interessante.” A15

As outras razões apontadas pelos alunos para a valorização *relevante* atribuída à metodologia aplicada, assentam na promoção da compreensão do processo de construção da Ciência, promoção da compreensão do método científico, promoção da motivação e/ou atenção dos alunos e promoção da capacidade de raciocínio. Deste modo, a metodologia de Aprendizagem Baseada em Investigação permite ao aluno ligar o conhecimento da sala de aula com aspetos do seu dia a dia, aumentando o seu interesse pelos conteúdos e permitindo-o pensar criticamente nos assuntos. São exemplos de algumas respostas:

“Acho que foi uma boa abordagem e ajudou me a perceber melhor a matéria.” A01

“Eu gostei da abordagem pois é mais interativa e me mantém atenta à aula.” A03

“Penso que foi importante a abordagem das experiências realizadas por cientistas, visto que foram eles a apresentar uma primeira teoria e hipótese de vários temas ou modelos e assim temos o conhecimento que temos agora graças a eles.” A05

O valor *relevante e limitada* apresenta uma distribuição equitativa entre os aspetos relevantes e as limitações. No que se refere aos aspetos relevantes, é repetida a promoção da motivação e/ ou atenção dos alunos. Relativamente às limitações, está relacionada com uma exploração confusa. Assim, os aspetos problemáticos apresentados pelos alunos permitem o reconhecimento de algumas desvantagens:

“Eu acho que esta maneira é um pouco confusa para aprender a matéria, porém acho interessante ver o ponto de vista de diferentes cientistas.” A06

“No início é um pouco confuso, mas depois ajuda na compreensão da matéria.” A08

O valor *limitado* atribuído, pelos alunos, à metodologia assenta num número reduzido de razões. Estas razões prendem-se com que a exploração confusa das atividades e a exploração de assuntos irrelevantes.

“Como referi anterior acho que este método de ensino não se aplica a mim visto que tenho mais dificuldades em aprender e perceber os conteúdos lecionados. Mesmo com o ensino à distância que já é difícil aprender com este método não sei se é o melhor para mim.” A04

“Não gostei nem achei intuitivo este método de ensino pois tenho uma maior capacidade de absorção de conteúdo e aprendido com o conteúdo "bruto" no teórico.” A12

4.4.3. Constrangimentos da estratégia de ensino

A recolha de dados acerca de constrangimentos associados à metodologia implementada foi efetuada através da análise das respostas dos alunos à questão - *Sentiste dificuldades na execução das atividades implementadas durante as aulas? Justifica a tua resposta* – que integra o Questionário de Opinião (Anexo 4).

A perceção da ocorrência de dificuldades é apontada por um número reduzido de alunos, apenas 7 alunos. Sendo que os restantes 12 alunos afirmam não ter dificuldades associadas à metodologia.

As razões apontadas pelos alunos para o grau de dificuldade sentido estão, amplamente relacionadas com o grau de complexidade de alguns pontos da atividade de aprendizagem. A falta de familiarização dos alunos com metodologias que desenvolvem o seu pensamento crítico através da apresentação de problemas e exploração de dados, gráficos e imagens para a construção de hipóteses e conclusões, leva a que estes olhem com estranheza para práticas com esta construção. Contudo, alguns alunos afirmam que foram capazes de ultrapassar as dificuldades ao expor as suas dúvidas à professora.

“Sim, em algumas atividades as perguntas requeriam um raciocínio mais complexo do que estou habituada, mas depois de algumas fichas comecei a sentir menos dificuldades.” A03

“Sempre que senti dificuldades eu perguntei á professora e ela esclareceu-me.” A07

“No início custou me muito entender todas experiências rápido pois não é tipo de ensino que estou mais habituada.” A14

V – CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Introdução

O quinto e último capítulo explicita as principais conclusões resultantes da avaliação da intervenção pedagógica, tendo em consideração os objetivos delineados. Seguidamente, são apresentadas algumas sugestões para futuras investigações, dentro da temática aqui abordada. Por fim, elucida-se a importância do projeto de intervenção pedagógica no desenvolvimento pessoal e profissional e a transformação que tive enquanto professora.

5.1. Conclusões do estudo

Tendo em conta os objetivos traçados para esta intervenção pedagógica, é possível retirar algumas conclusões que sucedem da análise dos dados recolhidos. Recordando que os objetivos desta intervenção pedagógica são os abaixo apresentados:

- Analisar o papel da Aprendizagem Baseada em Investigação (ABI) no ensino do tema “Obtenção de matéria pelos seres autotróficos”, na disciplina de Biologia e Geologia no 10º ano de escolaridade do Ensino Secundário;
- Analisar o papel da ABI na capacidade de resolução de problemas por parte dos alunos;
- Capacitar os alunos para a resolução de problemas típicos do exame nacional de Biologia e Geologia;
- Determinar fatores facilitadores e constrangimentos da ABI.

Os resultados da avaliação da intervenção pedagógica apontam para o um relevante contributo da ABI para a aprendizagem dos alunos na subunidade “*Obtenção de matéria pelos seres autotróficos*” na disciplina de Biologia e Geologia no 10º ano de escolaridade. É ainda possível observar o desenvolvimento da capacidade de resolução de problemas, conforme os propostos nos exames de Biologia e Geologia, e apontam para a pertinência desta abordagem reconhecida pelos alunos.

Para a concretização dos objetivos “Analisar o papel da Aprendizagem Baseada em Investigação (ABI) no ensino do tema “Obtenção de matéria pelos seres autotróficos, na disciplina de Biologia e Geologia no 10º ano do Ensino Secundário” e “Capacitar os alunos para a resolução de problemas típicos do exame nacional de Biologia e Geologia” foram avaliados a partir do pré-teste e pós-teste.

A partir dos resultados podemos concluir que a estratégia contribuiu para a construção do conhecimento científico dos alunos no tópico *Fotossíntese*. A frequência de Respostas Incorretas diminuiu para todos os itens quando se compara o pré-teste com o pós-teste, havendo um aumento das Respostas Parcialmente Aceites. É ainda possível observar uma diminuição acentuada na categoria Não Responde, passando apenas a estar presente numa resposta no pós-teste.

Por conseguinte, em consideração a estes dois objetivos podemos concluir que os resultados alcançados apoiam a utilização da ABI como estratégia de ensino que visa melhorar a aprendizagem dos alunos. Na medida em que estes questionários foram construídos a partir de exercícios típicos de exame, pode-se afirmar com fidelidade que a ABI é uma estratégia que habilita os alunos para a resolução de exercícios típicos de exame. Assim, esta intervenção consistiu numa proposta relevante para promover o sucesso escolar destes alunos.

Ao revigorar a aprendizagem dos alunos na disciplina de Biologia e Geologia, também avançamos na formação de cidadãos cientificamente mais cultos. Esta intervenção veio revelar importantes dados sobre a Educação em Ciência. Perante os dados obtidos, podemos concluir que a estratégia desenvolveu nos alunos: (a) competências de aplicação dos conhecimentos adquiridos em novos contextos e problemas, e o conhecimento e compreensão de conceitos, factos e princípios e (b) a interpretação de informação, utilizando modelos teóricos que permitam atribuir sentido aos dados recolhidos, bem como a análise de informação e realização de inferências para formular hipóteses, conclusões e estabelecer relações entre variáveis apresentadas. Estas conclusões são suportadas pelas cotações obtidas nas dimensões *Aprender Ciências*, *Aprender a fazer Ciências* e *Aprender sobre as Ciências* no pós-teste.

Para a execução do objetivo “Analisar o papel da ABI na capacidade de resolução de problemas por parte dos alunos”, procedeu-se à análise dos resultados do pré e pós-teste, segundo as dimensões do Processo Cognitivo e do Processo do Conhecimento da Taxonomia de Bloom.

Os resultados debatidos revelam que a estratégia é eficaz na promoção do processo Cognitivo, na medida em que existe uma evolução positiva nas dimensões do *Conhecimento*, da *Compreensão*, da *Aplicação*, da *Análise* e da *Criação*, no pós-teste. Desta forma, pode-se concluir que com esta estratégia os alunos melhoraram: (a) a resolução de questões com uso simples da memória, informações isoladas ou conhecimentos específicos utilizados separadamente; (b) a compreensão dos conteúdos e os seus significados, e fazer uso destes em contextos diferentes determinados nas questões, cuja resolução não exija maior complexidade e (c) a capacidade de decompor o material nas suas partes constituintes e determinar como as partes se relacionam entre si, sendo capazes de classificar e relacionar pressupostos, hipóteses e evidências propostas nas questões.

Da mesma forma, os resultados indicam a eficiência da estratégia na promoção do Processo do Conhecimento, isto porque se observa um aumento das cotações obtidas nas dimensões do *Conhecimento Factual*, do *Conhecimento Conceptual* e do *Conhecimento Processual*. Portanto, pode-se afirmar que a ABI contribui para (a) a obtenção de saberes básicos como terminologia e detalhes específicos necessários para a resolução de problemas na subunidade estudada e (b) para o desenvolvimento de competências mais complexas, que implicam a integração do significado das informações, indo além da simples assimilação literal. Estes resultados apresentam, portanto, que a metodologia aplicada contribuiu para a aquisição de conhecimentos, princípios e generalizações, bem como de teorias, modelos e estruturas.

No que diz respeito ao último objetivo “Determinar fatores facilitadores e constrangimentos da ABI”, a sua execução passou pela análise das respostas dos alunos dadas aos questionários de opinião. As osculações feitas aos alunos sobre as aprendizagens desenvolvidas, evidenciaram que valorizaram a metodologia implementada para a compreensão de conteúdos como: fotossíntese, Ciclo de Calvin, fase dependente da luz e fase não dependente da luz. Além disto, identificaram o contributo para o desenvolvimento de competências transversais como: a capacidade de interpretação de gráficos/tabelas, o raciocínio e a formulação de conclusões, assim como a valorização do trabalho desenvolvido pelos cientistas e do papel da ciência para a sociedade.

Os dados analisados mostraram que a grande maioria dos alunos atribui um valor *Relevante* à estratégia utilizada pelo professor estagiário, enquanto os restantes alunos atribuem um valor *Relevante e limitada* ou *limitada* à implementação desta metodologia na sala de aula. Os alunos justificam esta valorização, entre outras razões com: promoção da compreensão dos conhecimentos abordados, promoção da compreensão do método científico, promoção da motivação e/ou atenção dos alunos, promoção da capacidade de raciocínio e promoção da curiosidade acerca dos cientistas.

Ainda no âmbito do questionário de opinião, verifica-se que um número reduzido de alunos enumera dificuldades ligadas à estratégia. As razões apontadas pelos alunos para o grau de dificuldade sentido foram essencialmente a exploração confusa. Um outro grupo de alunos apesar de achar difícil não conseguiu justificar ou não foi possível categorizar a sua resposta. A falta de familiarização dos alunos com metodologias que ajudem a desenvolver o pensamento crítico com a ajuda de resolução de problemas e exploração de dados, gráficos e imagens para a construção de hipóteses e conclusões, leva a que estes vejam com algum receio (e medo) as práticas que promovam esta construção.

Contudo, para que tudo isto seja possível é importante continuar a oferecer formação contínua aos professores, com novas técnicas e métodos de ensino, para que estes vão atualizando a sua prática

letiva e acompanhando as mudanças que são possíveis fazer no ensino. É imprescindível que conheçam bem as suas turmas, nomeadamente a nível comportamental para que este tipo de método seja mais facilmente implementado.

Tendo em consideração os resultados obtidos no decorrer desta intervenção é possível concluir que os alunos apreciaram a metodologia de ensino utilizada e que esta ajudou na estimulação e despertou o interesse para os assuntos abordados na disciplina de Biologia e Geologia.

5.2. Sugestões para futuras investigações

Tendo em conta as conclusões apresentadas anteriormente, é fácil de perceber o sucesso que a Aprendizagem Baseada em Investigação teve no processo de ensino-aprendizagem da disciplina de Biologia e Geologia. Fica clara a importância de dar continuidade à implementação de estudos de natureza semelhante à do presente estudo. De seguida, são apresentadas algumas propostas para futuras investigações.

Em primeiro lugar, sugiro a criação de materiais didáticos que visem promover no aluno atitudes investigativas, quer isto dizer que, propiciem o desenvolvimento de competências relacionadas com a formulação de hipóteses, a interpretação de dados, discussão dos mesmos e formulação de conclusões. Os manuais escolares vulgarmente adotados pelas escolas raramente contêm propostas didáticas com estas características. Os alunos e professores estão demasiado habituados ao ensino tradicional e expositivo que não incita à resolução de problemas, à investigação de dados e discussão. Tudo isto leva a que não se sintam familiarizados com práticas mais desafiantes, como o caso da Aprendizagem Baseada em Investigação.

Em segundo lugar, proponho ampliar o estudo aqui iniciado. Para tal, a estratégia deveria ser aplicada a outros conteúdos da disciplina e em outros níveis de ensino.

Por fim, proponho um estudo que se volte para a relevância atribuída pelos professores de Biologia e Geologia à Aprendizagem Baseada em Investigação para o desenvolvimento de competências do conhecimento substantivo.

5.3. Do *Eu* pessoal ao *Eu* profissional: um processo de transformação

Os alunos precisam de ter oportunidades para desenvolver competências pessoais e habilidades de pensamento crítico. A sala de aula pode ser o local que disponibiliza essas oportunidades, ao criar

práticas em que os alunos se tornem capazes de resolver problemas, tomar decisões, pensar criticamente e trabalhar em equipes. Para isso, é preciso que o professor procure criar materiais cada vez mais diversificados.

O Ensino das Ciências atualmente é desafiado a envolver os alunos, de forma que aprendam os processos e métodos, utilizem os conceitos e teorias científicas e interrelacionem os dados de experiências realizadas, para que compreendam os fenômenos do seu dia a dia.

Ao longo deste ano, apesar de atípico, foi-me proporcionada a oportunidade de aprender a ser professora. Pela primeira vez, tive contacto em meio escolar com turmas do ensino secundário e pude trabalhar de perto com elas.

A prática reflexiva ao longo da intervenção pedagógica e o desenvolvimento de proficiências, através da análise das práticas de ensino da orientadora de estágio constituiu, um dos maiores instrumentos de aprendizagens. Tratou-se de uma ótima metodologia de desenvolvimento pessoal e profissional. Esta prática permitiu-me desenvolver o meu sentido crítico, mas acima de tudo a justificar de forma detalhada e correta essa crítica.

Uma das maiores mudanças que sinto que ocorreu em mim enquanto profissional foi logo no 1º ano do Mestrado, no que diz respeito à avaliação das aprendizagens. Aquilo que me havia sido incutido em quase todos os anos de escola era que a minha nota dependia dos meus testes. Pois, aqui eu descobri que havia avaliação formativa e sumativa. Se queremos desenvolver competências transversais nos alunos ambas têm de ser usadas na proporção corretas. Com o ensino à distância passei a dar ainda mais valor à avaliação formativa. Percebi que dar um teste à distância e não ver o que os alunos faziam podia influenciar os resultados. Uma resposta espontânea numa aula era muito mais proveitosa, assim entrava definitivamente a avaliação formativa na minha vida. Assim, a avaliação deve-se adequar aos momentos e aos alunos e não acontecer o contrário, nunca os alunos adequarem-se à avaliação.

Ainda na mesma linha de pensamento, até à data que a minha orientadora me desafiou a construir um instrumento de avaliação eu nunca o tinha feito. Foi um verdadeiro desafio. Nunca havia refletido quais os aspetos que deveriam constar num instrumento de avaliação (ex. teste sumativo). Com a certeza que a nossa orientadora fez um ótimo trabalho, ao longo deste ano, conseguindo proporcionar-nos diversas aprendizagens: (a) seleccionar e explorar bons textos científicos e como os aplicar em testes; (b) compreender e utilizar a Taxonomia de Bloom para a criação de questões que contemplem diferentes níveis do Processo Cognitivo e do Conhecimento; (c) desenhar questões de diferentes tipos, tendo em conta diferentes fatores (tempo para resolução, semelhança ao Exame Nacional), (d) dividir corretamente as cotações pelas questões e pelos diferentes tópicos de cada questão e (e) criar diferentes tipos de

grelhas que auxiliam no processo de correção ou observação de aulas. Todos pontos foram desenvolvidos ao longo deste ano e contribuíram em larga escala para uma melhor preparação da intervenção pedagógica.

A observação de aulas, quer da professora titular, quer da minha colega de estágio, revelou-se uma estratégia muito vantajosa para a minha prática letiva. Ao debatermos aquilo que era feito foram sempre criadas novas perspetivas de conhecimento, tendo sempre como objetivo melhorar a prática pedagógica. Por outro lado, a reflexão sobre as minhas aulas também me permitiu crescer enquanto pessoa.

Pela conjuntura do *estágio* nos obrigou a trabalhar em pares, este fortaleceu o meu trabalho em equipa. Foi imperativo em vários momentos a ajuda entre mim e a minha colega de estágio para que ambas chegássemos ao sucesso.

Todo o mestrado em ensino proporcionou-me uma grande aquisição de conhecimentos dos mais variados tipos. No primeiro ano, apesar de mais monótono, foi de extrema relevância devido à sua pedagogia. Já o segundo ano, mais ativo, senti que podia usar as ferramentas que tinha adquirido no ano anterior. Portanto, não acho que algo deles tenha tido mais pertinência no meu desenvolvimento, mas sim, que ambos se complementam.

Levo comigo uma grande vantagem: aprendi a usar as novas tecnologias numa nova perspetiva e descobri plataformas que desconhecia por completo. O ensino à distância obrigou-nos a todos a apelar à imaginação e procurar estratégias que cativassem os alunos. Não era por estarmos em frente a um computador que se tornava fácil, pelo contrário, tudo pode ser bem mais complicado. Promover o ensino à distância e trazer os alunos para junto de mim foi, sem sombra de dúvidas, o verdadeiro desafio deste *estágio*.

Por último, trago no bolso mais uma colossal transformação: a capacidade de trabalhar em grupo. Claro que este só é possível quando todos cooperam num mesmo sentido e têm um mesmo objetivo. Se assim for, faz todo o sentido e o trabalho torna-se mais agradável e proveitoso. Para tal, temos de encontrar o nosso grupo de trabalho, aquele que consegue tirar o melhor de nós.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abd-El-Khalick, F., BouJaoude, S., Duschl, R., Lederman, G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., Niaz, M., Treagust, D. & Tuan, H. (2004). *Inquiry in Science Education: International Perspectives*. Science Education, 88(3), 397-419.
- Acevedo, J. A., Acevedo, P., Manassero, M. A., Oliva, J., Paixão, M. F. & Vázquez, A. (2004). *Natureza da ciência, didática da ciência, prática docente e tomada de decisões tecnocientíficas*. In: III Seminário-Ibérico CTS no Ensino das Ciências. Universidade de Aveiro.
- Airasian & Abrams (2003). Classroom Student Evaluation. In T. Kellaghan & D. Stufflebeam (Eds.), *International Handbook of Educational Evaluation*. Dordrecht, Great Britain: Kluwer Academic Publishers, 533 - 548.
- Alarcão, I. (Org.), (2013). *Formação reflexiva de professores: estratégias de supervisão*. Porto: Porto Editora.
- American Association for the Advancement of Science. (1993-2009). Acedido em outubro de 2020. Disponível em: <http://www.project2061.org/publications/bsl/online/index.php>
- Anderson, L.W. (Ed.), Krathwohl, D.R. (Ed.), Airasian, P.W., Cruikshank, K.A., Mayer, R.E., Pintrich, P.R., Raths, J., & Wittrock, M.C. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Longman.
- Anderson, R. D. (2002). *Reforming Science Teaching: What Research says about Inquiry*. Journal of Science Teacher Education, 13(1), 1-12.
- Azevedo, M. N. (2008). *Pesquisa-ação e atividades investigativas na aprendizagem da docência em Ciências*. Dissertação Mestrado em Educação. Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Azevedo, M. N. (2013). *Mediação discursiva em aulas de Ciências, motivos e sentidos no desenvolvimento profissional docente*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Banchi, H., & Bell, R. (2008). *The Many Levels of Inquiry*. Science and Children, 26-29.
- Bardin, L. (2016). *Análise de Conteúdo*. São Paulo: Edições 70.
- Bayram, Z., Oskay, Ö., Erdem, E., Özgür, S. & Şen, Ş. (2013). *Effect of Inquiry based Learning Method on Students' Motivation*. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 106, 988–996.
- Benetti, B. & Ramos, E. M. (2013). *Atividades experimentais no Ensino de Ciências no nível Fundamental: perspectivas de professoras dos Anos Iniciais*. Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (IX ENPEC). Águas de Lindóia, São Paulo, Brasil.
- Bonwell, C. C. & Eison, J. A. (1991). *Active Learning: Creating Excitement in the Classroom*. ASHE-ERIC Higher Education Reports. Washington: ERIC Publications.
- BSCS. (2006). *BSCS Biology: A Molecular Approach*. Columbus: Glencoe/McGrill-Hill Companies, Inc.
- Bybee, R. & DeBoer, G. (1994). Research on goal for the science curriculum. In D. Gabel (Ed.), *Handbook of research on science teaching and learning*. New York: Macmillan, 357-387.
- Bybee, R. (2000). Teaching science as inquiry. In J. Minstrell, & E. van Zee (Eds.), *Inquiry into inquiry learning and teaching in science*. Washington, DC: American Association for the Advancement of Science, 20-46.
- Cachapuz, A., Praia, J. & Jorge, M. (2002). *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências* (1ª ed.). Lisboa: Ministério da Educação.

- Carvalho, A. M. P. (1997). *Ciências no Ensino Fundamental*. Caderno de Pesquisa, (110), 153-168.
- Carvalho, A. M. P. (2013). O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. Em: A. M. P. Carvalho (Org.), *Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 1-20.
- Colburn, A. (2000). *An Inquiry Primer*. Science Scope, 23(6), 42-44.
- Colombo Junior, P. D., Lourenço, A. B., Sasserón, L. H. & Carvalho, A. M. P. (2012). *Ensino de Física nos Anos Iniciais: Análise da argumentação na resolução de uma "atividade de conhecimento físico"*. Investigações em Ensino de Ciências, 17(2), 489-507.
- Coutinho, C. P. (2019). *Metodologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas: Teoria e Prática*. Coimbra: Edições Almedina
- De Robertis, E. & Hib, J. (2012). *De Robertis - Biología Celular e Molecular*. Argentina: Hipocrático
- DeBoer, G. (2006). Historical perspectives on inquiry teaching in school. In L. Flick, & N. Lederman (Eds.), *Scientific inquiry and nature of science: Implications for teaching for teaching, learning, and teacher education*. Dordrecht: Springer, 17-35.
- Dewey, J. (1997). *How We Think*. New York: Courier Corporation.
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H. & Wenderoth, M. P. (2014). *Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics*. Proceedings for the National Academy of Sciences of the United States of America, 8410-8415.
- Freire, A. M. (1993). *Um olhar sobre o ensino da Física nos últimos cinquenta anos*. Revista de Educação, III (1), 37-49.
- Freire, A. M. (2009). *Reformas curriculares em ciências e o ensino por investigação*. Actas do XIII Encontro Nacional de Educação em Ciências, Castelo Branco
- Freire, P. (2000). *Pedagogy of the Oppressed: 30th Anniversary Edition*. Bloomsbury Academic.
- Freire, S., Faria, C., Galvão, C. and Reis, P. (2013). *New Curricular Material for Science Classes: How Do Students Evaluate It?*, Research in Science Teaching, 43, 163- 178.
- Gabini, W. S. & Diniz, R. E. S. (2012). *Formação docente e o ensino de ciências nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental: O foco na escola*. Atas Encontro Nacional de Didática e Práticas de Ensino (XVI ENDIPE). São Paulo. Campinas: UNICAMP, Brasil.
- Gall, M., Gall, J., & Borg, W. (2003). *Educational Research: An introduction* (7^a ed.). USA: Arnis E. Burvikovs.
- Galvão, C., Reis, P., Freire, A. M., & Oliveira, T. (2006). *Avaliação de competências em ciências*. Lisboa: Edições ASA.
- Gómez, G., Flores, J. & Jiménez, E. (1996). *Metodología de la investigación cualitativa*. Ediciones Aljibe
- Gómez-Martínez, Y., Carvalho, A. M. P. & Sasserón, L. H. (2015). *Catalizar la Alfabetización Científica. Una vía desde la articulación entre Enseñanza por Investigación y Argumentación Científica*. Revista de Enseñanza de La Física, Córdoba, 27(2), 19-27.
- Gouw, A. M. S., Franzolin, F. & Fejes, M. E. (2013). *Desafios enfrentados por professores na implementação de atividades investigativas nas aulas de Ciências*. Ciência & Educação, Bauru, 19(2), 439-454.
- Gutiérrez, I. G. (1986). La motivación escolar: determinantes sociológicos y psicológicos del rendimiento. In Juan Mayor (Dir.). *Sociología y psicología social de la educación*. Madrid: Ediciones

- Anaya, Harlen, W. (2010). *Principios y grandes ideas de la educación en ciencias*. Association for Science Education.
- Harlen, W. (2015). *Inquiry-Based Learning in Science: assessment and content implications*. Saarbrücken, Germany: LAMBERT Academic Publishing.
- Harlen, W., & Allende, J. (2006). *IAP Report of the Working Group on the International Collaboration in the Evaluation of IBSE programs*. Fundación para Estudios Biomédicos Avanzados, Facultad de Medicina, University of Chile.
- Hodson, D. (1998). *Teaching and learning science*. Buckingham: Open University Press.
- Hodson, D. (2003). *Time for Action: Science Education for an Alternative Future*. International Journal of Science Education, 25, 645-670.
- Hodson, D. (2006). *Why we should prioritize learning about science*. Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education, 6(3), 293-311.
- Hodson, D. (2014). *Learning Science, Learning about Science, Doing Science: Different goals demand different learning methods*. International Journal of Science Education, 36 (15), 2534-2553.
- Hofstein, A. & Llunetta, V. N. (2004). *The laboratory in science education: foundations for the twenty-first century*. Science Education. 88(1), 28–54.
- Jiménez Raya, M., Lamb, T. & Vieira, F. (2007). *Pedagogia Para a Autonomia na Educação em Línguas na Europa: para um quadro de referência do desenvolvimento do aluno e do professor*. Dublin: Authentik.
- Klinckman, E. (Ed.) (1976). *Biology Teachers' Handbook*. (Tradução de A. Lopes, A. Faria, G. Ferreira, S. Fonseca e Silva, L. Cortesão e Z. Carvalho). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Lamonato, M. & Passos, C. L. B. (2012). *Siga os exemplos dos alunos: aprendizagens em aulas exploratório-investigativas no 4º ano do ensino fundamental*. São Carlos: Revista Eletrônica de Educação, 6(1), 243-265.
- Leite, L. (2001). Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. In ME (Eds.), *Cadernos didáticos de ciências*, 1. Lisboa: Ministério da Educação (DES).
- Lemke, J. L. (1997). *Aprender a hablar ciencia*. Barcelona: Paidós.
- Lima, J., & Freitas, M. (1987). *Biologia: o estudo da vida: 10º ano de escolaridade*. 3ª ed. Porto: Edições Asa.
- Lima, M. E. C. C., David, M. A. & Magalhães, W. F. (2008). *Ensinar Ciências por Investigação: Um Desafio para os Formadores*. Química nova na escola, (29), 24-29.
- Lopes, J. Siva, H., Dominguez, C. & Nascimento M. (2019). *Educar para o Pensamento Crítico na Sala de Aula. Planificação, Estratégias e Avaliação*. Lisboa: Pactor.
- Lopes, T. & Precioso, J. (2016). *Causas do insucesso escolar na disciplina de Biologia e Geologia do Ensino Secundário em Portugal e vias para o prevenir: um estudo efetuado com professores*. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 15(1), 1-23.
- Lopes, T. (2020). *Insucesso Escolar na disciplina e no exame de Biologia e Geologia e fatores associados*. Tese de Doutoramento. Universidade do Minho.
- Lopes, T. & Precioso, J. (2018). *Evolução do Insucesso Escolar nos Exames Nacionais do Ensino Secundário, por Sexo, em Portugal*. Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa, 2018, 11(2), 53-69.

- Lunetta, V. (1998). The school science laboratory: Historical perspectives and contexts for contemporary teaching. In Fraser, B., & Tobin, K. (Eds.), *International Handbook of Science Education*. Dordrecht: Kluwer academic publishers, 249-264.
- Machado, V. F. & Sasseron, L. H. (2012). *As perguntas em aulas investigativas de Ciências: a construção teórica de categorias*. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências 12(2), 29-44.
- Martín, E. & Moreno, A. (2009). *Competência para aprender a aprender*. Madrid: Alianza Editorial.
- Martins, G., Gomes, C., Brocardo, J., Pedroso, J., Camilo, J., Silva, L., Encarnação, M., Horta, M., Calçada, M., Nery, R. & Rodrigues, S. (2017). *Perfil dos alunos à saída da escolaridade obrigatória*. Ministério da Educação, Direção-Geral da Educação.
- Martins, I. P. (2003). *Literacia científica e contributos do ensino formal para a compreensão pública da ciência*. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- McMillan, J. & Schumacher, S. (2010). *Research in education: evidence – based inquiry*. Boston: Pearson Education
- Millar, R. (2002). Towards a science curriculum for public understanding. In S. Amos & R. Boohan, *Teaching Science in secondary schools*. London: RoutledgeFalmer, 113-127.
- Ministério da Educação. (2018). *Aprendizagens Essenciais – Biologia e Geologia*. DGE – Direção-Geral de Educação.
- Minner, D. D., Levy, A. J. & Century, J. (2010). *Inquiry-Based Science Instruction—What Is It and Does It Matter? Results from a Research Synthesis Years 1984 to 2002*. Journal of Research in Science Teaching, 47(4), 474–496.
- Minstrell, J. & Van Zee, E. H. (2000). *Inquiring into Inquiry Learning and Teaching in Science*. Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.
- Moutinho, S., Torres, J., & Vasconcelos, C. (2014). *Aprendizagem baseada em problemas e ensino expositivo: um estudo comparativo*. Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica, 4(01), 15-31.
- Munford, D. & Lima, M. E. (2007). *Ensinar Ciências por investigação: O que estamos de acordo? Ensaio*. Pesquisa em Educação em Ciências, 9(1), 72-89.
- National Research Council (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academic Press.
- National Research Council (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academic Press.
- Novais, A. (2015). *O Ensino da Biologia com recurso a Atividades de Campo e laboratoriais: uma intervenção centrada no tema "Diversidade na Biosfera"*. Relatório de Estágio. Universidade do Minho, Braga, Portugal.
- Oliveira, O., Ribeiro, E. & Silva, J. (2007). *Desafios 10, Vol. 2*. Biologia e Geologia. Edições ASA.
- Oliveira, S. (2014). *As potencialidades pedagógicas da WebQuest no ensino e aprendizagem da Geologia: um estudo com alunos do 11.º ano no tema "Principais etapas de formação das rochas sedimentares"*. Relatório de Estágio. Universidade do Minho.
- Olson, S. & Loucks-Horsley, S. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*. Washington DC: National Academy Press.
- ORBIT: The Open Resource Bank for Interactive Teaching. (2021). Acedido em novembro de 2020. Disponível em oer.educ.cam.ac.uk/wiki/Teaching_Approaches/Inquiry

- Pérez, D. (1993). *Contribución de la historia e de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación*. Enseñanza de las Ciencias, 11(2), 197-212.
- Popham, W. J. (2018). *Classroom assessment: What teachers need to know* (8th ed.). New York, NY: Pearson.
- Pozzo, J.I. (1987). *Aprendizaje de la Ciencia y pensamiento causal*. Madrid: Visor Libros.
- Raven, P., Johnson, G., Mason, K., Losos, J. & Singer, S. (2017). *Biology*. 11ª Edição. Graw-Hill Higher Education.
- Rodríguez, J. J. G. & León, P. C. (1995). *¿Cómo enseñar? Hacia una definición de las estrategias de enseñanza por investigación*. Investigación en la escuela, (25), 5-16.
- Russell, M. K. & Airasian, P. W. (2011). *Classroom assessment: Concepts and applications* (7th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Sadeh, I. & Zion, M. (2009). *The Development of Dynamic Inquiry Performances within an Open Inquiry Setting: A Comparison to Guided Inquiry Setting*. Journal of Research in Science Teaching, 46 (10), 1137-1160.
- Santos, M. E. (2014). *Que Escola? Que educação? Para que cidadania? Em que escola?* Alcochete: Alfarroba.
- Shulman, L.S. & Tamir, P. (1973). Research on teaching in the natural sciences. In *Second handbook of research on teaching*. Rand McNally, Ed. R. Travers. Chicago, 1098-1148.
- Soares, J., Coelho da Silva, J. L. & Esteves Mendes, L. (2014) *Planificación del Aprendizaje por los Alumnos: Una estrategia pedagógica en Ciencias Naturales*. XXVII Congreso de ENCIGA. Asociación dos Ensinantes de Ciencias de Galicia. Moaña, España,
- Sousa, A. (2005). *Investigação em Educação*. Livros Horizonte.
- Valente, M. O. (1978). *Projecto de Física*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian
- Vasconcelos, C. (2012). Teaching Environmental Education through PBL: Evaluation of a Teaching Intervention Program, *Research in Science Education*, 42 (2), 219–232.
- Vasconcelos, C. & Almeida, A. (2012). *Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas no Ensino das Ciências*: Propostas de trabalho para Ciências Naturais, Biologia e Geologia. Porto: Porto Editora.
- Veloo, A., Perumal, S. & Vikneswary, R. (2013). *Inquiry-based instruction, students' attitudes and teachers' support towards science achievement in rural primary schools*. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 93(2013), 65–69.
- Vieira, F. (2010). Formação reflexiva de professores e pedagogia para a autonomia: Para a constituição de um quadro ético e conceptual da supervisão. In F. Vieira, M. A. Moreira, I. Barbosa, M. Paiva, & I. S. Fernandes (Eds.), *No caleidoscópio da supervisão: Imagens da formação e da pedagogia* (2.ª ed.). Mangualde: Edições Pedagogo, 15-45.
- Vieira, F. (2014). Pedagogia, Formação e Investigação. In F. Vieira (Org.), *Quando os professores investigam a pedagogia. Em busca de uma educação mais democrática*. Ramada: Edições Pedagogo, 11-57.
- Vieira, F. (2019). *Estágio Profissional – Dossiê de Orientações Gerais*. Braga: Universidade do Minho.
- Vygotsky, L. S. (1986). *Thought and Language*. The MIT Press; revised edition.

- Wheeler, G. F. (2000). The Three Faces of Inquiry. In J. Minstrell e E. Van Zee (Eds.), *Inquiring into inquiry learning and teaching in science*. Washington: American Association for the Advancement of Science, 14-19.
- Zeichner, K. (1993). *A formação reflexiva de professores: ideias e práticas*. Lisboa: Educa.
- Zômpero, A. F. & Laburú, C. E. (2011). *Atividades investigativas no ensino de ciências: Aspectos históricos e diferentes abordagens*. Revista Ensaio, Belo Horizonte, 13(3), 67-80.
- Zômpero, A. F., Figueiredo, H. R. S. & Mello, K. C. (2013). *Diferenciação e reconciliação de significados produzidos por alunos dos Anos Iniciais em atividades investigativas: uma abordagem ausubeliana*. Experiências em ensino de ciências, 8(2), 116-125.

ANEXOS

Anexo 1 – Questionário de pré-teste e pós-teste

Nome: _____ N.º: ____ Turma: ____ Data: _____

1. Leia o texto abaixo com atenção.

O crescimento das plantas depende da atividade fotossintética. Esta é fortemente influenciada por vários fatores ambientais. Num determinado habitat, a luz e a temperatura variam significativamente ao longo de um dia, por conseguinte, a fotossíntese ocorre a uma taxa abaixo do seu valor máximo durante parte do tempo.

Para reconhecer até que ponto os fatores ambientais influenciam a taxa de fotossíntese, foi realizada uma experiência com plantas de sardineira, em diferentes condições experimentais. Nos doze ensaios realizados, foram utilizados lotes de plantas com o mesmo grau de desenvolvimento, submetidas a concentrações de dióxido de carbono e a temperaturas que variaram de acordo com a Tabela I. Nestes ambientes, as condições de humidade e de intensidade luminosa foram semelhantes e não limitantes.

Tabela I

	Temperatura (°C)					
Lote 1	15	25	30	35	45	50
Concentração atmosférica de CO₂						
Lote 2	15	25	30	35	45	50
Concentração saturante de CO₂						

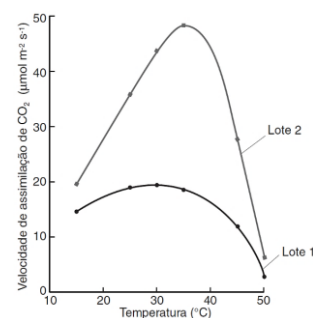


Figura 1 - As taxas de fotossíntese obtidas em cada ensaio permitiram traçar os gráficos da Figura 2

1.1. As estufas são importantes para a produção de alimentos, principalmente em épocas em que as condições atmosféricas e climáticas não o permitem. Com base nos dados da experiência, descreve como construirias uma estufa para otimizar a produção de alimentos. (16 pontos)

1.2. Seleciona a opção que torna verdadeira a afirmação seguinte. (5 pontos)

A partir dos resultados podemos concluir que as plantas do lote _____ submetidas a concentrações normais de CO₂, apresentam a maior taxa de crescimento à temperatura de _____.

- (A) lote 1 ... 40 °C
- (B) lote 2 ... 30 °C
- (C) lote 2 ... 40 °C
- (D) lote 1 ... 30 °C

1.3. Selecciona a opção que torna verdadeira a afirmação seguinte. (7 pontos)

De acordo com os resultados da experiência, pode inferir-se que o crescimento das plantas do lote 1 foi menor, porque:

- (A) a quantidade de CO₂ disponível era inferior à capacidade de assimilação das plantas.
- (B) as temperaturas utilizadas não foram as mais adequadas à realização da fotossíntese.
- (C) a intensidade luminosa não variou durante a realização da experiência.
- (D) a água fornecida ao longo da experiência foi insuficiente

1.4. Selecciona a opção que torna verdadeira a afirmação seguinte. (7 pontos)

As taxas de fotossíntese registadas nos ensaios do lote 2 apresentam variações. As variações dependem:

- (A) exclusivamente da temperatura.
- (B) da intensidade da luz e da temperatura.
- (C) exclusivamente do dióxido de carbono.
- (D) da humidade e do dióxido de carbono.

1.5. Submetidas a temperaturas com valores semelhantes, as plantas dos lotes 1 e 2 apresentaram taxas de fotossíntese diferentes. Justifique os resultados obtidos, tendo em conta as condições em que a experiência foi realizada (10 pontos).

2. Selecciona a opção que torna verdadeira a afirmação seguinte. (7 pontos)

Na fase diretamente dependente da luz, na fotossíntese, ocorre:

- (A) oxidação de NADP⁺.
- (B) fosforilação de ADP.
- (C) descarboxilação de compostos orgânicos.
- (D) redução de CO₂.

3. Ordene as expressões identificadas pelas letras de **A** a **E**, de modo a reconstituir a sequência cronológica de acontecimentos relacionados com a fotossíntese (11 pontos).

- A.** Redução de dióxido de carbono.
- B.** Cisão de moléculas de água.
- C.** Excitação de moléculas de clorofila.
- D.** Formação de hidratos de carbono.
- E.** Libertação de oxigénio.

4. Na fotossíntese, realizada pelos seres fotoautotróficos, o dióxido de carbono e a água são utilizados para a síntese de compostos orgânicos, geralmente a glicose. Nesse processo, há a formação de oxigénio, que é libertado para o meio. Assim, este processo pode ser traduzido pela equação geral da fotossíntese:



Tendo em conta a equação apresentada, esboça uma experiência para determinar a proveniência do oxigénio que se liberta durante a fotossíntese. (20 pontos).

Nota: Podem ser usados isótopos radioativos.

5. O efeito de estufa é um processo natural do planeta para manter a temperatura da Terra numa média ideal para a continuidade da vida. Porém a ação do Homem e o avanço das indústrias fazem com que o efeito de estufa aumente significativamente a temperatura da Terra a cada ano. Aplicando conhecimentos sobre fotossíntese, indica 3 medidas como pode o cidadão comum contribuir para reduzir o efeito de estufa? (15 pontos)

Bom trabalho!
A Professora Estagiária
Ana Sofia Gonçalves

Anexo 2 - Atividade de Aprendizagem “Obtenção da matéria pelos seres autotróficos”

PONTO 1 – A descoberta do Oxigénio

Durante os séculos XVII e XVIII, várias experiências foram realizadas no sentido de compreender como as plantas obtinham o seu alimento, bem como o processo que lhes permitia “purificar” o ar.

No século XVII, Jan Van Helmont cultivou uma árvore num vaso e, após cinco anos, verificou que o solo não tinha sido consumido, enquanto a árvore tinha aumentado mais de 75 kg. Como, durante esse tempo, a planta tinha sido regada com água, Helmont concluiu que o aumento de peso seria devido à incorporação de água. Além disso, Helmont verificou que, durante a queima da madeira, era libertado dióxido de carbono, no entanto, não estabeleceu qualquer relação entre este facto e o crescimento da planta. É possível observar essa montagem na figura 1.

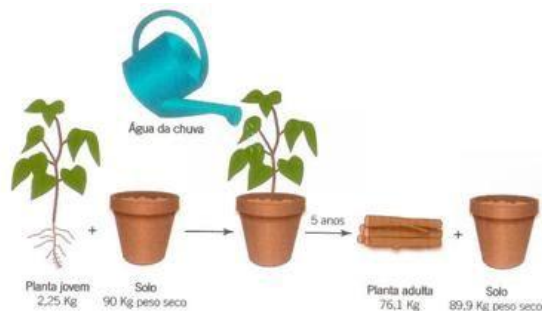


Figura 1 - Experiência de Van Helmont

No final do século XVIII, um cientista inglês, Joseph Priestley, verificou que as plantas renovavam o ar. Priestley sabia que se colocasse um rato num recipiente fechado, com uma vela acesa, ele acabaria por morrer.

Mais tarde, Priestley admitiu que a combustão da vela, de alguma forma, “contaminaria” o ar, impedindo o rato de respirar. Procedeu, então, a uma experiência que lhe permitiu verificar que, se nesse recipiente fosse colocada uma planta, o rato se manteria vivo. Nessa altura, Priestley concluiu que as plantas eram responsáveis pela renovação do ar, permitindo que os animais respirassem. O esquema de montagem feito por Priestley pode ser observado na figura 2.



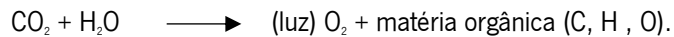
Figura 2 - Esquema de montagem que foi feito por Priestley

Contudo, Priestley, ao tentar repetir a experiência, nem sempre obteve os mesmos resultados. De facto, ao deslocar as suas experiências para um compartimento da casa pouco iluminado, verificou que a renovação do ar não se efetuava, comprometendo a sobrevivência do rato. O gás, libertado pelas plantas foi identificado por Jan Ingenhousz (1730 – 1799) como sendo o oxigénio.

1. Tendo em atenção os dados anteriormente analisados:
 - a. Que facto permitiu a Priestley concluir que as plantas renovam o ar?
 - b. A repetição das experiências de Priestley, com vista à validação dos resultados, nem sempre conduziu aos mesmo resultados, comprometendo a validade das suas conclusões. Que variável não foi tida em conta por este investigador, que conduziu a esta situação?

Pode dizer-se que o início do estudo dos fenómenos fotossintéticos data de há mais de 300 anos (experiência de Van Helmont, século XVII).

Em meados do século passado era possível, em resultado várias experiências realizadas por diversos investigadores (Ingenhouz, Priestley, Senebier, Saussure, Mayer e outros), estabelecer uma equação representativa da fotossíntese.



Os problemas por resolver eram, contudo, numerosos:

- Em que local ou locais das células se realizava a fotossíntese?
- Qual a origem do oxigénio libertado?
- Quais os mecanismos (reações) específicos que estavam na base do fenómeno geral expresso pela equação?
- De que forma é que a energia luminosa se transformava na energia química contida nos compostos orgânicos?

Alguns destes problemas foram parcialmente resolvidos durante o século XIX; outros, a maioria, ficaram, contudo, por resolver e só em pleno século XX (nomeadamente a partir de 1930) começaram a encontrar explicação. O desenvolvimento prodigioso da ciência e da técnica verificado neste século contribui de forma decisiva para um grande avanço no estudo dos fenómenos fotossintéticos, conduzindo ao que, muitas vezes, se denominou no século passado “moderna visão da fotossíntese”.

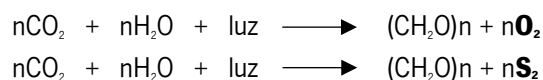
Tendo em conta os conhecimentos que já possuiis, iremos agora tentar, mediante análise das principais investigações realizadas durante o final do século passado, aprofundar o estudo da fotossíntese.

PONTO 2 – De onde provém que o oxigénio que respiramos?

De um modo simplificado a equação seguinte traduz o processo fotossintético:

$n\text{CO}_2 + n\text{H}_2\text{O} \longrightarrow (\text{CH}_2)_n + n\text{O}_2$, mas então de onde provém o oxigénio libertado no processo fotossintético? Este assunto foi alvo de investigação de alguns cientistas do início do século XX.

C.B. van Niel (anos 30): Comparou o processo fotossintético das plantas com o metabolismo de determinadas bactérias:



Hipótese: H_2S será equivalente a H_2O ? O O_2 libertado é proveniente da água?

Robin Hill e R. Scarisbrick verificaram que pode ocorrer libertação de oxigénio na ausência de CO_2 , ou seja, a libertação de O_2 é independente da redução do CO_2 .

Hipótese: O O_2 não provém do CO_2 .

Rubem e Hamen (1940) para a determinação da fonte de oxigênio produzido na fotossíntese efetuaram experiências recorrendo a isótopos de oxigênio marcados radioativamente (^{18}O). Nestas experiências, diversas plantas foram divididas em dois lotes (lote A e lote B).

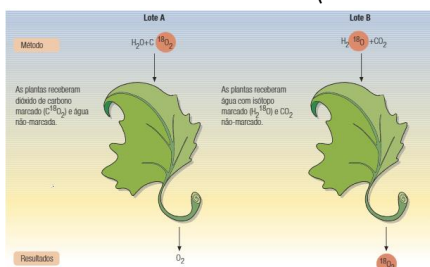


Figura 3 - Dispositivo experimental

1. Depois da análise do texto e da figura, responde às seguintes perguntas:
 - a) Quais as diferenças expectáveis ao nível dos resultados nos dois lotes?
 - b) Indique, justificando, a origem do oxigênio produzido na fotossíntese.
 - c) Comente a afirmação: “Os seres autotróficos não são completamente autossuficientes”.

PONTO 3 – Continuando na busca da proveniência do Oxigênio

Rubem e Hamen repetiram a experiência referida no ponto anterior, mas desta vez marcaram radioativamente, com ^{18}O , o CO_2 . Verificaram que:

- ✓ o oxigênio libertado era o isótopo ^{16}O e não o isótopo radioativo ^{18}O ;
- ✓ os glicídios sintetizados apresentavam radioatividade.

Com base nestes resultados que conclusão podem ser estabelecidas?

PONTO 4 – Experiências de Engelmann

Observa com atenção a figura 4, onde se representa esquematicamente uma alga verde filamentosa – *Clodophora*, alga utilizada por Engelmann numa série de experiências que levou a cabo.

Supõe que colocava o filamento da alga representado na figura numa suspensão aquosa contendo bactérias aeróbias (bactérias que consomem oxigênio na respiração) móveis e a iluminava do modo uniforme com um feixe de luz branca.

a) Procura identificar, no esquema da figura, os resultados que prevês verificar.

b) Justifica a previsão que formulou na questão anterior.

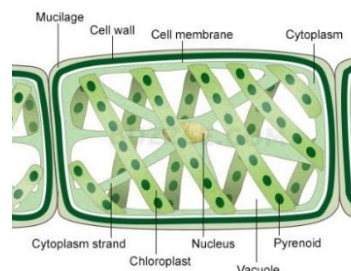


Figura 4 - Esquema de montagem da alga utilizada

PONTO 5 - As experiências de Engelmann

Por volta de 1883, Engelmann realizou a experiência seguinte: colocou uma alga *Espirogira* em água contendo bactérias aeróbias móveis. Usou um microscópio com um prisma ótico acoplado ao sistema de iluminação que permitia decompor a luz branca. No início as bactérias distribuíam-se uniformemente por toda a preparação. O resultado pode ser observado na figura 5.

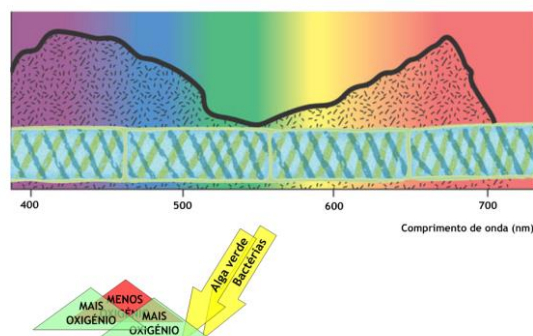


Figura 5 - Montagem da experiência

- Identifica os pigmentos presentes na folha desta planta.
- Indica as zonas do espectro luminoso onde as bactérias se localizam preferencialmente? Sugere uma justificação para essa distribuição.
- Refere que relação se pode estabelecer entre a libertação de oxigénio e a intensidade da fotossíntese.
- Que conclusões podes tirar sobre a eficiência das diferentes radiações da luz visível na fotossíntese.
- Comenta a seguinte afirmação: “O espectro de absorção funciona como uma impressão digital do composto”.

As duas fases da fotossíntese

Embora ainda não tivesse sido possível isolar completamente, no tempo e na sua localização, as duas fases do processo fotossintético (o que só viria a ser possível em 1958), admitia-se poder considerar na fotossíntese da grande maioria dos seres autotróficos duas séries distintas de reações:

- ✓ uma delas exigiria diretamente o fornecimento de luz e conduziria à oxidação da água a oxigénio (que era libertado), sendo o hidrogénio (e conseqüentemente os eletrões) transferidos para transportadores específicos;
- ✓ outra, não exigindo fornecimento de luz (embora pudesse ocorrer em sua presença), consistiria na transferência dos eletrões dos transportadores para o CO_2 , sendo este assim reduzido a compostos orgânicos (nomeadamente glicose).

PONTO 6 – Qual a relação entre os materiais utilizados na fotossíntese e os produtos resultantes?

Analisa as quatro experiências seguintes e observa a sua evolução.

I – 1930: experiência de Van Niel com bactérias sulfurosas

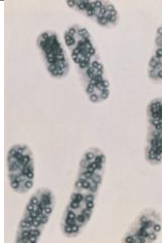
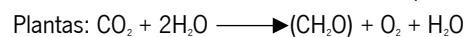
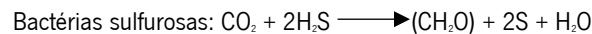


Figura 6 - Bactérias sulfurosas

Após alguns ensaios Van Niel constatou o seguinte:

- As bactérias sulfurosas são anaeróbias;
- No processo fotossintético utilizam sulfureto de hidrogénio (H_2S) e não água;
- Na presença de CO_2 sintetizam compostos orgânicos e libertam enxofre.

Assim, o investigador, comparou as equações gerais da fotossíntese em bactérias sulfurosas e em plantas.



II – início da década de 40 do século XX: experiência de Rubem e Hamen

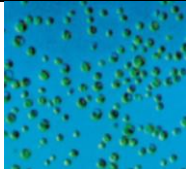


Figura 7 - Alga verde do género *Chlorella*

Rubem e Hamen realizaram a seguinte experiência:

- Colocaram uma suspensão do género *Chlorella* em água marcada com um isótopo de oxigénio ($^{18}O_2$) e expuseram-nas à luz;
- Recolheram o oxigénio que se liberta somente durante a exposição à luz e verificaram que se tratava de $^{18}O_2$, não aparecendo este isótopo nos compostos orgânicos sintetizados.

III – 1951: uma experiência de Gafron e colaboradores

Gafron e colaboradores realizaram a seguinte experiência:

- Introduziram numa suspensão de algas fortemente iluminada dióxido de carbono radioativo ($^{14}CO_2$). Após uma permanência de 10 minutos sob luz forte, colocaram essa suspensão de algas na obscuridade. Verificaram que o dióxido de carbono continuava a ser incorporado durante 15 a 20 segundos. Se a iluminação inicial não tivesse ocorrido ou se ela tiver sido reduzida (menos de 10 minutos) cessa a fixação de CO_2 , após as algas serem transferidas para a obscuridade.

IV – década de 50 do século XX: experiência de Calvin e colaboradores

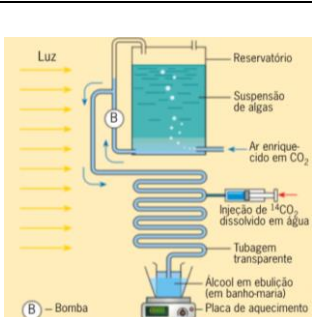


Figura 8 -Dispositivo experimental

Calvin e colaboradores realizaram a seguinte experiência:

- Colocaram suspensões de algas verdes unicelulares (*Chlorrella*) num reservatório iluminado onde borbulhava ar enriquecido em CO_2 . Daí as algas passavam para uma tubagem transparente por ação de uma bomba, até um banho em álcool em ebulição.
- Injetaram $^{14}CO_2$ em pontos variáveis da tubagem, de modo a fazer variar a exposição das algas ao carbono radioativo. Os produtos formados após diferentes momentos e que possuem carbono radioativo são extraídos e identificados. Por comparação dos resultados foi possível reconstituir a ordem de aparecimento das diferentes substâncias orgânicas identificadas após a fixação de $^{14}CO_2$.

Agora que já analisaste os documentos responde às seguintes questões:

1. Qual deve ter sido a conclusão de Van Niel sobre a origem do oxigênio libertado pelas plantas? Fundamenta a tua resposta.
2. Relaciona os resultados da experiência II com a conclusão da Van Niel.
3. Considera que na experiência III o tempo de iluminação sob luz forte foi de 20 minutos e, em seguida, a planta foi colocada na obscuridade. O que aconteceu ao tempo de incorporação no escuro? Aumentou? Manteve-se?
4. Como interpretas os resultados da experiência de Gaffron e da experiência de Calvin?

PONTO 7 - Experiência de Calvin

Colocaram-se algas unicelulares num recipiente fechado e iluminado, com água e nutrientes minerais, onde se introduziu dióxido de carbono marcado com carbono radioativo. Algum tempo depois, as algas, foram mortas e analisado o seu conteúdo. Foram encontrados hidratos de carbono contendo isótopos radioativos de carbono.

- a) Formula uma conclusão para esta experiência.
- b) Indica um ensaio controlo para esta experiência.

PONTO 8 – Reações ao nível da membrana dos tilacoides – Fase Fotoquímica

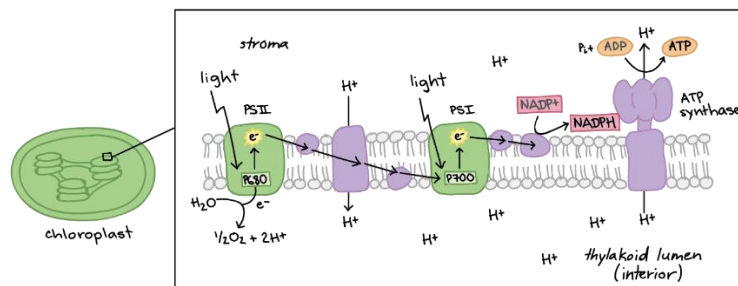


Figura 9 - Fotossistema 1 e 2

1. Analisa a figura 9 e responde às questões apresentadas.
 - a. A clorofila (a) do centro de reação do fotossistema II fica reduzida ou oxidada após ter recebido a energia luminosa? Justifica.
 - b. Como são repostos os eletrões perdidos pelo P680 (Fotossistema II)?
 - c. Como são repostos os eletrões perdidos pelo P700?

- d. A qual dos fotossistemas está associada a fotólise da água ?
- e. Qual a origem do O₂ libertado?
- f. Qual a origem da energia necessária para a produção de moléculas de ATP ?
- g. Qual o aceitador final de elétrões?
- h. Qual o dador primário (inicial) de elétrões ?
- i. Por que razão o processo representado é designado fotofosforilação acíclica?
- j. Em que momento desta cadeia é a energia luminosa transformada em energia química?

PONTO 9 – Fase química

Os resultados obtidos por Calvin e colaboradores permitiram detetar os metabolitos em que o CO₂ marcado ia sendo progressivamente incorporado. Com base em tais dados, foi possível propor uma sequência de reações – Ciclo de Calvin – que, de forma extremamente simplificada, se apresenta na figura 10.

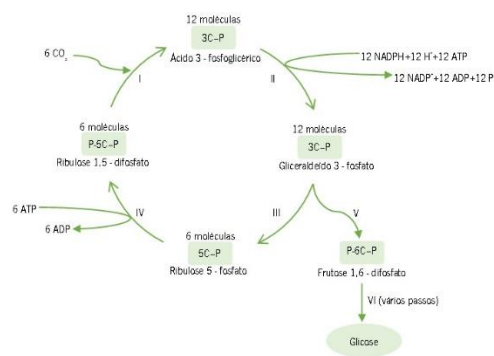


Figura 10 - Ciclo de Calvin

- a) Identifica o(s) local(ais) em que intervêm produtos elaborados durante a fase de reação diretamente dependente da luz?
- b) Indica quais as reações representadas na figura 10 que se podem considerar inversas da glicose.
- c) Procura, com base no esquema, traduzir através de uma equação química, as reações de síntese da glicose ocorridas durante a “fase química” da fotossíntese.

PONTO 10 – Ciclo de Calvin

Analisa com atenção a figura 11 onde estão sintetizadas as reações do ciclo de Calvin:

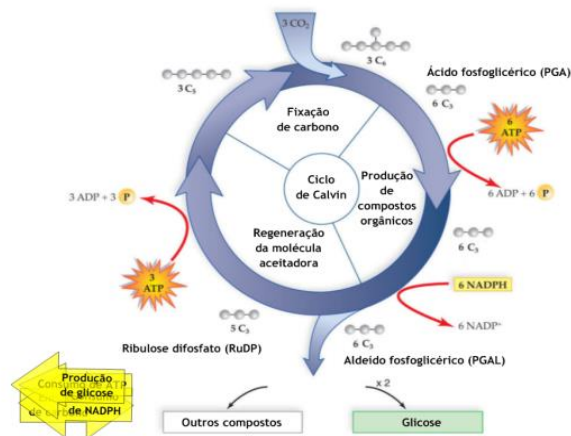


Figura 11 - Ciclo de Calvin

1. Quantas fases se podem distinguir no ciclo de Calvin?
2. Qual a molécula que se combina inicialmente com o CO_2 ?
3. Qual o papel do ATP e do NADPH provenientes da fase dependente da luz?
4. Quantas moléculas de CO_2 , ATP e NADPH são necessárias para formar uma molécula de glicose?
5. Quantas moléculas de PGAL são utilizadas para sintetizar uma molécula de glicose?
6. Quantas moléculas de PGAL são utilizadas para regenerar as seis moléculas de ribulose difosfato?

PONTO 11 – Como se relacionam as duas fases da fotossíntese

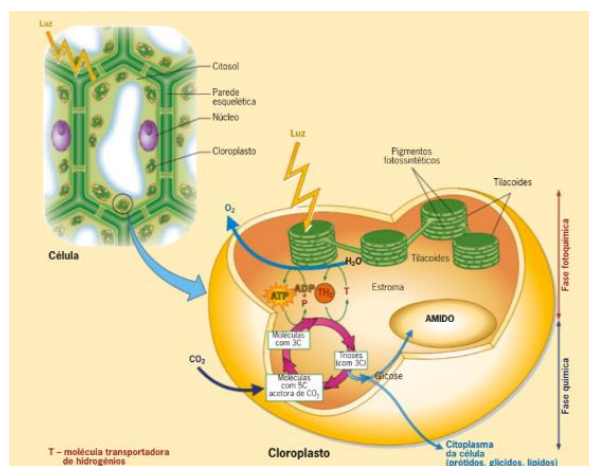


Figura 12 - Célula vegetal e cloroplasto

1. Analisa a figura 12 e responde às questões:
 - a. Quais as moléculas da membrana dos tilacóides que captam energia luminosa?

- b. Que moléculas são formadas na fase fotoquímica?
- c. O CO₂ reage com uma molécula com cinco carbonos, dando início a um processo cíclico de reações. Qual a importância das moléculas de ATP e de TH₂ (molécula transportadora) nesse processo cíclico?
- d. Porque podemos afirmar que as trioses formadas são a base da produção de moléculas orgânicas nos seres fotossintéticos?

Atividade de aprendizagem adaptada de uma atividade do manual escolar:

Lima, J., & Freitas, M. (1987). *Biologia: o estudo da vida: 10º ano de escolaridade*. 3ª ed. Porto: Edições Asa

Fonte das figuras utilizadas:

Figura 1,2: Matias, O. & Martins, P. (2012). *Biologia 10*, Biologia e Geologia 10. Porto: Areal Editores

Figura 3: Oliveira, O., Ribeiro, E. & Silva, J. (2007) *Desafios 10*, Vol. 2. Biologia e Geologia. Edições ASA

Figura 4: Haygot Technologies, Ltd. (2020). Diagram of Spirogyra. Acedido em fevereiro de 2021. Disponível em <https://www.toppr.com/ask/en-np/question/draw-neat-labelled-diagramsa-spirogyra-20/>

Figura 5: Cientic. (2021). Autotrofia – parte I. Acedido em fevereiro de 2021. Disponível em http://www.cientic.com/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=209:autotro%20fia-parte-i, adaptada

Figuras 6,7,8,12: Silva, A., Santos, M., Gramaxo, F., Mesquita, A., Baldaia, L. & Félix, J. (2020). *Terra, Universo de vida*. Biologia e Geologia, 2ª Parte. 10º ano. Porto Editora.

Figura 9: Khan Academy (2021). As reações dependentes da luz. Acedido em fevereiro de 2021. Disponível em <https://pt.khanacademy.org/science/biology/photosynthesis-in-plants/the-light-dependent-reactions-of-photosynthesis/a/light-dependent-reactions>

Figura 10: Professora estagiária Sofia Gonçalves, fevereiro de 2021

Figura 11: Condinho, C. (2012). *Ciclo de Calvin*. Acedido em fevereiro de 2021. Disponível em <http://aprenderbiologiageologia.blogspot.com/2012/03/ciclo-de-calvin.html>

Anexo 3 – Questionário de opinião

Caro(a) Aluno(a)

Venho solicitar a tua colaboração na resposta ao presente questionário sobre as nossas aulas no âmbito da temática “*Obtenção de matéria pelos seres autotróficos*”.

O presente questionário insere-se nas atividades do meu Projeto de Intervenção Pedagógica, desenvolvido no âmbito do Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário da Universidade do Minho. As tuas respostas são fundamentais para poder efetuar uma reflexão sobre as atividades desenvolvidas durante as aulas, de modo a contribuir para a minha formação como professora. São, ainda, importantes para a construção do relatório de estágio, essencial para a conclusão do mestrado.

Face ao exposto, peço-te que respondas a todas as questões, com o maior rigor e cuidado possíveis.

O questionário é anónimo e não tem nenhum carácter avaliativo.

Obrigada pela tua colaboração e empenho.

A Professora Estagiária

Ana Sofia Gonçalves

Março de 2021

1. Expressa a tua opinião sobre as aprendizagens desenvolvidas durante as aulas utilizando a seguinte escala:

CT: Concordo Totalmente; **C:** Concordo; **NC/ND:** Não Concordo Nem Discordo; **D:** Discordo; **DT:** Discordo Totalmente

As atividades desenvolvidas nas aulas ajudaram-me a:	CT	C	D	DT	NC/ND
Conhecer processos de obtenção de matéria pelos seres autotróficos.					
Identificar o cloroplasto como o organelo celular no qual ocorre a fotossíntese.					
Compreender a fotossíntese como processo de transformação de energia luminosa em energia química.					
Compreender os mecanismos inerentes aos processos de fotossíntese.					
Compreender os mecanismos inerentes aos processos de quimiossíntese.					
Desenvolver a capacidade de interpretação de gráficos/tabelas.					
Desenvolver o raciocínio.					
Desenvolver a capacidade de formulação de hipóteses.					
Desenvolver a capacidade de formulação de conclusões.					
Valorizar o trabalho desenvolvido pelos cientistas.					
Valorizar o papel da ciência para a sociedade.					

2. O estudo desta temática baseou-se numa abordagem em que partimos de experiências realizadas por cientistas, exploramos as suas hipóteses, os seus procedimentos, os seus resultados e modelos propostos, de modo a promover a aprendizagem de diversos conteúdos. Que relevância atribuis a esta abordagem para a tua aprendizagem?

3. Sentiste dificuldades na execução das atividades implementadas durante as aulas? Justifica a tua resposta.