



Universidade do Minho
Instituto de Educação

Filipa Daniela Gonçalves Pinto

**O ensino da Biotecnologia com recurso
a Atividades Laboratoriais do tipo
Prevê-Observa-Explica-Reflete:
Uma abordagem centrada na Produção
de Alimentos**



Universidade do Minho

Instituto de Educação

Filipa Daniela Gonçalves Pinto

**O ensino da Biotecnologia com recurso
a Atividades Laboratoriais do tipo
Prevê-Observa-Explica-Reflete:
Uma abordagem centrada na Produção
de Alimentos**

Relatório de Estágio

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

Trabalho efetuado sob a orientação do

Doutor Luís Gonzaga Pereira Dourado

DECLARAÇÃO

Nome: Filipa Daniela Gonçalves Pinto

Endereço Eletrónico: filipadaniela.pinto@hotmail.com

Telemóvel: 961266352

Número do Bilhete de Identidade: 13641722

Título do Relatório: O ensino da Biotecnologia com recurso a Atividades Laboratoriais do tipo Prevê-
Observa-Explica-Reflete: uma abordagem centrada na Produção de Alimentos

Orientador: Doutor Luís Gonzaga Pereira Dourado

Ano de conclusão: 2014

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

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTA TESE/TRABALHO, APENAS PARA EFEITOS DE
INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE
COMPROMETE;

Universidade do Minho, ____ / ____ /2014

Assinatura: _____

Aos meus pais.

Agradecimentos

Depois de concretizado este trabalho de investigação, gostaria de expressar palavras de reconhecimento a todos aqueles que, com a sua ajuda e apoio, prestaram o seu contributo para que este trabalho se tornasse possível.

Agradeço, em primeiro lugar, ao Doutor Luís Dourado o grande apoio, dedicação, amizade, tempo despendido e a partilha da sua valiosa sabedoria durante o estágio e a elaboração do relatório.

Um agradecimento especial à minha colega de estágio Luísa Santos, que me acompanhou durante o ano de estágio, pela sua amizade e apoio nos momentos menos fáceis.

Ao meu pai Manuel, à minha mãe Alexandrina, e à minha irmã Catarina, que concederam um apoio ímpar e único, tendo sempre uma palavra carinhosa nos momentos mais complicados.

Ao António Calheiros, sempre disponível para ajudar, por todo o apoio prestado, pela postura crítica, pela preocupação, pelas palavras de ânimo, pelo carinho e amizade prestados ao longo de todo o processo.

Ao meu amigo de longa data João Correia, pela amizade, pelos momentos de diversão, pelo companheirismo na vida e em todo o percurso académico.

Aos alunos da turma onde estagiei, pois sem eles não teria os materiais necessários para a realização desta investigação e, também, pelas fantásticas experiências que me permitiram vivenciar durante as práticas letivas.

À Fátima e ao Orlando pelos momentos de descontração proporcionados.

Aos Professores da Escola Secundária onde tive o privilégio de ter sido aluna e professora, um muito obrigado pelo apoio, orientação durante o ano de estágio e pelas palavras de encorajamento pelo sonho da profissão de docência.

A todas as pessoas não referidas mas que estiveram presentes e que reconhecerão nestas palavras o meu apreço pelo apoio prestado.

O ensino da Biotecnologia com recurso a Atividades Laboratoriais do tipo Prevê- Observa-Explica-Reflete: uma abordagem centrada na Produção de Alimentos

Resumo

A Biotecnologia e Produção de Alimentos correspondem a temas que habitualmente motivam os alunos e por vezes influenciam as suas escolhas vocacionais. O ensino destes temas está intimamente associado à utilização de atividades laboratoriais. De entre as várias formas de realizar as atividades laboratoriais, as atividades do tipo Prevê-Observa-Explica-Reflete são os mais adequadas para promover a mudança concetual dos alunos.

Assim, a investigação associada à intervenção didática realizada teve como objetivos principais analisar o contributo das atividades laboratoriais do tipo Prevê-Observa-Explica-Reflete, na aprendizagem de Processos biotecnológicos na Produção de alimentos e sustentabilidade, na promoção da mudança concetual, bem como fazer o levantamento das opiniões dos alunos sobre a implementação das mesmas.

Para verificar a evolução dos alunos com a implementação desta temática optámos por implementar questionários, pré e pós-teste, que consistia num teste de conhecimentos relacionados com o tema em causa, bem como a implementação de um questionário de opinião, para avaliar o impacto que a metodologia de ensino utilizada provocou nos alunos da turma. A amostra foi constituída por uma turma do 12º ano de escolaridade, com 23 alunos. Foram implementadas três atividades laboratoriais do tipo P.O.E.R. relativas à temática em causa.

A análise dos resultados obtidos demonstraram que, inicialmente, o número de respostas consideradas erradas e a existência de conceções alternativas, em certos temas, era muito elevado. Após ao ensino notou-se uma progressão no que respeita ao ganho de respostas consideradas cientificamente aceites, havendo um número muito reduzido de respostas erradas, e deixou-se de ter respostas contendo conceções alternativas.

Quanto à utilização das atividades laboratoriais implementadas, os alunos foram unânimes ao dizerem que a sua implementação é importante no ensino das ciências.

Biotechnology teaching with Laboratorial Activities Predict-Observe-Explain-Reflect: a study focused on Food Production

Abstract

Biotechnology and food production are subjects that often motivate students and sometimes influence their vocational choices. Teaching these subjects will invariably require resorting to laboratorial activities. Out of all of the different ways to conduct laboratorial activities, the Predict-Observe-Explain-Reflect type is the most appropriate one to promote the conceptual change of students.

For this reason, the main purpose of the didactic intervention associated research that was carried out was to analyse the contribution of the Predict-Observe-Explain-Reflect type of laboratorial activities to the learning of biotechnological processes in food production and sustainability and the promotion of conceptual change, as well as to conduct a survey of students' thoughts on their implementation.

In order to demonstrate the students' learning progress stemming from the implementation of this method we have chosen to conduct a questionnaire, pre and post-test, which consisted of a knowledge test about the subject matter, and an opinion questionnaire, formulated to evaluate the impact that the teaching methodology had had in the class' students. The sample consisted of a 12th grade class, totalling 23 students. Three P.O.E.R laboratorial activities relating to the subject at hand were implemented.

The analysis of the obtained results showed that, in the beginning, the number of wrong answers and the existence of alternative conceptions, in certain subject areas, were very high. After the teaching, we recognized a substantial increase of scientifically accepted answers, accompanied by only a very small number of wrong ones, and none providing alternative conceptions.

Concerning to the laboratorial activities carried out, students were unanimous in saying that their implementation is important to science education.

Índice

Agradecimentos.....	V
Resumo.....	VII
Abstract.....	IX
Índice	XI
Lista de Tabelas.....	XV
Lista de Quadros.....	XVII

Capítulo I - Contextualização e apresentação da investigação

1.1. Introdução	1
1.2. Enquadramento da investigação	1
1.3. Objetivos da Investigação	7
1.4. Importância da Investigação.....	9
1.5. Limitações da investigação	9
1.6. Plano geral da investigação	10

Capítulo II – Enquadramento da intervenção e da investigação associada

2.1. Introdução	11
2.2. Enquadramento contextual	11
2.3. Enquadramento teórico (Revisão de Literatura)	12
2.3.1. As atividades laboratoriais na Educação/Ensino em Biologia	12
2.3.1.1. As atividades laboratoriais nos programas de Biologia do Ensino Secundário.....	13
2.3.1.2. Importância e objetivos das atividades laboratoriais.....	14
2.3.1.3. Tipos de Atividades Laboratoriais.....	18
2.3.1.4. Mudança Conceptual e as Atividades Laboratoriais.....	21
2.3.1.5. Atividades Laboratoriais do tipo Prevê-Observa-Explica-Reflete.....	25
2.3.2. A Biotecnologia na disciplina de Biologia 12º ano.....	26
2.3.2.1. Os microrganismos na indústria alimentar.....	26
2.3.2.2. Fermentação alcoólica.....	28
2.3.2.3. Fermentação láctica.....	29

2.3.2.4. Atividade enzimática	29
Capítulo III - Metodologia	
3.1. Introdução	33
3.2. Caracterização geral da investigação.....	33
3.3. Justificação das estratégias de ensino utilizadas.....	34
3.4. Seleção da técnica de recolha de dados.....	36
3.5. Construção dos instrumentos de recolha de dados.....	37
3.5.1. Construção do pré e pós-teste.....	37
3.5.2. Construção do questionário de opinião.....	39
3.6. Recolha de dados.....	39
3.7. Tratamento e análise de dados.....	40
Capítulo IV – Apresentação e discussão dos resultados	
4.1. Introdução.....	43
4.2. Análise dos resultados referentes aos conhecimentos conceituais dos alunos.....	43
4.2.1. Análise comparativa da evolução dos alunos antes e pós o ensino.....	43
4.2.1.1. Análise das questões do grupo I.....	44
4.2.1.2. Análise das questões do grupo II.....	50
4.2.2. Síntese da análise da evolução conceitual da turma.....	63
4.3. Análise dos resultados referentes ao questionário de opinião.....	64
4.3.1. Análise das respostas ao grupo I.....	64
4.3.2. Análise das respostas ao grupo II.....	68
4.3.3. Análise das respostas ao grupo III.....	77
4.3.4. Síntese da análise dos resultados do questionário de opinião.....	82
Capítulo V – Conclusões, implicações e sugestões	
5.1. Introdução.....	85
5.2. Conclusões da investigação.....	85
5.3. Implicações dos resultados da investigação.....	88
5.4. Sugestões para futuras investigações.....	89

Referências Bibliográficas	91
Anexos	97
Anexo 1 – Questionário aplicado como pré e pós-teste.....	99
Anexo 2 – Protocolos Laboratoriais do tipo Prevê-Observa-Explica- Reflete implementados.....	105
Anexo 3 – Questionário de opinião.....	131

Lista de Tabelas

Tabela 1:	Distribuição das respostas dos alunos às questões do primeiro grupo do pré e pós-teste.....	44
Tabela 2:	Distribuição das respostas dos alunos às questões 1.1., 1.2. e 1.3. do segundo grupo do pré e pós-teste.....	51
Tabela 3:	Distribuição das respostas dos alunos às questões 1.4. e 1.5 do segundo grupo do pré e pós-teste.....	55
Tabela 4:	Distribuição das respostas dos alunos à questão 2.1. do segundo grupo do pré e pós-teste.....	58
Tabela 5:	Respostas dadas pelos alunos à questão 2.2. do grupo dois do pré e pós-teste.....	60
Tabela 6:	Distribuição das respostas dos alunos à questão 2.1. do segundo grupo do pré e pós-teste.....	61
Tabela 7:	Evolução do conhecimento concetual da turma do pré para o pós-teste.....	63
Tabela 8:	Contributo da metodologia de ensino adotada para a opinião dos alunos.....	65
Tabela 9:	Respostas excelentes dos alunos relativamente à metodologia de ensino utilizada no que respeita a compreensão dos conteúdos abordados.....	69
Tabela 10:	Respostas satisfatórias dos alunos relativamente à metodologia de ensino utilizada no que respeita a compreensão dos conteúdos abordados.....	70
Tabela 11:	Classificação excelente atribuída pelos alunos à metodologia de ensino implementada no que respeita às ideias prévias que possuíam sobre os conteúdos abordados.....	72
Tabela 12:	Classificação satisfatória atribuída pelos alunos à metodologia de ensino implementada no que respeita às ideias prévias que possuíam sobre os conteúdos abordados.....	73

Tabela 13: Categorias de respostas dos alunos quando questionados sobre uma situação em que a ideia inicial não correspondeu ao conhecimento cientificamente aceite.....	75
Tabela 14: Motivos apresentados pelos alunos relativamente à Importância da à realização de atividades laboratoriais.....	77
Tabela 15: Opinião dos alunos se vale a pena utilizar atividades laboratoriais no ensino das ciências.....	79
Tabela 16: Respostas dadas aos alunos qua à questão 1.3, da parte três do questionário.....	81

Lista de Quadros

Quadro 1:	Objetivos para as atividades laboratoriais propostos por Lunetta (1991)....	15
Quadro 2:	Objetivos propostos por Caamaño (1992) para as atividades laboratoriais.	16
Quadro 3:	Objetivos das questões do questionário.....	38

Capítulo I

Contextualização e apresentação da investigação

1.1. Introdução

O primeiro capítulo tem como objetivo contextualizar e apresentar a investigação descrita neste relatório de estágio. Para o efeito, esta curta introdução será tratada de forma sequencial, começando por abordar o enquadramento da investigação (1.2), seguindo-se os objetivos da investigação (1,3), a importância da investigação (1.4) suas principais limitações (1.5), e por último, a apresentação do plano geral do relatório de estágio (1.6).

1.2. Enquadramento da investigação

Os grandes avanços que se têm verificado a nível das ciências e da tecnologia têm provocado grandes impactos na sociedade. Esta tendência do grande desenvolvimento científico e tecnológico coloca um desafio para a educação, nomeadamente ao nível do ensino das ciências.

Autores como Dourado e Leite, (2008) e Leite (2006) referem que uma educação em ciências deve ser capaz de formar cidadãos cientificamente cultos, de forma a conseguirem relacionar-se com o mundo que os rodeia, e a participar ativamente na sociedade. Wellington e Ireson (2008) referem que o estudo das ciências ajuda-os a compreender e a dar sentido ao universo e a nós próprios, bem como referem que a ciência faz parte da nossa cultura do passado e da nossa cultura contemporânea. Esta cultura, justifica-se, na medida em que permite aos cidadãos analisar os riscos e os benefícios associados a questões ligadas com a ciência e tecnologia, controlando, assim, de forma fundamentada, a sua tomada de decisão numa civilização democrática (Wellington e Ireson, 2008). De acordo com Longbottom e Butler (1999) as ciências têm uma influência poderosa e ampla na sociedade moderna, uma vez que, a relação entre os seres humanos e o seu mundo é influenciada pelo pensamento científico, pois este conhecimento favorece o avanço rápido da tecnologia, e esta, por sua vez, altera a maneira como vivemos as nossas vidas. Assim o efeito da evolução tecnológica influencia o modo como a ciência é vista e como é apreciada.

É, assim, incontestável na atualidade, a ideia de que todos os alunos devem estudar ciências na escolaridade obrigatória, de forma a conseguirem angariar conteúdos para os ajudar a encarar o mundo que os rodeia. O ensino das ciências ocupa, neste ponto de vista, um lugar privilegiado na formação dos cidadãos.

No entanto, e apesar da importância atribuída às ciências, estas não são fáceis de ensinar (Wellington, 2000). Este autor refere que estas dificuldades resultam de os professores terem de ser capazes de fazerem e implementar diversas metodologias, nas quais se incluem as atividades laboratoriais. Segundo o mesmo autor, quando um professor recorre a uma atividade laboratorial, deve estar ciente das questões de segurança e riscos de saúde, uma vez que estes contêm gás, eletricidade, materiais de vidro e produtos químicos. As dificuldades em implementar atividades laboratoriais resultam da falta de formação inicial e contínua dos professores em ciências, relativamente ao desenvolvimento de conhecimento e competências indispensáveis à implementação destas metodologias, constitui um obstáculo à concretização das mesmas (Gabriel *et al.*, 2006).

Os professores de ciências têm uma grande responsabilidade na forma de como ensinam, pois é através dos professores que os alunos, desde tenra idade, imaginam as ciências e têm contacto com as mesmas. Os professores são, assim, responsáveis pela maneira como transmitem o fascínio pelo conhecimento e como colocam o desafio pelo desconhecido (Longbottom e Butler, 1999). Para Wellington e Ireson (2008), aprender ciências é como aprender uma nova língua, pois determinados conceitos têm um significado preciso nas ciências e um significado diferente no dia-a-dia, daí que os professores devem ter em atenção a questão da linguagem científica e estar cientes das dificuldades que acarretam para os alunos.

Assim, na perspetiva de Dourado e Leite (2008), para que os alunos se tornem cidadãos capazes de tomar decisões fundamentadas em sociedade, as situações de aprendizagem devem permitir compreender e analisar a interdependência dos processos da ciência e da tecnologia. Estes autores referem que a aprendizagem dos conceitos e dos processos decorre da identificação e exploração de situações problema com significado para os alunos. Neste sentido, o trabalho prático, nomeadamente o trabalho laboratorial, pode fornecer um contributo decisivo na aprendizagem dos alunos.

A educação em ciências, segundo Carvalho (2000), deve, desde a escolaridade básica, contemplar a aquisição e a compreensão dos conceitos, bem como abordar os modelos e as teorias científicas, promovendo nos alunos competências cognitivas de resolução de problemas e

desenvolver skills necessários para a realização do trabalho prático. Estão, assim, designadas as finalidades de aprender ciências, as quais se inserem na linha de que os alunos precisam de “aprender ciência, aprender sobre a ciência e a praticar ciência” (Carvalho, 2000, p:577). O ensino das ciências trata de ajudar a criar novas atitudes que levem os alunos a compreender e a valorizar adequadamente o conhecimento científico, para poderem integrá-lo no quotidiano, de modo a compreenderem melhor o mundo que os rodeia (Praia e Marques, 1997).

Diversos autores (Hodson, 1994; Hodson, 2000; Leite 2001; Leite e Figueiroa 2004) defendem o uso de atividades práticas, nomeadamente as atividades laboratoriais, no ensino das ciências. No entanto, verifica-se que estes termos não tem sido sempre utilizados com o mesmo significado, levando muitas vezes, a designar atividade prática como sendo sinónimo de atividade experimental e de campo. Leite (2002) refere que todos estes termos, que têm vindo a ser utilizados, estão relacionados com o trabalho prático, no entanto, referem-se a conceitos diferentes.

O termo trabalho prático corresponde a todas as atividades que exigem um envolvimento ativo dos alunos (Hodson, 1994; Leite, 2000; 2001), em diversos domínios, nomeadamente psicomotor, cognitivo ou afetivo (Leite, 2001). Corresponde assim a um conceito mais geral e abrangente, uma vez que inclui as atividades laboratoriais, atividades de campo, e trabalho experimental (Dourado, 2001a; 2001b; Leite, 2000; 2001), não se restringindo exclusivamente a estes (Pedrosa e Dourado, 2000). As atividades práticas podem ainda incluir atividades de resolução de exercícios de lápis e papel, pesquisa de informação em diversas fontes, realização de entrevistas, utilização de um programa informático de simulação (Leite, 2001), realização de debates, produção de vídeos e cartazes e elaboração de trabalhos em computador (Dourado, 2001b), entre outras.

O trabalho laboratorial refere-se a todas as atividades que requerem a utilização de material de laboratório, mais ou menos convencional, que podem ser realizadas dentro de um laboratório, ou na falta dele, numa sala de aula normal, desde que não sejam necessárias condições especiais, nomeadamente de segurança, para a realização da atividade (Dourado, 2001a; 2001b; Leite, 2000; 2001).

Por trabalho de campo entende-se que sejam todas as atividades realizadas ao ar livre, onde, geralmente, os fenómenos naturais ocorrem (Dourado, 2001a; Leite, 2000; 2001), em que podem necessitar, ou não, do uso de instrumentos de laboratório.

O trabalho experimental inclui as atividades que envolvem o controlo e manipulação de variáveis (Leite, 2001) e podem ser atividades laboratoriais, atividades de campo e outro tipo de atividades práticas desde que cumpram estes requisitos (Dourado, 2001a; 2001b; Leite, 2000; 2001). Existe uma grande confusão nos significados atribuídos aos termos experimental e experiência, o que leva a que determinadas atividades laboratoriais, vulgarmente apelidadas de experiências, sejam incorretamente consideradas como atividades experimentais, quando na realidade não o são (Dourado, 2001a; 2001b). Assim, só as experiências que envolvam o controlo e manipulação de variáveis podem ser designadas de trabalho experimental (Leite, 2001).

Em síntese, e recordando os critérios que permitem distinguir cada um dos tipos de trabalhos mencionados, temos que, o critério que permite efetuar a distinção entre trabalho prático de outros recursos didáticos tem a ver com o envolvimento que os alunos têm na realização da atividade (Dourado, 2001a; 2001b); o critério que distingue o trabalho de campo do trabalho laboratorial baseia-se no local onde cada um ocorre (Leite, 2001) e aos materiais necessários à realização das atividades (Dourado, 2001b), e o critério que permite distinguir o trabalho experimental do trabalho não experimental centra-se na metodologia utilizada (Dourado, 2001a; 2001b), a qual se relaciona com a necessidade ou não, de controlar e manipular variáveis (Dourado, 2001a; 2001b; Leite, 2000; 2001).

Desta forma, e de acordo com os critérios anteriormente mencionados pode considerar-se que existem atividades laboratoriais do tipo experimental (Leite, 2001), quando requerem simultaneamente a utilização de materiais de laboratório e o controlo/manipulação de variáveis (ex.: influência da intensidade luminosa na taxa fotossintética de uma planta), e atividades laboratoriais que não são experimentais (Dourado, 2001a; 2001b; Leite, 2001), tais como efetuar observações de preparações ao microscópio ou cheirar o amoníaco. De acordo com Dourado (2001a), as atividades de trabalho de campo também podem ou não ser atividades experimentais, uma vez que as condições existentes no campo podem dificultar o controlo/manipulação de variáveis, no entanto, não elimina a hipótese de haver trabalho de campo do tipo experimental.

Os motivos para proporcionar aos alunos a realização de atividades práticas advém dos objetivos que com eles podem alcançar. Neste sentido, autores como Woolnough e Allsop (1985), Lunetta (1991), Caamaño (1992), Hodson (1994; 2000), Leite (2001), Wellington (2000) e Dourado (2006), têm procurado explicitar que as atividades laboratoriais podem permitir alcançar diversos objetivos, que abordaremos no Capítulo II.

De acordo com Wellington e Ireson (2008), o uso de atividades laboratoriais tem de integrar três dimensões: a dimensão cognitiva, a dimensão afetiva e a dimensão psicomotora. Hodson (1994) refere que o uso de atividades laboratoriais têm a capacidade de motivar os alunos (o que vai de encontro à dimensão de natureza afetiva), de desenvolver atitudes científicas, de promover a aprendizagem dos processos de resolução de problemas no laboratório, de promover competências e técnicas laboratoriais (o que sustenta os argumentos relacionados com a dimensão psicomotora) e de promover o conhecimento concetual (o que apoia a dimensão de natureza cognitiva).

Dourado (2010) refere que as atividades laboratoriais assumem como um tipo de trabalho prático, considerado frequentemente por vários autores, como um recurso didático de indiscutível valor na educação em ciências, onde proporciona ao aluno um envolvimento ativo no processo de ensino aprendizagem (Leite, 2001). No entanto, não existe ainda consenso entre o que se esperava alcançar no ensino das ciências com o recurso a atividades laboratoriais e o que realmente se tem verificado (Hodson, 1994; Leite, 2001). Estes autores consideram que parte deste insucesso pode ocorrer do uso indevido da utilização dos conceitos de trabalho laboratorial e atividade laboratorial que tem vindo a ser usado na educação em ciências.

Caamaño (1992) refere a importância de uma utilização diversificada de atividades, uma vez que o ensino das ciências deve promover a obtenção de agilidades científicas, desde as mais elementares, como medir, tratar dados, utilizar aparelhos, até às mais complexas, como investigar e resolver problemas, usando a investigação.

Diversos autores (Hodson 1994; Caamaño, 2004; Leite, 2001) têm vindo a reconhecer e a diferenciar as atividades laboratoriais e os objetivos potencialmente alcançáveis com a realização dessas atividades, tendo em conta que cada tipo de atividade permite atingir um determinado fim na aprendizagem. Leite (2001) refere que as atividades laboratoriais permitem desenvolver vários tipos de conhecimentos, nomeadamente no domínio conceptual, procedimental e atitudinal. A autora agrupou as diferentes atividades laboratoriais atendendo aos objetivos que permitem alcançar, sendo que, cada objetivo pode ser alcançado com o recurso a um ou mais tipos de atividades. Assim, Leite (2001) considerou como objetivos principais a aprendizagem de conhecimento procedimental, a aprendizagem de conhecimento concetual e a aprendizagem de metodologia científica. Para tal, a autora, refere que os exercícios são uma atividade na qual se consegue desenvolver a aprendizagem do conhecimento procedimental, uma vez que permitem o desenvolvimento de destrezas práticas, como a observação, manipulação de materiais e

desenvolvimento de técnicas. Para o desenvolvimento do conhecimento conceitual, considera as experiências para aquisição de sensibilidade acerca de fenômenos e experiências ilustrativas que reforçam o conhecimento conceitual; experiências orientadas para a determinação do que acontece e investigações; atividades do tipo prevê-observa-explica-reflete com procedimento apresentado ou com procedimento a ser definido pelo aluno. Por fim, as investigações surgem como atividades que permitem ao aluno desenvolver competências de resolução de problemas no laboratório, que contribuem para a aprendizagem de metodologia científica.

Embora todos os tipos de atividades laboratoriais possam apresentar interesse do ponto de vista didático, Leite (2001) considera que as atividades laboratoriais que requerem a procura de soluções para problemas, capazes de recrutar os alunos para a sua elaboração, onde não estão dependentes das indicações fornecidas pelo professor, são as que mais contribuem para a aprendizagem dos alunos. As atividades de investigação de acordo com Caamaño *et al.* (1994) são as que, permitem um envolvimento mais ativo do aluno, onde tem a seu cargo o desafio de elaborar e executar um plano experimental. No entanto, este tipo de atividades laboratoriais requerem que se despenda mais tempo para a sua realização, tornando-se muitas vezes difícil, devido à necessidade de cumprimento dos programas. Contudo, devido à importância que estas atividades têm no ensino das ciências, torna-se imprescindível uma reflexão entre o tempo que vai ser ocupado e os benefícios que podem advir do recurso a este tipo de atividades laboratoriais (Leite, 2001).

Um dos principais problemas que se eleva à utilização de atividades nas aulas de ciências é que, na sua maioria, estas não são planeadas (Leite, 2001), o que não permite alcançar os objetivos previstos com a atividade. Qualquer que seja o tipo de atividades laboratoriais a realizar, pressupõe, sempre, uma adequada preparação e integração com a teoria (Silva e Leite, 1997), de forma a conseguir potencializar a obtenção dos vários objetivos que podem ser alcançados, como a motivação, a aquisição de destrezas laboratoriais, aprendizagem de conhecimento científico e desenvolvimento de atitudes científicas (Hodson, 1994). Os professores devem escolher as atividades laboratoriais realizadas em sala de aula.

Habitualmente, os professores utilizam as atividades laboratoriais propostas nos manuais escolares, pois torna-se mais fácil a sua implementação, uma vez que consideram difícil preparar e avaliar uma atividade laboratorial (Veiga, 2000), que na maioria das vezes não são uma boa opção, uma vez que se apresentam sob a forma de “receita (Leite, 2001). Na realidade, os manuais escolares funcionam, para a grande maioria dos professores, como um regulador do

ensino e do trabalho (Morgado, 2004). No entanto, vários estudos realizados com manuais escolares sobre as propostas de atividades laboratoriais incluídas, revelam que essas atividades estão muito longe de atingir os objetivos, conteúdos e orientações metodológicas sugeridas pelos programas (Miguéns e Serra, 2000).

Leite (2006) refere que as atividades laboratoriais presentes nos manuais escolares apresentam um grau elevado de estruturação, em que os alunos apenas se limitam a seguir um procedimento que lhes é fornecido e a tirar conclusões que, por vezes, também são fornecidas. Estas atividades têm como objetivo principal confirmar as teorias, tendo uma finalidade fundamentalmente ilustrativa (Leite, 2006). Por outro lado, a escassez de atividades do tipo investigações e Prevê–Observa–Explica–Reflete nos manuais escolares é uma realidade (Leite, 2001). Na ótica desta autora, estes dois tipos de atividades são os que promovem um elevado envolvimento dos alunos, proporcionando-lhes o desenvolvimento de competências próprias dos cientistas, dando um ótimo contributo para a promoção do ensino e da aprendizagem das Ciências.

Assim, cabe ao professor analisar criticamente as atividades a utilizar nas suas aulas. Para Leite (2006), os manuais escolares não são obras perfeitas, tornando-se necessário que os professores adotem uma postura crítica face à qualidade das atividades sugeridas, introduzindo-lhes as alterações necessárias, para que o manual escolar se torne um recurso deveras útil para a aprendizagem. Esta ideia é também perfilhada por Dourado (2010) ao referir que os professores devem introduzir as alterações necessárias, nomeadamente nas atividades laboratoriais propostas nos manuais escolares, de maneira a contribuírem para uma aprendizagem mais útil para os alunos.

Uma adequada seleção da atividade laboratorial em função dos objetivos a alcançar, é, assim, mais importante do que a quantidade de atividade laboratorial a utilizar (Leite, 2000). Segundo esta autora, usar algum trabalho laboratorial, nem sempre é melhor do que não usar nenhum, dado que as suas potencialidades dependem da forma com são usadas.

1.3. Objetivos da investigação

As atividades laboratoriais, embora frequentemente enunciadas nas finalidades e objetivos gerais da disciplina de Biologia, são descritas de forma pouco esclarecedora nas sugestões

metodológicas, parecendo, muitas delas, confusas e não exequíveis ou não produtivas em sala de aula.

O ensino da Biotecnologia e Produção de Alimentos, na disciplina de Biologia do 12º ano de escolaridade, promove o interesse dos alunos e motiva-os para o estudo da Biologia, dado que estas áreas abordam temas da atualidade, ilustram a integração da investigação científica básica na Biologia aplicada, no entanto, por serem áreas em grande desenvolvimento, torna-se difícil, por vezes, adotar metodologias adequadas para o seu ensino.

O atual currículo de Biologia do 12º ano em Portugal introduz propostas metodológicas que valorizam a realização de atividades práticas, visando promover nos alunos uma compreensão mais adequada sobre o desenvolvimento do conhecimento científico, assim como, promover atitudes de abertura e interesse pelos assuntos tecnológicos, políticos e socioculturais que enquadram esta disciplina. De acordo com o programa de Biologia do 12º ano, deve-se dar uma especial importância “ao desenvolvimento de atividades que impliquem os alunos na planificação de percursos experimentais (com manipulação e controlo de variáveis e decisão sobre a utilização de réplicas)” (DES, 2004, p.9).

Assim, tendo em conta o tema central do programa de biologia e as finalidades que se pretendem alcançar, as atividades laboratoriais poderão fornecer um importante contributo para o sucesso da aprendizagem nesta disciplina, desde que sejam planificadas com objetivos claramente definidos (Leite, 2001).

No entanto, as atividades laboratoriais habitualmente realizadas pelos professores de ciências apresentam um grau de abertura muito reduzido, onde os alunos não têm possibilidade de discutirem pareceres ou opiniões sobre problemas em estudo, pois a informação é previamente fornecida. Fontes (2012) realizou um estudo onde tinha como objetivo analisar as atividades laboratoriais propostas nos manuais de biologia de 12º ano, no tema Produção de alimentos e sustentabilidade, quanto ao tipo, grau de abertura e consistência interna apresentada, que veio confirmar esta tendência. Neste estudo, a autora constatou que os professores, para a leção deste tema, utilizam principalmente atividades laboratoriais incluídas em manuais escolares, onde não demonstram, e quando questionados, sentido crítico, uma vez que, dificilmente apontam inconsistências às atividades laboratoriais. Por outro lado, as atividades laboratoriais utilizadas são implementadas após a leção dos conteúdos com a principal finalidade de reforçar conceitos e teorias, e são maioritariamente preferidas as atividades laboratoriais do tipo atividades orientadas para a determinação do que acontece.

Por este motivo, e de forma a contrariar esta tendência, pensou-se utilizar atividades do tipo Prevê-Observa-Explica-Reflete, pois de acordo com a bibliografia, são das atividades laboratoriais que mais objetivos conseguem alcançar com a sua implementação.

Para esta investigação foi definido como objetivos principais analisar o contributo das atividades laboratoriais do tipo Prevê-Observa-Explica-Reflete, na aprendizagem de Processos de biotecnologia na Produção de alimentos e sustentabilidade, na promoção da mudança concetual, bem como fazer o levantamento das opiniões dos alunos sobre a implementação das mesmas.

1.4. Importância da investigação

Portugal tem, desde 1991, implementado reformas educativas onde tem vindo a reforçar a importância da realização de atividades laboratoriais no ensino das ciências e melhorar as condições para promover a sua realização.

No entanto, as sugestões metodológicas apresentadas pelos programas das disciplinas de ciências nem sempre contemplam esta preocupação. Por outro lado, a inexistência de materiais didáticos que contemplem as exigências das reformas educativas também são uma realidade com que os professores se debatem.

Ressaltou, assim, a importância de elaborar, implementar e testar estratégias e materiais, considerados pela literatura como sendo mais adequados para o ensino das ciências, através da utilização de atividades laboratoriais do tipo Prevê-Observa-Explica-Reflete.

1.5. Limitações da investigação

Durante o desenvolvimento desta investigação debatemo-nos com algumas limitações na sua execução. De facto, um estudo que se comprometa a promover a mudança concetual e a mudança metodológica, num intervalo de tempo tão curto, apresentará sempre algumas limitações, uma vez que são processos morosos. Assim, como uma das limitações principais na execução desta investigação é o reduzido espaço de tempo em que teve de se realizar, não se conseguiu implementar um número de atividades laboratoriais suficientes para chegar a conclusões mais concisas.

Por outro lado, o facto de a amostra dos alunos se restringir apenas a uma turma do 12º ano com 22 alunos, torna a investigação muito restrita. Desta forma, não foi possível fazer comparação entre turmas, nem foi possível ter uma turma controlo para comparar resultados.

E por último, os laboratórios da escola secundária onde a investigação foi realizada carece de algum equipamento laboratorial, o que tornou algumas atividades, pensadas inicialmente, inviáveis por falta de material.

1.6. Plano geral da investigação

O presente relatório organiza-se em cinco capítulos. O primeiro capítulo, onde se insere o “Plano geral da investigação” (1.6), tem como finalidade contextualizar e apresentar a investigação realizada (1.2). De seguida, apresentam-se os objetivos do estudo (1.3), discute-se a sua importância (1.4) e apresentam-se as limitações encontradas durante a sua implementação (1.5).

O segundo capítulo (II – Enquadramento e Apresentação da Investigação) ficou destinado ao enquadramento da intervenção e da investigação associada. Para tal, achou-se pertinente a sua divisão em três subcapítulos. O primeiro subcapítulo é referente à introdução (2.1), o segundo ao enquadramento contextual da intervenção e da investigação (2.2), e no terceiro, efetuou-se a revisão de literatura relativa à temática deste relatório (2.3). Assim, este último subcapítulo deste segundo capítulo visa a pesquisa de literatura específica acerca das atividades laboratoriais, e o suporte científico das atividades realizadas.

O terceiro capítulo (III – Metodologia) apresenta a metodologia utilizada para atingir os objetivos propostos para esta investigação. É neste capítulo que descrevemos as técnicas e instrumentos utilizados na recolha de informação e no tratamento dos dados.

No quarto capítulo (IV – Apresentação e discussão dos resultados), é efetuada a apresentação, a análise e discussão dos resultados obtidos, antes e após o ensino, no que se refere à diversidade de conhecimentos dos alunos face ao tema lecionado.

No quinto e último capítulo (V – Conclusões, implicações e sugestões), são apresentadas as principais conclusões da investigação, as suas implicações e ainda algumas sugestões para futuras investigações.

Capítulo II

Enquadramento da intervenção e da investigação associada

2.1. Introdução

Neste capítulo apresenta-se uma revisão de literatura que tem como finalidade servir de suporte ao trabalho realizado. O capítulo encontra-se dividido em três secções. Na primeira secção procede-se à apresentação geral do capítulo (2.1), na segunda parte efetua-se um enquadramento contextual da investigação realizada (2.2) e por último, na terceira parte, efetua-se o enquadramento teórico/revisão de literatura da investigação (2.3).

2.2. Enquadramento contextual

A presente investigação foi efetuada numa Escola Secundária, em Braga, onde se teve como alvo de intervenção pedagógica uma turma de alunos do 12º ano de escolaridade, no âmbito da disciplina de Biologia, do Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias. A lecionação e implementação da investigação decorreu na unidade quatro “Produção de alimentos e sustentabilidade”.

A turma onde se realizou a intervenção pedagógica era constituída por vinte e dois alunos, dos quais três são rapazes e dezanove são raparigas. A média das idades dos alunos da turma era 17,4 anos. De acordo com a professora de Biologia e os restantes professores da turma, esta incluía alunos muito interessados, trabalhadores e empenhados, constituindo assim uma turma muito calma e pouco barulhenta. Também se evidenciou, o fato de ser uma turma participativa o que facilitava a construção e desenvolvimento da aula.

Em análise ao horário da turma, verificou-se que todas as semanas, existe um bloco de noventa minutos reservado para a realização de atividades laboratoriais. A escola não oferecia as melhores condições para a realização de aulas laboratoriais, apesar de, recentemente, ter sofrido obras de reestruturação. Atualmente, a escola possui oito laboratórios, insuficientemente equipados (com material atualizado) para a realização de aulas laboratoriais. Estes laboratórios são muito frios, não possuem instalações elétricas nas bancadas, sendo que os alunos têm de se deslocar para ter acesso a tomadas. Devido à falta de verbas, por vezes, há falta de material consumível.

Na maior parte dos laboratórios, também não se consegue aceder à rede da internet, como é o caso do laboratório reservado à turma onde se realizou a intervenção pedagógica.

No ensino da Biologia, tal como em outras ciências, a utilização de atividades laboratoriais assume-se como um importante recurso didático, sendo que nos inícios da década de 90, do século passado, não só se reforçou a importância das atividades laboratoriais, como também se melhorou as condições para promover a sua realização (Leite, 2001). No entanto, a forma como por vezes são exploradas, nem sempre é a melhor e mais apelativa para captar a atenção dos alunos (Leite, 2001). De acordo com as observações de aula efetuadas, ficamos com a perceção de que, provavelmente, os alunos não se sentiam motivados nas aulas em que eram realizadas atividades laboratoriais, uma vez que estas lhes exigiam pouco envolvimento cognitivo. As atividades laboratoriais realizadas eram, essencialmente, de observação ao microscópio de preparações definitivas, o que, as tornava monótonas, levando os alunos a sentirem-se pouco motivados.

A investigação em Educação em Ciências propõe a realização de diferentes atividades laboratoriais, nomeadamente aquelas que envolvam o conflito cognitivo e promovam a mudança conceitual dos alunos como é o caso das atividades laboratoriais do tipo Prevê-Observa-Explica-Reflete. Neste contexto entendeu-se modificar a forma habitual de realização de algumas atividades laboratoriais para conseguir envolver mais os alunos na sua resolução. Assim, foram realizadas atividades do tipo Prevê-Observa-Explica-Reflete, algumas delas resultantes da transformação de atividades laboratoriais propostas no manual escolar.

2.3. Enquadramento teórico (Revisão de literatura)

Neste subcapítulo apresentar-se a revisão de literatura relativa à metodologia de ensino adotada, e a investigação relativa aos temas científicos em estudo. Está assim organizada em duas partes: a primeira (2.3.1) sobre as atividades laboratoriais na educação/ensino em biologia, e a segunda parte é relativa ao papel da Biotecnologia na disciplina de Biologia 12º ano (2.3.2.).

2.3.1. As Atividades Laboratoriais na Educação/Ensino em Biologia

De forma a conseguir uma revisão de literatura mais aprofundada decidiu-se dividir este subcapítulo em cinco seções. A primeira explora o enquadramento das atividades laboratoriais nos

programas de Biologia do Ensino Secundário (2.3.1.1.), de seguida, aborda-se a importância e os objetivos que se conseguem atingir com a realização de atividades laboratoriais (2.3.1.2.), refere-se os diferentes tipos de atividades laboratoriais (2.3.1.3.), explora-se a relação da mudança conceptual com atividades laboratoriais (2.3.1.4.) e por último, abordam-se as atividades laboratoriais do tipo Prevê-Observa-Explica-Reflete (2.3.1.5).

2.3.1.1. As atividades laboratoriais nos programas de Biologia do Ensino Secundário

Já há muito tempo que se tem vindo a discutir a questão da utilização de atividades práticas no ensino das ciências. Em Portugal, tem-se verificado a implementação de reformas educativas na qual tem vindo a reforçar a realização e importância da implementação de atividades laboratoriais, e ao mesmo tempo, tem-se verificado uma melhoria das condições para promover a sua realização.

De acordo com o artigo 9º da Lei de Bases do sistema educativo (Lei n.º 85/2009, de 27 de Agosto), no ensino secundário uns dos objetivos principais passa pelo desenvolvimento do raciocínio, da reflexão e da curiosidade científica, favorecer a obtenção e aplicação de um saber cada vez mais aprofundado assente no estudo, na reflexão crítica, na observação e na experimentação, e criar hábitos de trabalho, individual e em grupo, e favorecer o desenvolvimento de atitudes de reflexão metódica, de abertura de espírito, de sensibilidade e de disponibilidade e adaptação à mudança.

Verifica-se nestes documentos uma preocupação por desenvolver nos alunos competências que advém da implementação de atividades laboratoriais.

Verifica-se também essa preocupação nos programas do ensino secundário nas disciplinas de Biologia e Geologia do 10º e 11º e Biologia 12º ano, onde se pode ler que “a componente prática deverá ser parte integrante e fundamental dos processos de ensino e aprendizagem dos conteúdos de cada unidade”.

No programa de Biologia (DES, 2004) para a concretização do mesmo exigem uma gestão das dimensões “teórica e prática” do processo de ensino aprendizagem, onde os alunos devem ficar a saber o que os cientistas fazem e como o fazem, enquanto forma de entender a realidade. Entende-se assim, que se deve valorizar a componente prática, onde se incluem as atividades laboratoriais, como parte integrante e fundamental dos processos de ensino e de aprendizagem (DES, 2001; DES, 2004). Os programas salientam, ainda, que a distribuição da carga horária

destas disciplinas serão realizadas em desdobramentos, sessões de 90 minutos, de forma a viabilizar a realização do trabalho prático efetivo pelos alunos, em espaços adequados e devidamente equipados. Estas condições são indispensáveis para que todos os alunos tenham idênticas oportunidades na concretização das atividades.

Os programas de 10º e 11º anos (componente de Biologia) e o de 12º ano de Biologia referem que o trabalho prático deve ser entendido como um conceito abrangente que engloba atividades de natureza diversa, que vão desde as que se concretizam com recurso ao lápis e papel, àquelas que exigem um laboratório ou uma saída de campo. No entanto, sublinham a ideia, que se deve dar um maior ênfase às atividades que impliquem que os alunos elaborem a planificação dos percursos experimentais.

No programa de Biologia de 12º ano (DES, 2004: 28), são propostas algumas sugestões metodológicas para a unidade 4, tema em investigação nesta dissertação, e, verifica-se que dão um ênfase especial à realização de atividades laboratoriais e de pesquisa, promovendo a discussão orientadas por questões do tipo, tais como: “Como produzir maior quantidade de alimentos? Qual o contributo da indústria na produção, processamento e conservação de alimentos?”

Estas questões são propostas com intuito de colocar os alunos a realizarem pesquisas sobre o tema em questão, bem como permitir a realização de atividades laboratoriais como a produção do pão, produção do iogurte, entre outras, para que consigam perceber os processos utilizados na produção e conservação de alimentos, bem como a realização de atividades que evidenciem o condicionamento da atividade metabólica dos microrganismos, onde os alunos consigam manipular variáveis, tais como a temperatura, pH e concentração de substrato. Por fim, ainda referem a importância do tratamento de dados obtidos com as atividades, bem como a discussão dos mesmos.

É notória a preocupação com a utilização de um diversificado leque de atividades laboratoriais de forma a conseguirem alcançar com as atividades várias competências.

2.3.1.2. Importância e objetivos das atividades laboratoriais

Devido à importância que se tem vindo a dar à realização de trabalhos laboratoriais no ensino das ciências, já vários estudos foram realizados sobre a importância dos mesmos.

De acordo com Silva e Leite (1997) quando se realiza atividades laboratoriais atingem-se vários objetivos em simultâneo destacando-se, contudo, um objetivo principal.

Diversos são os autores que se referem aos objetivos a atingir com a realização de atividades laboratoriais.

Woolnough e Allsop (1985) realizaram um estudo onde reconheceram a existência de três objetivos principais para a realização das atividades laboratoriais. Segundo estes o trabalho laboratorial deve apresentar os seguintes objetivos: a) desenvolver habilidades científicas e técnicas b) tornar os alunos competentes na resolução de problemas e c) desenvolver no aluno a sensibilidade para os fenómenos. De acordo com estes objetivos, o importante é que os alunos consigam ter a percepção dos fenómenos que estão a estudar e ao mesmo tempo consigam ver o que eles representam, bem como desenvolver competências práticas e técnicas no que respeita a resolução de problemas. Os autores ao referirem estes objetivos, propõem que os alunos conseguissem ter uma percepção real dos fenómenos, familiarizando-os com o mundo físico que nos rodeia, propõem o desenvolvimento de determinadas competências, tais como a observação, medição, estimativa e manipulação, e por último, queriam que os alunos conseguissem desenvolver hábitos científicos, criando as condições, tanto quanto possível, mais próximo do real, de forma aos alunos se colocarem na pele do cientista.

Lunetta (1991), baseado num trabalho realizado anteriormente, propõe as finalidades das atividades laboratoriais em dois domínios, o domínio cognitivo e o domínio prático (Quadro 1).

Quadro 1: Objetivos para as atividades laboratoriais proposto por Lunetta (1991).

Domínio	Finalidade
- Cognitivo	<ul style="list-style-type: none">- Promover o desenvolvimento intelectual;- Realçar a aprendizagem de conceitos científicos;- Desenvolver capacidades de resolução de problemas;- Desenvolver o pensamento crítico;- Aumentar a compreensão da ciência e dos métodos científicos.
- Prático	<ul style="list-style-type: none">- Desenvolver capacidades de realização de investigações científicas;- Desenvolver capacidades de análise de dados de investigação;- Desenvolver capacidades de comunicação;- Desenvolver capacidades de trabalho com outros;- Realçar atitudes para a ciência;- Promover a percepção positiva da capacidade de cada um para compreender e influenciar o seu próprio ambiente.

Caamaño (1992), no seu estudo, achou necessário redefinir os objetivos das atividades laboratoriais, em que os agrupou também, em três secções (Quadro 2). Nestas três secções, achou necessário incluir os objetivos relacionados com os fatos, conceitos e teorias, os objetivos relacionados com procedimentos e os objetivos relacionados com atitudes.

Quadro 2: Objetivos propostos por Caamaño (1992) para as atividades laboratoriais.

1. Objetivos relacionados com factos, conceitos e teorias:
<ul style="list-style-type: none"> • conhecer vivencial dos fenómenos em estudo; • compreender os conceitos, leis e teorias; • elaborar conceitos e teorias através da “contratación” de hipóteses; • compreender o modo como trabalham os cientistas.
2. Objetivos relacionados com os procedimentos:
<ul style="list-style-type: none"> • desenvolver de habilidades práticas e estratégias de investigação; • desenvolver de processos cognitivos gerais num contexto científico; • desenvolver habilidades de comunicação.
3. Objetivos relacionados com atitudes:
<ul style="list-style-type: none"> • promover a objetividade, a perseverança e o espírito de colaboração; • promover o interesse pela disciplina de ciências e pela ciência em geral.

Leite (2000), baseada nas categorias de objetivos para as atividades laboratoriais apresentados por Hodson (1994; 2000), sugere que estas devem permitir atingir os seguintes objetivos:

- motivar os alunos;
- permitir a aprendizagem do conhecimento concetual, como os conceitos, princípios, leis e teorias;
- ensinar as técnicas de laboratório bem como desenvolver as competências relacionadas com o conhecimento procedimental;
- promover a aprendizagem de metodologias científicas bem como desenvolver competências para a sua utilização, no que se refere à aprendizagem dos processos de resolução de problemas nas quais incluam os conhecimentos concetuais e procedimentais.
- desenvolver atitudes científicas tais como o rigor, o raciocínio crítico, criatividade e pensamento divergente.

Wellington (2000) refere que com a realização de atividades laboratoriais se consegue: ilustrar conceitos, teorias e leis; despertar o interesse dos alunos; incentivar os alunos para a resolução de problemas; desenvolver nos alunos habilidades de manuseamento de materiais de laboratório; demonstrar os fenómenos que ocorrem na realidade; estimular a discussão.

Dourado (2006), num estudo realizado sobre as concepções e práticas dos professores de Ciências Naturais relativamente à implementação integrada do trabalho laboratorial e do trabalho de campo, em forma de síntese, referiu que os objetivos a atingir com a implementação das atividades laboratoriais podem ser agrupados em quatro categorias: atitudinal, onde se envolve os alunos na realização das atividades promovendo a motivação e colaboração; concetual (aspectos específicos do conhecimento, tais como os conceitos, princípios e leis); procedimental, onde os alunos devem dominar as técnicas de laboratório; e a promoção de comportamentos sociais onde os alunos são envolvidos em atividades de grupo.

Embora as atividades laboratoriais permitam atingir uma variedade de objetivos, muitas das vezes as atividades implementadas não permitem atingi-los. Hodson (1994) refere que quando uma atividade aparece descontextualizada pode ser fortemente redutora, no que respeita a atingir os objetivos. O facto de os alunos seguirem muitas vezes os protocolos tipo “receita” ou executarem funções acessórias de que foram incumbidos por outros elementos do grupo ou pelo professor, faz com que não consigam perceber o sentido da realização da atividade.

Assim, apesar da relevância dada a este tipo de atividades, verifica-se que na maior parte dos casos, que os alunos mostram algum descontentamento e desânimo com a sua realização. Leite (2001) refere que muitas das vezes usar uma atividade laboratorial não é melhor que não usar nenhuma.

“Ele não é o remédio para todos os males da educação em Ciências, mas quando bem usado pode ser um bom catalisador dessa mesma educação. Não devemos usá-lo nem por tradição nem por obrigação; devemos usá-lo se ele servir para melhorar a qualidade da aprendizagem que, sem ele, proporcionaríamos aos alunos” (Leite, 2001: 93).

Com o objetivo de tirar maior partido das atividades laboratoriais, alguns autores defendem uma diversificação do tipo de atividades utilizadas (Hodson, 1994; Leite, 2001), um aumento do grau de abertura das mesmas (Dourado, 2001b), e uma maior integração com os aspetos procedimentais e concetuais. Deve-se ainda considerar que as atividades laboratoriais não correspondem a uma forma de auxiliar a aprendizagem de conceitos, mas sim, aceitar a realidade que de a teoria e a prática se complementam.

Assim, torna-se necessário que as atividades a realizar no contexto sala de aula, partam de situações problemáticas abertas, conseguindo desta forma que os alunos mobilizem os seus conhecimentos conceituais, e ao mesmo tempo despertar neles um maior interesse (Brites, 2006).

2.3.1.3. Tipos de Atividades Laboratoriais

Grande parte das investigações realizadas para avaliar a eficácia do trabalho prático em educação em ciências tem conduzido a resultados pouco convincentes e o seu papel nos currículos de ciências tem sido sempre objeto de controvérsia (Barberá e Valdés, 1996). No entanto, é hoje amplamente reconhecido, tanto por investigadores como por educadores, que o trabalho laboratorial, enquanto atividade que implica o manuseamento de material de laboratório, cuja execução pode ocorrer dentro do laboratório ou em uma sala de aula (Leite, 2001), deve ser uma componente fundamental no processo de ensino/aprendizagem das ciências (Tenreiro-Vieira e Vieira, 2006).

Em educação em ciências torna-se, assim, indispensável classificar os diversos tipos de trabalhos práticos e definir os objetivos de cada um deles (Caamaño, 2004) em conformidade com as finalidades com que se utilizam ou com os objetivos que se pretendem alcançar com a sua realização (Silva e Leite, 1997). Para rentabilizar as potencialidades deste tipo de recurso educativo, é necessário que se tenha uma ideia clara e precisa sobre os diferentes tipos de atividades laboratoriais (Tenreiro-Vieira e Vieira, 2006), de modo a adequar a natureza das atividades laboratoriais aos objetivos que se pretendem atingir com a sua realização (Dourado, 2010).

A classificação das diferentes modalidades de Trabalho Laboratorial tem sido habitualmente efetuada de acordo com o(s) objetivo(s) que se pretende(m) atingir com a sua realização (Dourado, 2001b).

Woolnough e Allsop (1985) propuseram uma classificação onde consideraram três tipos de trabalho laboratorial: os exercícios, as investigações e as experiências. De acordo com estes autores os *exercícios* são atividades desenhadas para aprender habilidades práticas e técnicas, onde tem como objetivo desenvolver “habilidades” nos alunos (ex.: atividades de observação, de medição e manipulação de instrumentos). As *experiências* são atividades práticas destinadas a obter uma familiarização perceptiva dos fenómenos, sendo o seu objetivo primordial os alunos obterem consciência de determinados fenómenos naturais (ex.: acompanhar o crescimento de

plantas). As *investigações* são atividades desenhadas para que os alunos tenham a oportunidade de trabalhar como os cientistas na resolução de problemas.

Caamaño (1992) tendo em conta as classificações apresentadas anteriormente por Woolnough e Allsop (1985) e Gott et al. (1988), sugeriu uma classificação para as atividades laboratoriais onde propõe a adição de novas categorias às propostas referidas. A classificação sugerida por este autor possui cinco categorias, onde engloba as experiências, as experiências ilustrativas, os exercícios práticos, as experiências para constatar hipóteses e as investigações. As *experiências* são atividades práticas destinadas a obter uma familiarização perceptiva com os fenómenos. As *experiências ilustrativas* são atividades destinadas a exemplificar princípios, comprovar leis ou melhorar a compreensão de determinados conceitos operativos. Os *exercícios práticos* são atividades desenhadas/planeadas para desenvolver nos alunos habilidades práticas, como a medição e a manipulação de aparelhos, estratégias de investigação tais como tratamento de dados ou realização de uma experiência, habilidades de comunicação, como seguir instruções para utilizar um aparelho e, também, desenvolve os processos cognitivos num contexto científico (observação, classificação, inferência, emissão de hipóteses, aplicação de conceitos). As *experiências para constatar hipóteses* são experiências para testar hipóteses estabelecidas pelos alunos ou professor para interpretar determinado fenómeno. As *investigações* são atividades desenhadas para dar aos alunos a oportunidade de trabalhar como os cientistas na resolução de problemas.

Gunstone (1991), contrariamente aos autores citados anteriormente, propõe a classificação das atividades laboratoriais num único tipo, designado por atividades de *Prevê-Observa-Explica* (P-O-E). Neste tipo de atividade, os alunos, face a uma situação particular, são solicitados a prever um dado acontecimento e a explicar as razões de tais previsões através da realização da atividade, e a confrontar a sua previsão com a sua observação. Este autor sugeriu esta classificação devido ao pressuposto de que para se conseguir uma reconstrução dos conhecimentos concetuais com o trabalho prático, os alunos devem dedicar mais tempo à interação com as ideias e menos tempo à interação com aparelhos.

Mais tarde, Wellington (2000) sugeriu uma classificação de trabalho laboratorial em quatro modalidades. As *demonstrações* são atividades que permitem ilustrar acontecimentos e fenómenos, na qual motivam os alunos. As *experiências com tarefas realizadas em pequenos grupos em que todos os grupos realizam as mesmas atividades* permitem desenvolver habilidades e técnicas práticas ou até mesmo ilustrar e motivar. As *experiências com tarefas em pequenos*

grupos em que diferentes grupos realizam diferentes atividades (esta atividade pode decorrer durante toda a aula ou só em parte da mesma), estas atividades permitem que todos os alunos as executem ou manipulem quando o equipamento é limitado. Por último, caracteriza as *simulações* como sendo experiências que envolvem modelos ou a simulação de acontecimentos reais. Estas podem ainda envolver a utilização de simulações de computador, modelos físicos, role play.

Leite (2001) sugeriu uma classificação para as atividades laboratoriais em seis categorias. Tal como com os exemplos referidos anteriormente, esta classificação também surgiu através da reestruturação de propostas efetuadas anteriormente. Considera que o tipo de trabalho laboratorial a realizar deve ser orientado em função dos objetivos que se pretendem atingir. Parte do pressuposto que a motivação e o desenvolvimento de atitudes científicas devem estar sempre presentes na realização de qualquer atividade laboratorial. As atividades laboratoriais podem assim agrupar-se em seis tipos, em que cada um deles permite alcançar diferentes objetivos e desenvolver nos alunos diversas competências (Leite, 2001). Desta forma Leite (2001) considera:

- *Exercícios*: são atividades laboratoriais que visam o desenvolvimento de habilidades ("skills"), tais como a observação, medição, manipulação, etc.

- *Atividades para a aquisição de sensibilidade acerca dos fenómenos*: são atividades baseadas nos sentidos, e tentam dar uma noção mais exata dos fenómenos ou das características naturais.

- *Atividades ilustrativas*: são atividades laboratoriais que permitem obter uma confirmação de que o conhecimento concetual anteriormente apresentado é verdadeiro.

- *As atividades orientadas para a determinação do que acontece*: aqui o aluno é levado à construção de novos conhecimentos, através da implementação de atividades descritas (altamente estruturadas), por forma a ser encaminhado a atingir o conhecimento que se pretende.

- *Investigação*: neste tipo de atividades o aluno tem de descobrir uma estratégia para resolver o problema, não havendo protocolo. Têm como objetivos principais a construção do novo conhecimento concetual e a aprendizagem de metodologias científicas. Uma vez que estas atividades não são apoiadas por protocolos, os alunos têm de delinear, implementar e avaliar estratégias, no sentido de procederem a reformulações, caso necessário, para a resolução de um determinado problema.

- *Prevê-Observa-Explica-Reflete* (POER): promove a (re)construção do conhecimento concetual dos alunos. Inicialmente ocorre o confronto com uma questão, de forma a exporem as

suas ideias, para posteriormente serem confrontados com os dados empíricos. Neste tipo de atividades, o protocolo experimental pode ser fornecido ao aluno ou ser inventado pelo mesmo.

Caamaño (2004) torna a apresentar uma classificação para o trabalho laboratorial, no entanto, desta vez, apenas sugere quatro níveis:

- *Experiências*: são atividades com vista à familiarização perceptiva dos fenómenos do mundo físico e natural.

- *Experiências ilustrativas*: são atividades destinadas a interpretar fenómenos, ilustrar princípios e leis ou mostrar relações entre variáveis. No caso de estas atividades serem realizadas apenas pelo professor, são designadas de demonstrações.

- *Investigações*: são atividades para a construção de conhecimentos, compreensão dos processos das ciências e para aprender a investigar. Estas são atividades de resolução de problemas, com o objetivo de encontrar respostas a questões, comprovar ou refutar hipóteses e previsões, através do desenho experimental, elaboração de procedimentos e da sua resolução.

Caamaño (2004) considera que os trabalhos práticos são o tipo de trabalho prático mais utilizado nas aulas de ciências, onde salienta, que podem ser facilmente transformadas em investigações, mudando a forma como são apresentadas, proporcionando oportunidade aos alunos para planificarem os procedimentos necessários à resolução dos problemas propostos.

Na nossa investigação adotamos a classificação proposta por Leite (2001).

2.3.1.4. Mudança Conceptual e as Atividades Laboratoriais

Nos dias que correm, no processo de aprendizagem, já não se aceita a ideia de que os alunos são “tábuas rasas”, mas sim que estes são indivíduos ativos, que influenciam o processo de aprendizagem, através das suas experiências pessoais (Gonçalves, 2012).

Biemans & Simons (1999) referem que os alunos, antes de iniciar o ensino formal, já possuem um tipo de conhecimento que é relevante para a construção de um novo conhecimento, denominado de conhecimento prévio. Assim sendo, pode referir-se, que o conhecimento prévio dos alunos (concepções alternativas) assumem um papel importante na aprendizagem, uma vez que influenciam as observações e interpretações dos fenómenos científicos (Santos, 1991).

O termo “concepções alternativas” é atribuído aos conhecimentos prévios que os alunos apresentam, quando estes se afastam do conhecimento considerado cientificamente aceite, ou seja, quando não estão em conciliação com os pontos de vista cientificamente aceites. As

concepções alternativas apresentadas pelos alunos, são consideradas como formas de organizar e dar significado a experiências pessoais de fenômenos anteriores à aprendizagem escolar, constituindo um processo e produto da atividade de construção mental da realidade (Santos, 1991).

Pozo (1996) refere que as concepções alternativas podem ter três origens: sensorial, cultural e escolar. As concepções alternativas de origem *sensorial* designam-se de concepções *espontâneas* e ocorrem quando a criança recorre a processos sensoriais para dar sentido a experiências vivenciadas no quotidiano e compreender o mundo ou os fenômenos que a rodeiam. As concepções alternativas de origem *culturais* designam-se por concepções *sociais* e resultam da influência direta que o meio social e cultural onde o indivíduo influencia sobre o mesmo. Neste meio está inserida a família, a escola, os meios de comunicação e todos os outros ambientes sociais, sendo por isso responsabilizados pela construção destas concepções. Concepções alternativas de origem *escolar* são designadas de concepções *analógicas* e resultam da necessidade, sentida pela criança, de dar sentido ou construir conhecimento acerca de fenômenos ou de objetos científicos sobre os quais não possui qualquer ideia, estabelecendo analogias entre concepções, que mesmo não sendo consideradas análogas, aparentam ser úteis para dar sentido ao novo conhecimento.

Pode, então, dizer-se que as concepções alternativas são representações pessoais, espontâneas e solidárias de uma estrutura que pode ou não ser partilhada por um conjunto de alunos (Duarte, 1993; Cachapuz *et al.*, 2002). Santos (1998) refere ainda que as concepções alternativas são fruto da discriminação que o sujeito faz do meio, desde muito jovem, englobando tendências do pensar mais ou menos naturais, espontâneas, intuitivas e conscientes.

As concepções alternativas, na opinião de Moreira e Greca (2003: 302), estão na base da (re)construção do conhecimento dos alunos, sendo “um fator muito relevante para a aprendizagem das teorias científicas”.

“As concepções alternativas dos alunos são geralmente apontadas, por teóricos e investigadores, como uma das variáveis mais significativas do ensino das ciências. Situam-nas no centro do problema da aprendizagem e sustentam que ignorar tais concepções é uma das principais causas da ineficácia da ação educativa” (Santos, 1991: 91)

Apesar da abrangência de métodos na qual é possível fazer o levantamento das concepções alternativas, é possível comparar os resultados obtidos sobre as concepções e estabelecer características gerais em diferentes concepções (Santos, 1991; 1998):

- são pessoais e subjetivas, uma vez que segundo na perspectiva da criança dão sentido aos fenômenos que observa e estão dependentes da imagem que a criança possui de si própria e do mundo;
- são dotadas de coerência interna, pois do ponto de vista da criança são-lhes úteis e sensatas, possuindo um valor considerável de acordo com os seus modelos de raciocínio;
- são estruturadas, uma vez que para responder a um maior número de experiências vivenciadas pelas crianças, passam de simples e isoladas para gerais e complexas;
- são persistentes e resistentes à mudança, uma vez que estando enraizadas nas estruturas mentais da criança podem, após o ensino formal, voltar a manifestar-se;
- são pouco consistentes, pois a criança pode utilizar concepções alternativas diferentes para explicar o mesmo fenômeno ou a mesma concepção alternativa para explicar fenômenos diferentes e sem relação;
- podem apresentar paralelismo com modelos históricos da ciência já ultrapassados;
- são comuns a estudantes de diferentes idades, gêneros e meios socioculturais.

A mudança conceptual refere-se à alteração/mudança parcial ou radical das concepções alternativas existentes, envolvendo uma reestruturação de ideias, uma vez que a existência de uma articulação complexa entre diversas ideias, implica, muitas vezes, que para mudar uma se tenha de repensar outras (Santos, 1991).

A (re)construção de conhecimento depende do papel ativo do aluno no processo de aprendizagem. O processo de aprendizagem por mudança conceptual é realizado pelo aluno, assumindo este um papel ativo através da regulação da aprendizagem.

“Já não se aceita a ideia de um sujeito pré-constituído, mas um sujeito a constituir-se, que se autorregula e auto-transforma à medida que (re)constrói e transforma os seus conceitos, que modifica a sua estrutura conceptual, que muda de maneira de observar e de pensar os fenômenos” (Cachapuz *et al.*, 2002: 152).

Assim, e de acordo com Santos (1991: 178), o ensino por mudança concetual possui pontos de convergência, onde os alunos não partem do zero, mas já possuem conhecimento, é necessário

que ocorra mudança conceitual e, para que isto aconteça, é necessário que o aluno tenha um papel ativo neste processo, “traçando os degraus do familiar para o novo”.

O pressuposto básico do modelo da mudança conceitual é que as "ideias", "representações" ou "concepções alternativas" dos alunos, podem ser substituídas pelas concepções científicas (Santos, 1996).

O modelo orientado para a mudança conceitual segundo Santos (1998) baseia-se em três fases fundamentais. A primeira fase, fase da *consciencialização*, passa pela explicitação das ideias prévias dos alunos, onde o professor ao dar-se conta das percepções intuitivas dos alunos recolhe a informação de diagnóstico, que lhe poderá servir de indicador para uma possível linha de ação. A segunda fase, a fase da *desequilíbrio*, destina-se a fazer com que os alunos se habituem a desconfiar do que já conhecem e a consciencializar que a sua própria subjetividade pode ser um obstáculo. Por último, ocorre a fase da *familiarização*, que tem como propósito a introdução de novas ideias com a ajuda de materiais instrucionais. Esta fase tem por base a necessidade que os alunos têm de atribuir sentido, por eles próprios, às novas informações, é nesta fase que os alunos dão “sentido às palavras do professor” (Santos, 1998: 216). No final deste processo pode ocorrer a revisão do progresso na compreensão, através da comparação entre as ideias antigas e as novas ideias adquiridas.

Esse modelo procura, dessa forma, promover a "*desorganização estrutural*" das concepções espontâneas para abrir caminho à "*reorganização conceitual*" - "a troca conceitual" das concepções pessoais dos alunos por conceitos científicos que, posteriormente, se reconciliam com as estruturas conceituais existentes (Santos, 1991: 183).

As estratégias didáticas utilizadas para promover o ensino por mudança conceitual, incluem atividades tão diversificadas como a explicitação das ideias alternativas dos alunos, a discussão em pequenos grupos, a confrontação com resultados empíricos, a revisão das ideias e aplicação destas em diversos contextos, constituem assim, um conjunto de orientações que conferem ao aluno o papel de protagonista na construção do conhecimento (Duarte, 1993).

As atividades laboratoriais, na perspectiva de Coelho da Silva (2009) podem contribuir não só para desenvolver competências no domínio substantivo e procedimental nos alunos, mas também desenvolver competências de (re)construção do conhecimento.

2.3.1.5. Atividades laboratoriais do tipo Prevê-Observa-Explica-Reflete

As atividades do tipo Prevê-Observa-Explica-Reflete são consideradas por Chagas e Oliveira (2005) como sendo as atividades mais apropriadas para promover a mudança de concepções alternativas dos alunos e desenvolver conhecimentos procedimentais.

Tal como referido anteriormente, as atividades do tipo Prevê-Observa-Explica-Reflete promovem a reconstrução do conhecimento dos alunos, sendo que inicialmente ocorre o confronto com uma questão, de forma a exporem as suas ideias, para posteriormente serem confrontados com os dados empíricos.

Segundo Dourado (2010) estas atividades partem do pressuposto que a reconstrução do conhecimento concetual necessita que o aluno tome consciência das suas próprias ideias e efetue previsões no decurso da atividade laboratorial.

Estudos realizados na área da mudança concetual vieram apoiar a utilização de atividades do tipo Prevê-Observa-Explica-Reflete. Segundo Valente (1997) citado em Leite (2001), o objetivo das atividades laboratoriais do tipo Prevê-Observa-Explica-Reflete é o de “confrontar as pré-concepções dos alunos num ciclo concetual dinâmico, num percurso de aquisição progressiva de concepções científicas”. Estas atividades têm, assim, a finalidade de facilitar a mudança concetual do aluno (Leite, 2001).

De acordo com Leite (2001), as atividades do tipo Prevê-Observa-Explica-Reflete iniciam-se com um pedido de previsão, onde é solicitado que o aluno pense sobre o que acontece ou sobre a explicação que possui de um determinado acontecimento ou fenómeno; na fase seguinte, o aluno tem a oportunidade de realizar observações, as quais lhe permitem testar as previsões efetuadas na fase da previsão. Nesta fase o aluno tem, assim, a possibilidade de confrontar as suas previsões com o que realmente aconteceu, tendo de encontrar explicações. Esta autora, ainda afirma que, quanto mais discrepante forem os resultados obtidos relativamente às previsões efetuadas, mais eficaz será a atividade. Desta forma, o aluno estará mais curioso e predisposto a procurar e interiorizar a explicação.

As quatro etapas do modelo da mudança concetual estão, assim, intrinsecamente ligadas às fases das atividades do tipo Prevê-Observa-Explica-Reflete. À determinação das ideias prévias e consciencialização das mesmas, corresponde a fase da previsão. A implementação das estratégias do conflito cognitivo corresponde à fase de observação, ou seja, altura em que os alunos resolvem o protocolo da atividade laboratorial. E, por fim, a fase da reestruturação de ideias, corresponde à fase de explicação das atividades do tipo Prevê-Observa-Explica-Reflete.

As atividades do tipo Prevê-Observa-Explica-Reflete requerem assim uma articulação de conhecimentos conceituais e procedimentais necessários ao desenho de procedimentos, implicam a aprendizagem de novos conhecimentos, assumindo os alunos comportamentos com alguma semelhança com a dos cientistas em laboratório (Leite, 2000).

Silva (1996) refere que a utilização deste tipo de atividades tem promovido a mudança conceitual em temas da Biologia. Estas atividades são ainda muito raras nos manuais escolares e verifica-se também que as existentes promovem um reduzido envolvimento cognitivo dos alunos. No entanto, o manual escolar é o principal material didático que os professores utilizam, como principal fonte de atividades laboratoriais e, por vezes, não efetuam nestas as alterações que as tornem mais eficazes do ponto de vista didático (Leite, 2006).

2.3.2. A Biotecnologia na disciplina de Biologia 12ºano

A unidade curricular escolhida para a elaboração desta investigação foi a Unidade 4, do Programa de Biologia do 12º ano, em que tem como objetivos permitir o estudo de processos de produção biotecnológica de alimentos que envolvem a utilização de microrganismos e o controlo ou a otimização de processos enzimáticos (DES, 2004)

De acordo com Lima e Mota (2003) a Biotecnologia resulta da integração das ciências da vida e da engenharia, de forma a conseguir a aplicação de organismos, células ou partes das mesmas e análogos, em produtos e serviços. Nos dias que correm, os métodos de produção de alimentos tornaram-se mais sofisticados devido à engenharia genética e à Biotecnologia.

De forma a conseguir uma revisão de literatura mais aprofundada sobre o tema da Produção de Alimentos e Sustentabilidade, decidiu-se dividir este subcapítulo em três seções. Numa primeira abordagem irá ser apresentada uma pesquisa relativa ao uso de microrganismos na indústria alimentar (2.3.2.1.), de seguida, indica-se a fermentação alcoólica (2.3.2.2.) e a fermentação láctica (2.3.2.3.) como processos de produção de alimentos pelos microrganismos, e por último, referimos a atividade enzimática (2.3.2.4.).

2.3.2.1. Os microrganismos na indústria alimentar

Os seres humanos utilizam inconscientemente microrganismos desde os tempos mais remotos para o fabrico e transformação de numerosos produtos alimentares (Lecasse, 1995). Os

microrganismos ou produtos microbianos são utilizados na realização de processos com interesse comercial, sendo estes, preferidos às plantas e aos animais por várias razões. Os microrganismos são seres unicelulares, ou pluricelulares mas pouco diferenciados, o que facilita a sua cultura em fermentadores, possuem uma razão área/volume que lhes permite uma absorção rápida de nutrientes e uma velocidade de metabolismo muito elevada, tornando desta forma o processo económico, e são muito versáteis, ou seja, possuem uma capacidade de converter compostos de natureza diversa e produção de uma grande variedade de metabolitos finais (Lima e Mota, 2003). É devido a estas características, que os microrganismos são vistos como seres importantes na área da biotecnologia.

De acordo com os autores mencionados anteriormente, os microrganismos com maior importância industrial pertencem a dois grandes grupos: fungos (incluindo levedura, como *Saccharomyces cerevisiae*) e fungos filamentosos (como *Aspergillus*) e eubactérias (incluindo gram negativas, como *Escherichia coli* e gram positivas filamentosas, como as actinomicetas, ou não filamentosas, como *Bacillus*). No entanto, Lecasse (1995) refere que de todos os tipos de microrganismos que intervêm na alimentação, as bactérias são as que formam o grupo mais importante, tanto pelo número, como pela diversidade e pela frequência das suas ações.

A grande maioria dos alimentos, a não ser que tenham sido perfeitamente esterilizados, possuem centenas ou mesmo milhões de microrganismos, que colocados em condições propícias, multiplicam-se devido a nutrientes contidos nos alimentos. Devido a este crescimento, a composição química dos alimentos altera-se, levando a modificações no aspeto, no cheiro e no sabor (Lecasse, 1995).

A biotecnologia tem vindo a permitir melhorar a produção de alimentos, bem como a sua conservação na indústria alimentar. Lima e Mota (2003) referem que utilização de microrganismos na indústria alimentar tem como principal objetivo a produção de biomassa, por exemplo, as leveduras são utilizadas para a panificação e as bactérias para a produção de laticínios. Os processos industriais que utilizam microrganismos são designados por fermentação. O termo fermentação significa, etimologicamente, borbulhar (Lima e Mota, 2003). De uma forma simplificada, a fermentação ocorre quando a glicólise se desenvolve na ausência de oxigénio e, por consequência, encontra outras reações para reoxidar o NADH (Weil, 2000).

A fermentação, realizada pelos microrganismos nos alimentos, trás algumas vantagens, nomeadamente, em prolongar o período de conservação dos mesmos, e aumentar os conteúdos

energéticos em relação aos alimentos oxidados e em provocar um aumento do valor nutritivo (Lima e Mota, 2003).

Os microrganismos, para realizarem o processo fermentativo nos alimentos, possuem intervalos de pH e temperatura ideais. Assim, os valores de pH e de temperatura tem de ser criteriosamente escolhidos, de acordo com o microrganismo ou microrganismos utilizados no processo fermentativo, uma vez que estas variáveis influenciam diretamente a atividade microbiana, podendo contribuir para condições seletivas, minimizando possíveis contaminações por microrganismos indesejáveis, e podem ainda influenciar a morfologia das células, o que pode afetar a produtividade do processo (Lima e Mota, 2003).

Devido às suas características, a observação dos microrganismos está dependente dos avanços a nível microscópico, uma vez que estes não podem ser vistos a olho nu.

2.3.2.2. Fermentação Alcoólica

A particularidade da fermentação alcoólica é produzir, a partir de açúcares, grandes quantidades de dióxido de carbono (CO₂) e de etanol (álcool) (Lecasse, 1995). Várias espécies de leveduras quando colocadas em condições anaeróbias podem realizar este processo.

As leveduras são geralmente definidas como sendo fungos, cuja forma vegetativa dominante é unicelular durante pelo menos uma parte da sua vida e podem reproduzir-se por gemulação ou por fissão binária (Alcântara *et al.*, 2001; Lecasse, 1995). São seres unicelulares e eucariontes, o seu citoplasma contem os organitos habituais dos organismos vegetais superiores não fotossintéticos: mitocôndrias, aparelho de golgi, retículo endoplasmático, ribossomas, vacúolos e grânulos de reservas, o núcleo é delimitado por uma membrana e as células estão protegidas por uma membrana rígida e, por isso, são imóveis (Alcântara *et al.*, 2001).

O pão é um exemplo de alimento produzido através de fermentação alcoólica. Este resulta da cozedura da massa de farinha com levedura. Esta ao produzir dióxido de carbono provoca o aumento de volume da massa e a diminuição de densidade, ao ficar aprisionada na matriz do glúten, criando espaços vazios (Lima e Mota, 2003).

A levedura utilizada na produção de pão é a *Saccharomyces cerevisiae*, que fermenta a glucose, resultante do desdobramento do amido da farinha, por ação de enzimas libertadas na moagem e ativação pelo humedecimento (Lima e Mota, 2003). Durante a cozedura do pão, as temperaturas elevadas matam as leveduras e o etanol e a água evaporam-se, resultando uma

estrutura semirrígida (Lima e Mota, 2003). O metabolismo oxidativo da glucose consiste em duas séries de etapas; a primeira que conduz à formação de ácido pirúvico e a segunda que permite a oxidação do ácido pirúvico com formação de dióxido de carbono e água. A primeira série de reações chama-se glicólise, e pode conduzir à formação de ácido láctico ou etanol. Em microrganismos como a levedura, o ácido pirúvico é descarboxilado em dióxido de carbono e acetaldeído por ação da enzima descarboxilase pirúvica, seguindo-se a redução do acetaldeído a etanol (Weil, 2000).

2.3.2.3. Fermentação Láctica

A fermentação láctica caracteriza-se pela produção de ácido láctico como produto principal da fermentação (Lecasse, 1995).

O leite apresenta ótimas propriedades nutritivas para o crescimento de mamíferos. No entanto, o leite é um meio de cultura riquíssimo também para o crescimento de microrganismos, nomeadamente de bactérias lácticas, que realizam fermentação à temperatura ambiente (Lima e Mota, 2003). Desta fermentação resulta o ácido láctico, que conduz à acidificação do leite e conseqüentemente à precipitação de proteínas, originando uma gama de produtos lácteos, de que se destacam o iogurte e o queijo (Lima e Mota, 2003).

A fermentação do leite para a produção de iogurte é efetuada por duas bactérias termófilas, *Lactobacillus bulgarius* e *Lactococcus thermophilus* (Lima e Mota, 2003). O iogurte apresenta uma acidez de 0,9% (m/m) e um pH de 4,5, permitindo um tempo de armazenamento de 30 a 60 dias a 4°C (Lima e Mota, 2003).

Nestas bactérias, o ácido pirúvico resultante da glicólise é reduzido a ácido láctico, esta reação é catalisada reversivelmente pela enzima desidrogenase láctica (Weil, 2000).

2.3.2.4. Atividade enzimática

Todos os organismos para sobreviver dependem de um conjunto de reações que ocorrem nas células. Praticamente todas essas reações são mediadas por proteínas catalisadoras, denominadas enzimas.

Por enzima, entende-se que seja uma proteína que acelera uma reação química, baixando a energia de ativação, sem alterar o eventual estado de equilíbrio da reação e sem sofrer

modificações químicas permanentes na escala de tempo característicos dessa reação (Lima e Mota, 2003; Quintas *et al.*, 2008; Weil, 2000). Uma vez que são proteínas, os enzimas são dotadas de estrutura primária, secundária, terciária e mesmo quaternária, sendo a parte proteica designada de *apoenzima*, que não é suficiente para manifestar a ação catalítica e necessita da presença de um *cofator* ou *coenzima* (Weil, 2000).

De acordo com Weil (2000), existem centenas de enzimas diferentes para catalisar as diversas reações que ocorrem nas células dos organismos vivos, que são frequentemente agrupadas em seis categorias: *Oxirredutases* - Catalisam reações de oxidação redução; *Transferases* - Catalisam reações em que existe a transferência de um grupo monocarbonado; *Hidrolases* - Catalisam reações de hidrólise, cortando ligações éster, ligações osídicas e ligações peptídicas; *Líases* - Catalisam reações em que há eliminação de um grupo por processo diferente da hidrólise ou catalisam reações em que ocorre a adição de um grupo; *Isomerases* - Catalisam a transformação de um isómero noutro; *Ligases* - Catalisam reações que permitem a união de moléculas, usando energia resultante da rutura de uma ligação de alto potencial energético.

A especificidade é uma das características principais dos enzimas, que pode ocorrer a nível do tipo de reação ou a nível do substrato da reação. Desta forma, cada enzima só pode catalisar um único tipo de reação química e atuar sobre um determinado substrato (Weil, 2000). A configuração espacial de cada enzima determina a existência de um centro ativo, que é complementar no todo ou em parte do substrato. Alguns enzimas são capazes de atuarem sobre uma família de compostos, enquanto outras só podem atuar sobre um único substrato (Weil, 2000).

Assim, uma vez que um catalisador, quer seja químico ou biológico, serve para aumentar a velocidade das reações (Weil, 2000), os enzimas tem sido utilizadas como catalisadores biológicos à escala industrial, pois apresentam inúmeras vantagens relativamente a outros químicos, conduzindo à formação de produtos puros e de acordo com as normas que regulamentam a indústria alimentar, farmacêutica e para fins agrícolas (Lima e Mota, 2003).

De acordo com Lima e Mota (2003), a utilização de enzimas (catálise enzimática) para a transformação de alimentos apresenta várias vantagens para a indústria alimentar, onde destacam as seguintes: possibilidade de produção em grande escala, obtenção de qualidade final na produção, uniformização de matérias-primas de fontes diversas, alteração de características sensoriais de acordo com as exigências do mercado e fazem com que haja uma aceleração do processo produtivo sem que ocorram efeitos negativos sobre as qualidades finais dos produtos.

A regulação da atividade enzimática é um aspecto essencial para as células, garantindo o seu metabolismo. São vários os fatores da atividade dos enzimas, destacando-se o papel da temperatura, do pH e dos inibidores (Lima e Mota, 2003; Weil, 2000).

Cada enzima possui um intervalo de valores de pH e temperatura na qual a sua atividade é máxima. Dentro desse intervalo, encontramos os valores de pH e temperatura ótimos de atividade, fora desse intervalo de atividade os enzimas sofrem modificações estruturais, deixando de ser ativos (Weil, 2000). Variações extremas de pH e temperatura podem mesmo levar à destruição dos enzimas e/ou à sua inativação.

Cada espécie de ser vivo possui, para os seus enzimas, uma temperatura ótima que corresponde à temperatura em que se verifica a maior atividade enzimática. Os enzimas existentes no Homem funcionam melhor entre os 36° C e os 38° C, temperaturas próximas da temperatura ideal do corpo humano. Pelczar *et al.*, (1980) e Lima e Mota (2003) referem que temperaturas muito baixas inativam as enzimas e valores muito elevados levam à destruição das mesmas. Um estudo da velocidade de uma reação enzimática em função da temperatura revela a existência de duas fases; numa primeira fase, na zona de temperatura mais baixas, a velocidade da reação aumenta quando a temperatura aumenta, numa segunda fase, depois de se atingir a temperatura ótima, assiste-se a uma desnaturação da enzima (Weil, 2000). Lima & Mota (2003) referem ainda que, mudanças na temperatura durante as reações enzimáticas, para além de afetar a estabilidade da enzima, podem alterar as reações de várias formas, modificando o pH da solução tampão, a taxa de ocorrência de reações competitivas e a afinidade enzima-substrato.

As variações de pH podem ter um efeito ao nível da estrutura do enzima, mas também a nível da estrutura do substrato, provocando alterações nos seus graus de ionização, podendo impedir a formação do complexo enzima - substrato (Weil, 2000). Tal como a temperatura, o valor de pH ótimo também varia muito de enzima para enzima.

A concentração do enzima é outro fator que influencia a velocidade das reações, uma vez que o seu aumento revela maior quantidade de substrato transformado e a sua diminuição implica uma menor quantidade de substrato transformado. Contudo, existem limites a esta proporcionalidade, pois a partir de determinadas quantidades de moléculas de enzimas deixa de haver substrato disponível para transformar, pelo que a velocidade de reação tende a estabilizar (Weil, 2000). Assim, o aumento de quantidade de substrato contribui para o aumento da velocidade de reação até um determinado valor, a partir do qual deixa de haver moléculas de

enzimas livres, atingindo-se a saturação dos centros ativos das enzimas, estacionando a velocidade de reação (Weil, 2000).

A atividade enzimática também é afetada por substâncias químicas que se podem ligar ao enzima e que causam alterações na sua forma. Os inibidores são compostos que formam com o enzima um complexo, diminuindo a sua atividade. Estes podem ser naturais, quando usados pelas células para regular o seu metabolismo, ou artificiais, que podem ser usados para combater doenças ou utilizados na indústria alimentar. Os inibidores são considerados competitivos quando apresentam uma estrutura semelhante ao substrato, podendo ocupar o centro ativo da enzima, impedindo a ligação do substrato ao enzima, ou pode ser um inibidor não competitivo, que se liga aos enzima mas num sítio diferente da ligação do substrato- centro alostérico, pelo que não interfere na formação do complexo enzima substrato, mas vai provocar alterações na estrutura da enzima, interferindo na velocidade de reação (Weil, 2000).

Capítulo III

Metodologia

3.1. Introdução

Neste capítulo procedemos à descrição da metodologia utilizada para atingir os objetivos propostos para esta investigação. Para o efeito, para além desta introdução, dividimos este capítulo em mais seis subcapítulos, iniciando com uma caracterização geral da investigação realizada (3.2.), a seguir, de seguida, a caracterização das estratégias de ensino utilizadas (3.3.), apresentam-se as razões que levaram à seleção da técnica de recolha dos dados (3.4.), descrição da construção e validação de instrumentos de recolha de dados utilizados (3.5.), a descrição do modelo de recolha de dados (3.6.) e, por último, a apresentação e justificação do método utilizado no tratamento e análise da informação obtida (3.7.).

3.2. Caracterização geral da investigação

A investigação desenvolvida correspondeu a um estudo centrado no tema Produção de alimentos e sustentabilidade, do 12º ano de escolaridade, explorado através de estratégias de mudança conceitual dos alunos com recurso a atividades laboratoriais do tipo Prevê-Observa-Explica-Reflete. O estudo foi estruturado em três momentos, mas articuladas entre si, conforme se apresenta a seguir:

Momento 1 – A primeira fase desta investigação ocorreu com a implementação de um pré-teste (Anexo 1), aos alunos da turma do 12º ano de escolaridade, onde ocorreu a implementação da investigação, com o objetivo de diagnosticar/identificar as ideias/concepções prévias dos alunos, relativamente aos temas que iriam ser abordados no decorrer da lecionação.

Momento 2 – Na segunda etapa, e de acordo com os dados obtidos no teste diagnóstico efetuado na fase anterior, foram desenhados três protocolos laboratoriais que permitissem o desenvolvimento de atividades laboratoriais orientadas por princípios construtivistas, nomeadamente Prevê-Observa-Explica-Reflete, para a temática da produção de alimentos e

sustentabilidade. Os conteúdos abordados foram lecionados seguindo o modelo de ensino construtivista com recurso a atividades laboratoriais desenhadas segundo a perspetiva “Prevê-Observa-Explica-Reflete” (Leite, 2001). No Anexo 2 são apresentados os protocolos laboratoriais do tipo POER utilizadas.

Momento 3 - De forma a avaliar a exequibilidade e adequação dos instrumentos de formação referidos na fase anterior, face aos objetivos definidos para a investigação, o questionário inicial foi aplicado novamente, após a lecionação, denominado de “pós-teste” (Anexo I). Foi também aplicado um questionário de opinião aos alunos, de forma a tentar avaliar o impacto da metodologia de ensino adotada nos alunos (Anexo 3).

3.3. Justificação das estratégias de ensino utilizadas

São muitos os autores que defendem o uso de atividades laboratoriais no ensino da Biologia, sendo que com a sua implementação se consegue atingir vários objetivos. Mas, por vezes, as atividades laboratoriais que os professores implementam não são as mais adequadas, aparecendo por vezes descontextualizadas, e sem os objetivos a alcançar definidos. De acordo com Wellington (2000), os professores necessitam de uma maior clareza acerca das práticas a seguir, quando e o porquê da sua utilização. A maior parte das atividades laboratoriais que se realizam nas escolas são as propostas no manual escolar ou propostas por professores, não sendo, a maioria das vezes adequadas no ensino das ciências, e por outro lado apresentam um grau de envolvimento dos alunos muito reduzido (Leite, 2001). Para a realização adequada de atividades laboratoriais no contexto sala de aula, é imprescindível que os professores selecionem aquelas que revelam maior eficácia no desenvolvimento de conhecimentos concretos e mais coerentes com a visão construtivista da aprendizagem, que partindo dos conhecimentos prévios dos alunos permite a construção concetual das mesmas. Os professores para conseguirem alcançar estes objetivos podem optar por modificar as atividades existentes nos manuais e adapta-las de forma a conseguir uma atividade apelativa.

Foi este o princípio que nos levou a elaborar três atividades laboratoriais orientadas por princípios construtivistas, organizadas segundo a perspetiva “Prevê-Observa-Explica-Reflete” (Silva & Leite, 1997; Silva, 2002; Fernandes, 2013), de forma a permitir aos alunos expor e discutir as

suas ideias, e que eles tomassem consciência das mesmas, pela comparação e crítica dos diferentes pontos de vista apresentados.

As atividades laboratoriais elaboradas enquadram-se no âmbito da abordagem da unidade didática 4 “Produção de alimentos e sustentabilidade” do currículo da disciplina de Biologia do 12º ano de escolaridade. Foram respeitadas as fases inerentes a este tipo de atividades para, assim, satisfazer as condições necessárias de uma atividade do tipo *Prevê-Observa-Explica-Reflete*. Na primeira parte de cada protocolo era apresentado aos alunos um questionário, com o intuito de fazer o levantamento das ideias prévias de cada aluno, servindo de previsão. Depois desta parte terminada, foi gerada uma discussão com os alunos para que estes tomassem consciência das conceções alternativas. A parte dois correspondeu a um procedimento que permitiu aos alunos testar as suas previsões, e por último, foi implementado um outro questionário de reflexão, com a finalidade do aluno aplicar o que aprendeu, sendo assim possível avaliar o seu progresso.

Os Protocolos Laboratoriais foram elaborados de acordo com a seguinte sequência em termos de assunto: 1º Produção do pão e observação do bolor do pão ao microscópio; 2º Produção de iogurte e observação das bactérias do iogurte ao microscópio; 3º Atividade enzimática: Ação da catalase sobre o peróxido de hidrogénio. Com estes protocolos laboratoriais, para além do manuseamento do microscópio, pretendeu-se que os alunos compreendessem o fenómeno que ocorre durante a produção do pão (Protocolo 1) e do iogurte (Protocolo 2). Com o Protocolo 3 pretendeu-se que os alunos analisassem a ação da catalase sobre o peróxido de hidrogénio, de forma a conseguirem identificar os fatores que influenciam a atividade enzimática.

As atividades laboratoriais foram implementadas na turma, ao longo de três blocos de 90 minutos, tendo a leção decorrido aproximadamente durante um mês. No decurso das aulas, e de acordo com o plano curricular do Curso Científico – Humanístico de Ciências e Tecnologias a disciplina de Biologia do 12º ano dispõe de 4,5 horas semanais, onde são distribuídas por três blocos de 90 minutos, sendo que em dois deles, a turma se encontra dividida por dois turnos. Assim, dentro de cada turno, aptou-se por dividir a turma em dois grupos (no protocolo 1 e 2) e três grupos (no protocolo 3) para a realização das atividades laboratoriais.

As diferentes partes dos protocolos foram concretizadas em momentos diferentes, de modo a evitar que os alunos tivessem acesso a informação antes do momento adequado. Assim, a aula que antecedia cada atividade laboratorial era distribuído, a cada aluno, a primeira parte do protocolo, em forma de questionário (*Prevê*), onde era estabelecido um tempo limite para a sua resolução. A aula laboratorial iniciava-se com uma breve introdução ao tema que se iria tratar, e

esclarecia-se dúvidas que surgissem. Os alunos, nesta aula, dividiam-se em grupos, e depois de lerem o procedimento, orientados pela investigadora, efetuaram a montagem laboratorial, realizaram a atividade laboratorial e registaram os resultados. Ao longo da resolução da atividade, os alunos discutiam em grupo os resultados que obtinham fazendo os devidos registos, sendo de seguida discutidos os resultados na turma, sob a orientação da investigadora, chegando-se, assim, a uma conclusão. Por último, os alunos respondiam a um questionário de reflexão.

3.4. Seleção da técnica de recolha de dados

A recolha dos dados no decorrer de uma investigação pode ser feita com recurso a diversas técnicas. Para a investigação em questão optamos por fazer o levantamento dos dados com recurso à técnica de inquérito por questionário. De acordo com Sousa (2005) os questionários são utilizados em investigações de forma a se obter informações diretamente provenientes dos sujeitos, que posteriormente se vão traduzir em dados suscetíveis de serem analisados.

A utilização dos questionários foi devido a esta técnica possuir questões padronizadas para todos os alunos, o que tornou mais fácil o levantamento das ideias e comparação das mesmas. Outras razões da escolha desta técnica foi devido a não ser necessário a comunicação oral entre entrevistador e entrevistado para o levantamento de dados, pelo facto de existir pouco tempo para a realização de entrevistas (Gomez *et al.*, 1996), e a não existência de condições físicas para a realização dos mesmos. Por outro lado nesta técnica não existem circunstâncias externas que possam influenciar a respostas dos questionados e podem ser aplicados no momento que se julgue mais conveniente (Sousa, 2005). Com a adoção desta técnica, também se torna possível efetuar comparações entre as respostas dos inquiridos e possibilitar a generalização dos resultados uma vez que as questões são as mesmas.

Esta técnica de recolha de dados não apresenta, contudo, só vantagens, mas possui, como todas as técnicas de recolha de dados algumas desvantagens. O facto de as perguntas ser padronizadas não permite captar diferenças de opinião significativas entre os inquiridos, uma vez que não existe uma relação entre o entrevistado e o entrevistador que permita detetar essas ideias (Gomez *et al.*, 1996) e assim não são esclarecidas algumas ideias menos claras. Por outro lado, os sujeitos podem não responder a todas as perguntas, devolvendo o questionário com questões principais sem resposta, apenas abordam um número de questões relativamente pequeno, uma vez que quanto maior for o questionário maior será a probabilidade de não o responderem, e

podem surgir dificuldades de subjetividade, uma vez que a mesma questão poderá ser interpretada de diferentes formas (Sousa, 2005).

3.5. Construção dos instrumentos de recolha de dados

Para proceder à recolha dos dados nesta investigação procedeu-se à realização de dois questionários, um questionário que funcionou como pré e pós-teste e um outro de questionário de opinião. Estes questionários tinham como principal objetivo recolher informação que permitia caracterizar o ponto de partida e chegada dos alunos relativamente aos conteúdos da unidade didática em estudo (pré e pós-teste) bem como averiguar o impacto da metodologia de ensino implementada na turma.

Estes questionários foram elaborados pela investigadora sob o olhar e crítica do supervisor, sendo que houveram várias versões, até se chegar a uma versão final apresentada no Anexo 1 (pré e pós-teste) e no Anexo 3 (questionário de opinião).

3.5.1. Construção do pré e pós-teste

A conceção do questionário foi orientada por um conjunto de procedimentos articulados. Tal como se referiu anteriormente, a partir deste questionário foi possível conhecer as conceções e atitudes da população alvo relativamente ao tema “Produção de alimentos e Sustentabilidade”.

Para a elaboração do questionário, inicialmente, foi feita a consulta do programa em vigor do 12º ano da disciplina de Biologia (DES, 2004), de forma a conseguir perceber quais os objetivos e metas a alcançar desta unidade, bem como, foi realizada uma consulta de alguns manuais escolares, para conseguir perceber a forma como os temas são abordados.

Na elaboração do questionário tivemos em atenção alguns aspetos, tais como:

- a adequação das perguntas face aos objetivos definidos;
- a adequação da linguagem;
- a objetividade das questões, de modo a assegurar que todos os alunos as interpretem da mesma forma, procurando utilizar-se linguagem comum do meio em que vivem (Sousa, 2005).

A formulação de cada uma das questões, que constitui o questionário, foi determinada pelo seu objetivo (Quadro 3).

A primeira versão do questionário foi submetida a um processo de validação por parte do supervisor, que deu o seu parecer sobre a adequação das questões, clareza do texto, correção de forma e extensão do questionário. Foram feitas algumas sugestões, a partir das quais foram efetuadas as devidas modificações, das quais resultou a versão final do questionário (pré e pós-teste) (Anexo I).

Na elaboração do questionário foram tidos em consideração alguns aspetos, com o intuito de o tornar atrativo, de fácil resolução e ao mesmo tempo, para não se tornar massudo para os alunos responderem.

Quadro 3: Objetivos das questões do questionário.

Questão		Objetivo
1ª Parte	1	Relacionar expressões do quotidiano com etapas de produção do pão.
	2	Relacionar os desmaios com os produtos resultantes da fermentação alcoólica.
	3.1	Explicar a importância do uso de microrganismos na produção de alimentos.
2ª Parte	1.1	Definir o conceito de fermentação.
	1.2	Identificar os tipos de fermentação.
	1.3	Descrever os mecanismos que estão envolvidos no processo de fermentação.
	1.4	Identificar alimentos que utilizam a fermentação para ser produzidos.
	1.5	Identificar as vantagens da utilização da fermentação na produção dos alimentos.
	2.1	Definir o conceito de enzima.
	2.2	Averiguar se os alunos fazem ligação entre a função das enzimas com a fermentação.
	2.2.1	Relacionar a função das enzimas com as etapas da fermentação.

A organização interna do questionário foi feita em grupos, por onde se distribuíram as questões em conformidade com a natureza do seu conteúdo. De acordo com os temas abrangidos pelo questionário, achou-se conveniente dividir o questionário em três grupos, onde se distribuíram oito questões.

Para a realização do questionário achou-se conveniente utilizar questões de natureza variada, de forma a conseguir alcançar os objetivos propostos na tabela anterior. Assim, em situações onde se pretendia que os alunos apresentassem as suas próprias explicações sobre os assuntos considerados, utilizaram-se questões do tipo “resposta aberta” (Sousa, 2005), que permitiam recolher as ideias dos alunos, sobre os diferentes temas da unidade em estudo. Em alguns casos

utilizou-se questões do tipo “resposta dicotômica” (Sousa, 2005), pois assim os alunos escolhiam apenas uma das respostas, possibilitando-nos a nós perceber qual a posição dos alunos sobre determinado assunto, permitindo uma verificação imediata da tendência da amostra.

Para a elaboração do questionário foram escolhidas questões que envolvessem situações, tanto quanto possível, do quotidiano, de forma a serem facilmente visualizadas pelos alunos.

3.5.2. Construção questionário de opinião

O questionário de opinião foi construído com o intuito de fazer o levantamento da opinião dos alunos, que constituem a amostra do estudo, relativamente ao impacto da metodologia de ensino adotada.

No questionário foram utilizadas questões de escala tipo Likert com cinco termos, em que as alternativas de escolha se encontram ordenadas numa dada sequência. Os cinco termos da escala eram: nada; pouco; moderadamente; bastante; muito. Também foram utilizadas questões de “resposta aberta”, de forma a conseguir ter ideias mais claras da opinião dos alunos relativamente à metodologia utilizada.

Este questionário foi dividido em três grupos, sendo que, no primeiro grupo estão as questões de resposta fechada, onde os alunos podem atribuir a classificação que acham mais adequada relativamente à metodologia adotada, no segundo grupo foram colocadas três questões de resposta aberta, relacionadas com os conteúdos científicos abordados, e por último, um grupo de três questões relacionadas com as atividades laboratoriais realizadas.

Para a realização do questionário foram consultados questionários que orientaram outros estudos (Leite *et al*, 2011) a título de exemplo.

3.6. Recolha de dados

A recolha dos dados referentes à investigação realizada foram obtidos através da técnica de inquérito, com recurso a questionários. Os dados foram obtidos por aplicação, a todos os alunos da amostra, de um questionário que funcionou como pré-teste e pós-teste, e de um questionário de opinião, no final da implementação do estudo.

Para a realização desta investigação, numa primeira fase, foi aplicado aos alunos uma primeira vez o questionário inicial, designado de pré-teste. O pré teste foi aplicado aos alunos

quinze dias antes da abordagem dos assuntos numa aula de Biologia em que os alunos dispunham de quarenta e cinco minutos para a sua realização.

Com a finalidade de analisar as mudanças ocorridas nas concepções dos alunos, foi aplicado o pós-teste, realizado uma semana após a implementação pedagógica, numa aula de Biologia onde os alunos dispuseram de quarenta e cinco minutos para a sua realização,

Por último, foi aplicado aos alunos um questionário de opinião aos alunos, de forma a conseguir destes um “feedback” relativamente à estratégia implementada, foram também preenchidas fichas de análise de aulas, que nos permitiram efetuar uma reflexão sobre as nossas práticas.

3.7. Tratamento e análise de dados

Para a análise das respostas dadas pelos alunos aos questionários (pré e pós-teste) procedeu-se a uma análise de conteúdos, classificando as respostas dadas em categorias. Assim, e de acordo com as categorias usadas por Silva (2002) e por nós ligeiramente adaptadas, as respostas foram classificadas da seguinte forma:

Categoria 1: Resposta Cientificamente Aceite – nesta categoria são incluídas as respostas cientificamente aceites, tendo em conta os programas em vigor e a profundidade de abordagem dos conteúdos em manuais escolares, para este nível de ensino.

Categoria 2: Resposta incompleta – aqui são incluídas as respostas que contemplam apenas algumas das ideias requeridas para a resposta ser correta, mas que não incluem todos os elementos considerados indispensáveis para que a resposta seja cientificamente aceite. Para ser uma resposta incompleta, não pode incluir elementos cientificamente aceites.

Categoria 3: Resposta contendo Concepções Alternativas – nesta categoria são incluídas todas as respostas que denunciam concepções alternativas, que não sendo cientificamente aceites, para os alunos, nas suas explicações dos fenómenos em causa, possuem coerência e fazem algum sentido.

Categoria 4: Outras – nesta categoria são inseridas todas as respostas que não se encaixam nas categorias anteriores, podendo ser casos em que os alunos não respondem às perguntas, ou seja, não formulou resposta, as respostas que repetem, as respostas não apresentam qualquer relação com o assunto em causa, e as respostas erradas.

No entanto, devido à existência de uma questão do tipo de “resposta dicotômica” (questão 2.2. do grupo dois) esta foi sujeita a um outro tipo de análise, sendo apenas feita a sua quantificação e análise.

As respostas dadas pelos alunos no questionário de opinião também foram sujeitas a uma análise e tratamento de dados. No entanto, a análise efetuada foi diferente da análise realizada no pré e pós-teste, devido à existência de questões de diferentes tipos. Assim, as questões onde era solicitada a opinião dos alunos (resposta do tipo aberta) foram sujeitas a uma análise de conteúdo que permitiram estabelecer categorias emergentes e respectivas quantificação, e as questões onde a resposta era um dos elementos da escala proposta, foram apenas sujeitas a quantificação e análise das mesmas.

Capítulo IV

Apresentação e Discussão dos Resultados

4.1. Introdução

Neste capítulo apresentam-se e discutem-se os resultados obtidos pelos instrumentos de recolha de dados aplicados aos alunos da turma durante a realização da investigação. Para além da introdução, 4.1, fazem parte deste capítulo mais dois subcapítulos. No subcapítulo 4.2 efetuamos uma análise dos resultados referentes aos conhecimentos conceituais dos alunos, procedendo-se a uma análise comparativa do ponto de partida e do ponto de chegada. No subcapítulo 4.3 efetua-se a análise dos resultados referentes ao questionário de opinião.

4.2. Análise dos resultados referentes aos conhecimentos conceituais dos alunos

Neste subcapítulo apresenta-se e analisa-se a evolução das respostas obtidas pelos questionários aplicados, no pré-teste e no pós-teste, que permitiram a recolha de informações relativas aos conhecimentos conceituais dos alunos em relação a aspetos da unidade didática “Produção de alimentos e sustentabilidade”.

4.2.1. Análise comparativa da evolução das ideias dos alunos antes e pós o ensino

Tal como foi mencionado no Capítulo III, a análise das respostas obtidas às questões relativas ao pré e pós-teste foi efetuada com base nas categorias: Respostas Cientificamente Aceites (RCA), Respostas Incompletas (RI), Conceções Alternativas (CA) e Outras (Out.). Apenas na questão do tipo resposta dicotómica se efetuou a quantificação e análise da mesma.

A análise das respostas dos alunos será feita comparando as respostas dadas no pré-teste com as respostas dadas no pós-teste, de forma a conseguir obter-se uma perceção da evolução das ideias dos alunos da turma.

4.2.1.1. Análise das questões do grupo I

No primeiro grupo de questões, do pré e pós-teste, são analisadas três questões, sendo duas delas referentes ao processo fermentativo, a fermentação alcoólica, e uma outra, referente à importância dos microrganismos nesse mesmo processo. Na tabela 1 apresenta-se a distribuição das respostas deste primeiro grupo, tanto do pré-teste, como do pós-teste, pelas diferentes categorias de resposta, bem como a evolução das respostas em causa.

Tabela 1: Distribuição das respostas dos alunos às questões do primeiro grupo do pré e pós-teste.

N=20

Resposta	Pré-teste				Pós-teste				Evolução			
	RA	RI	CA	Out	RA	RI	CA	Out	RA	RI	CA	Out
1	0	6	0	14	9	7	0	4	+9	+1	0	-10
2	2	3	0	15	19	1	0	0	+17	-2	0	-15
3.1	2	8	0	12	15	4	0	1	+13	-4	0	-11

Numa análise geral à tabela verifica-se que há uma evolução no que respeita ao ganho de respostas na categoria de “Respostas Cientificamente Aceites”, e conseqüentemente a uma diminuição das outras categorias.

Por outro lado, pode verifica-se que, tanto antes como após o ensino, não se observa nenhuma resposta incluída na categoria “Concepções Alternativas”.

Na questão 1 era solicitado aos alunos que explicitassem qual o significado das expressões “amassar o pão”, “pão lèveado” e “crescer da massa”, relacionadas com o fabrico artesanal do mesmo. Para que a resposta à questão 1 fosse considerada uma resposta cientificamente aceite, os alunos teriam de apresentar os seguintes itens nas suas respostas: “amassar o pão” – significa a mistura dos ingredientes necessários para o fabrico do pão; “pão lèveado” – significa a massa de pão ao qual se acrescentou um fermento; “crescer da massa” – significa que o fermento (levedura) consome os açúcares existentes e dá-se a libertação de dióxido de carbono que provoca o aumento da massa.

Pela observação da tabela anterior, verificou-se que no pré-teste nenhum aluno respondeu acertadamente a esta questão, sendo que seis das respostas apresentadas foram consideradas “Respostas Incompletas” e catorze foram incluídas na categoria “Outras”. Já no pós-teste,

verificaram-se nove “Respostas Cientificamente Aceites”, sete “Respostas Incompletas” e apenas quatro respostas foram incluídas na categoria “Outros”. Consegue-se, assim, verificar que ocorreu uma evolução do conhecimento conceitual dos alunos.

De seguida são apresentados exemplos de respostas nas diferentes categorias, tanto no pré, como no pós-teste.

No pré-teste apenas estão presentes duas categoriais de resposta, “Resposta Cientificamente Aceite” e “Outras”.

Na categoria de “Respostas Incompletas” foram selecionadas as seguintes respostas:

“A expressão amassar o pão é referente à junção dos ingredientes até ficarem bem misturados, o pão lèveado é quando deixamos a massa a repousar depois de juntar o fermento, e o crescer da massa é devido à junção do fermento.” (A4)

“Amassar o pão significa a mistura dos ingredientes, o pão lèveado significa que a massa já tem o fermento, e o crescer da massa é o resultado da fermentação.” (A6)

“A expressão amassar o pão é quando se está a amassar a massa e se lhe dá forma, a expressão pão lèveado é quando o pão está a sofrer a ação das leveduras o que leva ao crescer da massa.” (A14)

Na categoria “Outras”, selecionamos as seguintes respostas:

“Amassar o pão é para o pão crescer mais, o pão lèveado é algumas substâncias que o pão deve conter.” (A9)

“Amassar o pão quer dizer amassar a massa que será o pão, crescer a massa é o tempo que se espera para a massa aumentar de volume e o pão levedado é depois de ir ao forno.” (A18)

“Amassar o pão é envolver a massa, o crescer da massa é adicionar o fermento.” (A19)

No pós-teste existem três categoriais contempladas nas respostas apresentadas pelos alunos (“Respostas Cientificamente Aceites”, “Respostas Incompletas” e “Outras”).

Na categoria de “Respostas Aceites” selecionamos as seguintes respostas:

“Amassar o pão é misturar os ingredientes necessários para o fabrico do mesmo, o pão lèveado é quando se junta as leveduras à massa, e o resultado da atividade das leveduras levam à libertação de CO₂ criando bolinhas levando assim ao crescer da massa.” (A3)

“O da massa é devido à libertação de CO₂ resultante do processo de fermentação. Amassar o pão é a mistura de todos os ingredientes, e o pão lèveado é quando se junta o fermento à massa do pão.” (A8)

Na categoria “Respostas Incompletas” selecionaram-se as seguintes respostas:

“Amassar o pão é a junção dos ingredientes necessários para a produção do pão sendo estes misturados até criar uma massa homogénea, o pão lèveado é quando a massa já contem o fermento, e o crescer da massa, é quando se dá a fermentação.” (A1)

“Amassar o pão é quando se junta todos os ingredientes necessários para fazer o pão, o pão lèveado é quando as leveduras são adicionadas à massa, e o crescer da massa é o resultado da ação das leveduras.” (A12)

Na categoria de respostas “Outras” verificamos os seguintes exemplos.

“O significado de cada expressão é para aumentar o volume do pão e para que os microrganismos façam o seu respetivo trabalho, quando a fermentação alcoólica se dá.” (A11)

“O fabrico artesanal do pão resulta do processo de fermentação. A massa cresce devido à formação da glicose e da libertação de CO₂. Dizemos que o pão se encontra lèveado.” (A7)

“Amassar o pão significa por uma massa homogenia, misturando e amassando a massa.” (A20)

Pelos exemplos das respostas apresentados, nota-se que, as incluídas na categoria “Respostas Incompletas”, em todos os exemplos dados, tanto no pré-teste, como no pós-teste, falta alguma informação para que fossem consideradas “Respostas Cientificamente Aceites”. Já as respostas incluídas na categoria “Outras”, embora possuam elementos corretos na resposta, não são aceites devido a possuírem elementos errados.

Na questão 2 os alunos eram questionados sobre a razão de, muitas vezes, se ouvir dizer que durante a produção artesanal do vinho numa adega fechada, as pessoas desmaiavam. Para responderem acertadamente a esta questão, os alunos teriam de relacionar os produtos finais da fermentação alcoólica com o facto de esta atividade se estar a realizar num ambiente fechado, e para isso, deveriam dizer que no decorrer da fermentação alcoólica, existe libertação de dióxido de carbono (Lecasse, 1995; Weil, 2000; Lima e Mota, 2003), que em grandes doses, se torna tóxico para os seres humanos e leva ao seu desmaio.

Pela análise da tabela 1, verifica-se que, no pré-teste, apenas dois dos vinte alunos responderam acertadamente a esta questão, “Resposta Cientificamente Aceite”, três das respostas dos alunos foram enquadradas na categoria de “Resposta Incompleta” e quinze das respostas foram incluídas na categoria “Outras”. No pós-teste, verificaram-se na categoria

“Resposta Cientificamente Aceite” dezanove das respostas e na categoria “Resposta Incompleta” apenas uma das respostas. Verifica-se assim um grande ganho de “Respostas Cientificamente Aceites”, do pré para o pós-teste, com uma consequente diminuição de respostas nas restantes categorias.

De seguida são apresentados alguns exemplos de respostas dos alunos, no pré e no pós-teste, nas categorias de respostas representadas.

No pré-teste estão contempladas três categorias de resposta (“Respostas Cientificamente Aceites”, “Respostas Incompletas” e “Outras”).

No pré-teste, tal como se verificou anteriormente, apenas dois dos alunos responderam acertadamente. São aqui apresentadas as duas respostas incluídas na categoria “Respostas Cientificamente Aceites”.

“Durante a produção do vinho há libertação de CO₂, que acumulado num local fechado leva à perda dos sentidos.” (A12)

“As pessoas desmaiam durante a produção artesanal do vinho devido à libertação de CO₂.” (A18)

Na categoria “Respostas Incompletas” selecionamos os seguintes exemplos:

“Este facto deve-se à libertação de substâncias durante a produção do vinho.” (A6)

“As pessoas desmaiam porque durante o processo de produção do vinho há libertação de gases, que ficam acumulados devido a ser numa adega fechada.” (A16)

Na categoria de resposta “Outras” selecionamos as seguinte respostas a título de exemplo:

“As pessoas desmaiam devido ao álcool puro que é introduzido para formar o vinho.” (A1)

“As pessoas desmaiam devido à adega ser fechada e respirarem sempre o mesmo ar uma vez que não há circulação do mesmo.” (A3)

“As pessoas desmaiam porque o vinho rouba o oxigénio existente, o que faz com que as pessoas fiquem sem oxigénio.” (A8)

Nos pós-teste, apenas estão presentes duas categorias de respostas (“Respostas Cientificamente Aceites”, “Respostas Incompletas”). Contrariamente ao que se verificou no pré-teste, apenas um aluno formulou uma resposta incompleta.

De seguida são apresentados alguns exemplos da categoria de “Respostas Cientificamente Aceite”:

“As pessoas desmaiam porque durante a produção do vinho há libertação de dióxido de carbono que se acumula devido a ser num local fechado, levando à perda dos sentidos.” (A7)

“O vinho é resultante da fermentação alcoólica, e um dos produtos da reação é a libertação de CO₂, que acumulado leva ao desmaio das pessoas.” (A13)

A categoria “Respostas incompletas” apenas está representada por uma resposta:

“Este facto deve-se aos produtos libertados durante o processo de fermentação do vinho, que acumulados levam ao desmaio das pessoas.” (A10)

Verifica-se nesta questão um grande aumento de “Respostas Cientificamente Aceites” no pós-teste, mais dezassete respostas do que no pré-teste.

Pelos exemplos das respostas apresentados, nota-se que, nas respostas incluídas na categoria “Respostas Incompletas”, em todos exemplos dados, tanto no pré, como no pós-teste, falta alguma informação para que fossem consideradas respostas aceites. Já as repostas incluídas na categoria “Outras”, embora possuam elementos corretos na resposta, estas não são aceites por possuírem elementos errados.

Na questão 3.1. os alunos eram confrontados com um diálogo, entre amigos, relativo ao uso de microrganismos na produção de alimentos. Aqui os alunos tinham de expressar a sua opinião sobre o assunto. Os alunos, para conseguirem dar uma resposta considerada aceite, deveriam ter colocado nas suas respostas os seguintes itens: os microrganismos são seres vivos essenciais a muitos processos que ocorrem ao nível dos alimentos, quer na sua produção, quer na sua transformação (Lecasse, 1995), sendo os processos industriais que recorrem a eles designados por fermentação (Lima e Mota, 2003).

Pela análise da tabela 1 verifica-se que, no pré-teste, mais de metade dos alunos da turma (doze alunos) responderam errado a esta questão, sendo por isso incluídas na categoria “Outras”, no entanto, oito das respostas foram consideradas “Respostas Incompletas” e duas foram classificadas como “Respostas Cientificamente Aceite”.

No pós-teste verifica-se um aumento do número de respostas consideradas “Aceites” (quinze), o que provocou uma descida do número de “Respostas Incompletas” (quatro) e das respostas incluídas na categoria “Outras”.

De seguida são apresentados exemplos de respostas dadas pelos alunos a esta questão, nas diferentes categorias, tanto no pré, como no pós-teste.

No pré-teste estão contempladas três categorias de respostas (“Respostas Cientificamente Aceites”, “Respostas Incompletas” e “Outras”).

Na categoria de “Respostas Cientificamente Aceites” apresentamos os dois únicos exemplos de respostas obtidos:

“Estes dois alimentos resultam do processo de fermentação, e para que ele ocorra são necessários microrganismos.” (A12)

“O aluno 1 está correto, são utilizados microrganismos na produção de alimentos através do processo de fermentação.” (A15)

Na categoria de “Respostas Incompletas” selecionamos os seguintes exemplos:

“São estes microrganismos que fazem com que o pão leve e o vinho ferva. São essenciais ao seu fabrico.” (A4)

“Estes microrganismos vão possibilitar o fabrico de alguns elementos, através de alguns processos.” (A10)

“Sim, na produção de muitos alimentos são utilizados microrganismos que lhe vão dar características únicas.” (A16)

Na categoria “Outras” selecionamos as seguintes respostas a título de exemplo:

“Sim existem microrganismos, que são produzidos durante o fabrico do pão.” (A2)

“Nenhum alimento é 100% puro, e o Homem, ferve o vinho para conseguir matar todos os microrganismos.” (A3)

No pós-teste, nesta questão, também estão presentes três das categoriais de respostas (“Respostas Cientificamente Aceites”, “Respostas Incompletas” e “Outras”).

Na categoria de “Respostas Aceites” selecionamos as seguintes respostas a título de exemplo:

“Estes microrganismos vão permitir a realização do processo de fermentação, que é essencial para a produção destes alimentos.” (A6)

“Os microrganismos são desde há séculos utilizados na produção de vários alimentos. Eles através da sua atividade conseguem realizar a fermentação, que dá características únicas aos alimentos.” (A14)

Na categoria de “Respostas Incompletas” selecionamos os seguintes exemplos:

“A utilização de microrganismos é fundamental para a produção do pão e do vinho, e sem eles, era impossível produzi-los.” (A10)

“São estes microrganismos que vão dar as características dos alimentos” (A11)

Na categoria “Outras” apenas existe um exemplo:

“Não, não são microrganismos, mas sim bichos específicos para cada alimento.” (A3)

Numa análise aos exemplos de respostas dados pelos alunos, verifica-se que, na categoria “Outras” nenhum deles deu resposta à questão, sendo considerada uma resposta sem nexo algum. Na categoria de “Respostas Incompletas”, verifica-se que os alunos já atribuem a importância da produção dos alimentos aos microrganismos, no entanto, nenhum conseguiu identificar o processo pelo qual os microrganismos produzem os alimentos. Por outro lado, no pós-teste, observa-se que o número de respostas consideradas “Cientificamente Aceites” subiu para mais de metade, um ganho de treze respostas.

4.2.1.2. Análise das questões do grupo II

No segundo grupo de questões do questionário foram analisados cinco questões relacionadas com o processo de fermentação e três questões sobre as enzimas. Ao longo desta secção apresentamos, de forma sequencial, a análise de três das cinco questões sobre a fermentação, seguidamente da análise de duas outras questões sobre o mesmo tema, concluindo-se com a análise de duas questões sobre os enzimas.

Na tabela 2 apresenta-se a distribuição das respostas dos alunos às primeiras três questões deste grupo, pelas diferentes categorias de resposta, bem como a evolução das respostas em causa.

Numa análise geral à tabela 2 verifica-se uma evolução positiva na categoria de “Respostas Aceites” nas três questões, sendo menos acentuada na questão 1.3., ao contrário do que aconteceu no grupo I, em que não se verifica nenhuma resposta na categoria de “Conceção Alternativa”, neste grupo, na questão 1.1., verifica-se a existência de respostas classificadas como tal.

Na pergunta 1.1. os alunos eram questionados sobre o que entendiam por fermentação, no contexto da produção de alimentos. Para que a resposta dos alunos fosse considerada uma “Resposta Cientificamente Aceite”, teria de conter na sua redação a seguinte informação: a

fermentação é um conjunto de reações químicas controladas enzimaticamente, em que uma molécula orgânica, geralmente a glicose, é degradada em compostos mais simples, libertando energia (Lima e Mota, 2003).

Tabela 2: Distribuição das respostas dos alunos às questões 1.1., 1.2. e 1.3. do segundo grupo do pré e pós-teste.

N=20

Resposta	Pré-teste				Pós-teste				Evolução			
	RA	RI	CA	Out	RA	RI	CA	Out	RA	RI	CA	Out
1.1.	0	10	7	3	14	6	0	0	+14	-4	-7	-3
1.2.	8	9	0	3	20	0	0	0	+12	-9	0	-3
1.3.	0	1	0	19	5	15	0	0	+5	+14	0	-19

Pela observação da tabela 2 percebe-se que, no pré-teste, nenhum dos alunos respondeu acertadamente a esta questão, sendo que dez das respostas dadas foram incluídas na categoria de “Respostas Incompletas”, sete na categoria “Conceções Alternativas” e por fim, três foram incluídas na categoria de resposta “Outras”. No entanto, comparando com os resultados do pós-teste, verifica-se que neste houve um ganho de catorze “Respostas Cientificamente Aceites” e as restantes seis foram classificadas como “Respostas Incompletas”. É de notar que, após o ensino, já não se observa a existência de conceções alternativas nem de respostas classificadas como “Outras”.

São agora apresentados alguns exemplos de respostas dadas pelos alunos nas diferentes categorias, tanto no pré, como no pós-teste.

No pré-teste estão representadas três categorias de respostas (“Respostas Incompletas”, “Conceções Alternativas” e “Outras”).

Na categoria “Respostas Incompletas” selecionamos as seguintes respostas a título de exemplo.

“A fermentação é um processo que tem várias etapas, onde alguns organismos obtém energia.” (A9)

“É um processo onde os microrganismos (leveduras) conseguem alterar os alimentos e obter energia.” (A12)

“A fermentação é um processo que consiste num conjunto de reações por ação de microrganismos, que permite modificar os alimentos.” (A15)

A categoria “Conceção Alternativa” apenas está presente no pré-teste, onde se levantaram as seguintes Concepções Alternativas mais referenciadas pelos alunos:

“A fermentação é um processo que se utiliza na manipulação dos alimentos.” (A1)

“É um processo para a conservação dos alimentos.” (A2)

“É um processo que põe os alimentos a ferver para que o ácido que tem neles se evapore.”
(A3)

“A fermentação serve para aumentar a espessura da massa.” (A13)

A categoria de resposta “Outras” está presente em três respostas, sendo que, duas das três não foram respondidas pelos alunos. Assim, apenas se obteve uma resposta para exemplo:

“É o processo através do qual os alimentos levedam, onde há libertação de CO₂.” (A5)

No pós-teste estão presentes duas categorias de resposta (“Respostas Cientificamente Aceites” e “Respostas Incompletas”).

Na categoria de “Respostas Cientificamente Aceites” selecionamos a título de exemplo as seguintes respostas:

“A fermentação é um processo anaeróbio, realizado por certos microrganismos (bactérias, leveduras, bolores), através do qual moléculas orgânicas são utilizadas na produção de ATP.” (A4)

“Processo onde atuam microrganismos anaeróbios, que através de um conjunto de reações produzem energia e novos produtos.” (A9)

“É um processo anaeróbio realizado por microrganismos que degradam a glicose, transformando-a em compostos mais simples e energia.” (A15)

Na categoria de “Respostas Incompletas” foram selecionados os seguintes exemplos:

“É o processo através da qual os microrganismos degradam a glicose.” (A2)

“É um processo anaeróbio, que ocorre na ausência de oxigénio, onde os microrganismos obtém energia.” (A8)

“É um processo anaeróbio que envolvem leveduras permitindo a produção de ATP.” (A13)

O tema da fermentação já tinha sido abordado em anos anteriores pelos alunos, no entanto, verifica-se pelos resultados do pré-teste, que o conhecimento dos alunos deste conceito era muito vago, não existindo nenhuma resposta aceite.

Verificou-se a existência de Concepções Alternativas. Os alunos remontaram o conceito de fermentação para o conceito de fermentação alcoólica, daí dizerem que a fermentação serve para

“ferver” e “aumentar a espessura da massa”, estes dois factos estão relacionados com a libertação de CO₂, que ocorre durante a fermentação alcoólica.

Após o ensino, os alunos já conseguiram corrigir as suas ideias iniciais, obtendo-se uma elevada percentagem de respostas certas.

A questão 1.2. tinha como objetivo fazer o levantamento dos tipos de fermentação que os alunos conheciam. Uma vez que os tipos de fermentação já foram abordados pelos alunos em anos anteriores, apenas se consideraram como “Respostas Cientificamente Aceites” as respostas às quais os alunos referissem a fermentação alcoólica, a fermentação láctica e a fermentação acética. Caso apresentassem apenas um dos exemplos, a resposta era considerada “Resposta Incompleta”.

Pela observação da tabela 2 verifica-se que, no pré-teste, apenas oito dos vinte alunos responderam acertadamente a esta questão, sendo que nove das respostas foram classificadas como “Resposta Incompleta” e as restantes três foram incluídas na categoria “Outras”. É de salientar, que as três respostas classificadas como “Outras” eram respostas nulas, uma vez que os alunos não apresentaram resposta.

Após o ensino, verifica-se que todos os alunos responderam acertadamente a esta questão, havendo uma evolução de doze respostas certas.

Na questão 1.3. era solicitado aos alunos que descrevessem os mecanismos que estão envolvidos no processo de fermentação. Aqui os alunos, para responderem acertadamente, tinham de referir que o processo de fermentação é uma via metabólica que envolve um conjunto de reações, que ocorrem em duas etapas: a glicólise, a primeira via metabólica de obtenção de energia onde uma molécula de glucose é convertida em ácido pirúvico num processo que envolve dez passos, e a redução do ácido pirúvico, que conduz à formação dos produtos da fermentação (Lima e Mota, 2003).

Pela análise da tabela 2 verifica-se que, no pré-teste, nenhum aluno respondeu acertadamente a esta questão, apenas uma das respostas foi considerada como “Resposta Incompleta” e as restantes dezanove foram incluídas na classificação “Outras”. Salienta-se ainda, que dez dos dezanove alunos não responderam a esta questão, sendo por isso considerada nula. No pós-teste as respostas dadas pelos alunos foram apenas incluídas em duas das categorias, tendo cinco “Respostas Cientificamente Aceites” e quinze “Respostas Incompletas”.

De seguida são apresentados exemplos das respostas dadas pelos alunos nas diferentes categorias tanto no pré como no pós-teste.

No pré-teste estão presentes duas categorias (“Respostas Incompletas” e “Outras”).

Na categoria de “Resposta Incompleta” apresentamos a única respostas que obtivemos:

“No processo de fermentação ocorre a redução do ácido pirúvico para a formação de ATP.”

(A14)

Na categoria “Outras”, selecionamos as seguintes respostas a título de exemplo:

“No processo de fermentação ocorrem transformações físicas e químicas para a produção dos alimentos.” (A8)

“Neste processo há formação de ATP e oxigénio.” (A11)

No pós-teste estão representadas duas categorias de resposta (“Respostas Cientificamente Aceites” e “Respostas Incompletas”).

Na categoria de “Respostas Aceites” selecionamos os seguintes exemplos:

“A fermentação ocorre em duas etapas. Na primeira ocorre a glicólise, que através de um conjunto de reações a molécula de glicose é convertida em ácido pirúvico. A segunda ocorre a redução do ácido pirúvico que vai formar os produtos da fermentação.” (A3)

“Os mecanismos são a glicólise onde há a conversão da glicose em ácido pirúvico e a redução do ácido pirúvico que vai levar à formação dos produtos dependendo do tipo de fermentação.” (A18)

Na categoria de “Resposta Incompleta” retiramos os seguintes exemplos:

“A fermentação ocorre em duas etapas, a glicólise e a redução do ácido pirúvico.” (A4)

“Existem duas fases, na primeira há a conversão da glicose em ácido pirúvico, e na segunda fase dá-se a redução do ácido pirúvico.” (A7)

“Ocorre a degradação da molécula de glicose transformando-a em ácido pirúvico, e posteriormente sofre outras transformações, dependendo do tipo de fermentação.” (A15)

Verificamos, com esta questão, que ocorreu uma evolução do conhecimento dos alunos. Inicialmente não houve nenhum aluno que conseguisse responder acertadamente a esta questão e apenas um formulou uma “Resposta Incompleta”. Após o ensino, embora não tenha sido uma grande evolução no que respeita ao ganho de “Respostas Cientificamente Aceites”, houve uma

aproximação ao mesmo, uma vez que os alunos formularam bastantes “Respostas Incompletas” e não houve respostas incluídas na categoria “Outras”.

Na tabela 3 apresentam-se os resultados das respostas dos alunos às questões 1.4. e 1.5. Estas questões são referentes aos produtos resultantes da fermentação, bem como as vantagens na utilização deste método para a produção de alimentos.

Numa análise geral à tabela verifica-se que, tal como acontece nas questões anteriores, no pós-teste há um ganho de respostas na categoria de “Respostas Cientificamente Aceites”, no entanto, este ganho, não é tão notório na questão 1.5.. Por outro lado, verifica-se também a inexistência de respostas na categoria de “Conceções Alternativas”.

Tabela 3: Distribuição das respostas dos alunos às questões 1.4. e 1.5 do segundo grupo do pré e pós-teste.

N=20

Tipo de Resposta	Pré-teste				Pós-teste				Evolução			
	RA	RI	CA	Out	RA	RI	CA	Out	RA	RI	CA	Out
1.4.	6	5	0	9	18	1	0	1	+12	-4	0	-8
1.5.	11	0	0	9	13	0	0	7	+2	0	0	-2

Na questão 1.4. os alunos eram questionados sobre exemplos de produtos alimentares que resultassem de processos de fermentação. São inúmeros os exemplos que os alunos poderiam referir nesta resposta, Lima e Mota (2003) apresentam no seu trabalho alguns exemplos de produtos fermentados bem como o processo da sua produção. Como exemplos podem-se referir: o vinho, cerveja a, o saké, o whisky, o rum, os pickles, a nata ácida, o iogurte, o queijo, o leite acidificado, o chouriço, entre outros exemplos.

Nesta questão, as respostas dos alunos eram consideradas “Respostas Cientificamente Aceites” se indicassem corretamente quatro exemplos de produtos alimentares. Eram incluídas na categoria “Respostas Incompletas” quando referissem corretamente exemplos de produtos alimentares em número inferior ao pedido (caso apenas dessem três, dois ou um exemplos corretos). Na categoria “Outras” foram incluídas todas as respostas em que os alunos citassem pelo menos um exemplo de produto alimentar errado.

Verifica-se, na tabela 3, que no pré-teste apenas seis dos alunos responderam acertadamente a esta questão, indicando quatro alimentos que resultam por processos de fermentação. As

restantes respostas foram incluídas na categoria “Respostas Incompletas” (cinco) e na categoria “Outras” (nove). No pós-teste a grande maioria dos alunos respondeu corretamente a esta questão (dezoito “Respostas Cientificamente Aceites”), sendo que uma foi considerada “Resposta Incompleta” e outra foi classificada na categoria “Outras”.

Na categoria “Respostas Cientificamente Aceites”, tanto no pré, como no pós-teste, os alunos identificaram corretamente os quatro exemplos de produtos alimentares resultantes do processo de fermentação. Os alimentos mais referenciados foram: o queijo, o iogurte, o vinho e o pão.

Na categoria “Respostas Incompletas” os exemplos mais mencionados pelos alunos foram também o queijo, o iogurte, o vinho e o pão, no entanto, a grande maioria dos alunos apenas referiu dois exemplos de produtos alimentares na resposta.

Na categoria de respostas “Outras”, tanto no pré, como no pós-teste, os alunos indicaram nas suas respostas pelo menos um exemplo de produto alimentar que não se origina por fermentação. Responderam por exemplo:

“Os alimentos fermentados são o pão, o leite, o queijo e a iogurte.” (A2)

“São exemplos o pão, os enlatados e o leite.” (A9)

Verificamos pelos exemplos apresentados que os alunos na categoria “Outras” referiam que o leite era um produto fermentado e não a matéria que dava origem a produtos fermentados tais como o queijo e o iogurte. Por outro lado, incluíam todos os tipos de conservas como sendo resultado de processo de fermentação, o que não se verifica na realidade. No pós-teste, o único aluno em que a resposta foi incluída nesta categoria cometeu o mesmo erro, dizendo que o leite é resultado de um processo de fermentação.

Verificamos que, do pré para o pós-teste, ocorreu um ganho de doze “Respostas Cientificamente Aceites”, havendo conseqüentemente uma diminuição das respostas classificadas como “Respostas Incompletas” e como “Outras”.

Na questão 1.5. os alunos eram questionados sobre a vantagem da utilização da fermentação na produção dos alimentos. Para que as respostas dadas pelos alunos fossem consideradas “Respostas Cientificamente Aceites”, na sua redação deveriam conter pelo menos um dos seguintes itens: a fermentação tem como papel principal o de prolongar o período de conservação do alimento; os alimentos fermentados possuem um valor energético disponível superior aos de alimentos oxidados; tem maior valor nutritivo, uma vez que os microrganismos apresentam para além da função catabólica uma função anabólica que conduz à síntese de substâncias essenciais

à nutrição do ser humano (Lima e Mota, 2003); a fermentação melhora o aspeto, paladar e cheiro dos alimentos, permitindo assim obter uma maior diversidade de alimentos.

Numa análise à tabela 3 verifica-se que no pré-teste onze dos alunos responderam acertadamente a esta questão e nove das respostas foram considerados na categoria “Outras”. No pós-teste, verifica-se um aumento de mais duas respostas certas (treze), sendo que as restantes sete foram classificadas na categoria “Outras”. Constatase assim que a evolução que ocorreu entre o pré e o pós-teste não foi muito acentuada, uma vez que apenas houve o ganho de mais duas respostas certas.

De seguida são apresentados alguns exemplos de respostas dadas pelos alunos nas diferentes categorias contempladas, tanto no pré, como no pós-teste.

No pré-teste, tal como se vê pela tabela, apenas possui duas das quatro categorias apresentadas (“Respostas Cientificamente Aceites” e “Outras”).

Na categoria “Respostas Cientificamente Aceites” selecionamos os seguintes exemplos:

“Este processo permite que os alimentos obtenham um melhor cheiro e sabor.” (A1)

“Este processo permite prolongar a data de validade do alimento após a sua colheita.” (A4)

“A fermentação melhora as características e propriedades do alimento.” (A7)

Em relação à categoria “Outras”, no pré-teste foram selecionados os seguintes exemplos:

“Este processo torna o processo de produção de alimentos mais fácil.” (A13)

“...com este processo são utilizados organismos benéficos que destroem organismos prejudiciais presentes nos alimentos.” (A16)

“Com este processo não se estragam alimentos e ajuda a produzir outros.” (A17)

No pós-teste estão representadas duas categorias (“Respostas Cientificamente Aceites” e “Outras”).

Na categoria “Respostas Aceites” selecionamos os seguintes exemplos:

“A fermentação modifica os alimentos em nosso proveito, melhorando as características e propriedades, com o objetivo de obter melhor cheiro e sabor, aumentando também o seu prazo de validade.” (A8)

“Consegue-se prolongar o prazo de validade dos alimentos.” (A15)

Na categoria “Outras” mostramos as seguintes respostas como exemplos:

“Obtemos energia para outros processos.” (A14)

“A vantagem é que se utiliza menos energia na produção dos alimentos.” (A18)

“A utilização de microrganismos pois são de fácil manuseamento e reproduzem-se rapidamente.” (A20)

Esta foi das questões onde se observou uma menor evolução do pré para o pós-teste. Verificamos que os alunos inicialmente já conheciam algumas das vantagens do processo fermentativo na produção de alimentos, no entanto, constatamos que alguns, embora tivessem presente algum conhecimento, não o conseguiram expor. Por outro lado, nas respostas dadas no pós-teste, na categoria “Outras”, verificamos que os alunos provavelmente não terão percebido a finalidade da questão, o que os levou a escrever conteúdos que não estavam diretamente relacionados com a questão.

Na tabela 4 estão os resultados obtidos com a questão 2.1. do questionário, onde os alunos eram interrogados sobre o que são enzimas.

Numa análise geral à tabela 4 verifica-se que há um grande ganho do número de respostas na categoria de “Respostas Cientificamente Aceites”, o que conseqüentemente levou a uma diminuição nas restantes categorias. Observa-se ainda, que nesta questão, há a existência de respostas incluídas na categoria de “Conceções Alternativas na questão”.

Tabela 4: Distribuição das respostas dos alunos à questão 2.1. do segundo grupo do pré e pós-teste.

N=20

Resposta	Pré-teste	Pós-teste	Evolução
RA	2	17	+16
RI	4	3	-2
CA	4	0	-4
Outras	10	0	-10

De acordo com a bibliografia consultada (Lima e Mota, 2003; Quintas *et al.*, 2008; Weil, 2000), para que as respostas dadas pelos alunos fossem consideradas cientificamente aceites, deveriam incluir nas suas respostas os seguintes aspetos: os enzimas são proteínas com capacidades catalíticas, ou seja, possuem a capacidade de aumentar a velocidade com que se atinja o estado de equilíbrio da reação, não afetando contudo esse estado.

Pela observação da tabela verifica-se que no pré-teste apenas dois dos vinte alunos responderam acertadamente a esta questão, sendo que quatro das respostas foram incluídas na

categoria “Respostas Incompletas”, quatro das respostas possuíam “Conceções Alternativas”, e as restantes dez foram incluídas na categoria “Outras”. No entanto, após o ensino verifica-se a existência de dezassete respostas classificadas uma aceites e três respostas classificadas como “Respostas Incompletas”.

São agora apresentados alguns exemplos de respostas escritas pelos alunos tanto no pré como no pós-teste nas diferentes categorias.

Como se observa na tabela 4 no pré-teste estão presentes as quatro categorias de respostas.

Na categoria de “Respostas Cientificamente Aceites” escolhemos as seguintes respostas a título de exemplos:

“As enzimas são moléculas biológicas que catalisam as reações químicas, permitindo que elas ocorram de forma mais rápido, com menos energia de ativação.” (A6)

“As enzimas são substâncias químicas, moléculas, constituídas por aminoácidos que catalisam as reações químicas, acelerando-as.” (A15)

Na categoria “Respostas Incompletas” selecionamos os seguintes exemplos:

“As enzimas tem a função de parar, aumentar ou diminuir uma determinada reação química.” (A5)

“A função das enzimas é ajudar nas reações químicas.” (A7)

“Enzimas são agentes que ajudam nas diferentes etapas e catalisando as diferentes reações.” (A14)

Na categoria “Conceções Alternativas” as ideias prévias mais mencionadas foram:

“As enzimas são estruturas celulares que catalisam determinados organismos.” (A8)

“As enzimas são produtos de secreções que ajudam o nosso organismo no combate de microrganismos.” (A16)

“São constituintes das células.” (A20)

Ainda no pré-teste, na categoria “Outras” selecionamos os seguintes exemplos:

“São organismos que atuam dentro e fora das células.” (A2)

“As enzimas são organismos que têm como função catalisar ou inibir reações químicas.” (A12)

No pós-teste apenas estão contempladas duas das quatro categorias de resposta (“Respostas Cientificamente Aceites” e “Respostas Incompletas”).

Na categoria “Resposta Aceite” escolhemos as seguintes respostas a título de exemplo:

“Uma enzima é uma proteína que acelera uma reação química sem alterar e sem modificar os compostos da reação.” (A3)

“Enzimas são substâncias orgânicas ou inorgânicas que catalisam reações biológicas, controlando a sua velocidade, e diminuem a energia de ativação.”

“São biocatalizadores que regulam a velocidade com que as reações químicas ocorrem, diminuindo a energia de ativação.” (A15)

Na categoria de “Respostas Incompletas” apenas obtivemos um exemplo de respostas:

“São substâncias que catalisam as reações químicas.” (A9)

Embora o conceito de enzimas já tenha sido abordado em anos anteriores pelos alunos, verificou-se no pré-teste que mais de metade dos alunos apresentou uma ideia errada ou alternativa relativamente à definição do mesmo. Os alunos afirmam que os enzimas são estruturas que pertencem à própria célula e que a sua função é a de combater microrganismos indesejáveis.

No pós-teste, verifica-se que os alunos conseguiram corrigir o conhecimento errado que possuíam inicialmente, respondendo certo ou incompleto a esta questão. Verifica-se assim uma grande evolução no conhecimento concetual dos alunos.

A questão 2.2. tal como se referiu no Capítulo III, corresponde a uma questão onde a resposta é do tipo dicotómica, pelo que apenas foi sujeita a quantificação e análise da mesma. Com esta questão pretendia-se perceber se os alunos faziam ligação entre a função dos enzimas com o processo de fermentação. Na tabela 5 estão presentes os resultados obtidos com esta questão.

Tabela 5: Respostas dadas pelos alunos à questão 2.2. do grupo dois do pré e pós-teste.

Resposta	Pré-teste	Pós-teste	Evolução
Sim	18	20	+2
Não	2	0	-2

N=20

Pela observação da tabela 5, verifica-se que no pré-teste dois dos vinte alunos referem que os enzimas não possuem ligação com o processo de fermentação. No entanto, no pós-teste, já todos os alunos responderem afirmativamente à questão.

De forma a conseguir perceber melhor a ideia dos alunos relativamente à relação dos enzimas no processo de fermentação, na questão 2.2.1, era pedido aos alunos que justificassem a sua escolha na questão anterior. Na tabela 6 estão apresentados os resultados obtidos na questão 2.2.1. tanto no pré como no pós-teste.

Numa análise geral à tabela, verifica-se uma evolução positiva no que respeita ao ganho de “Respostas Cientificamente Aceites” o que provocou uma descida nas restantes categorias. Nesta questão, não se observa a existência de respostas na categoria “Conceções Alternativas”.

Tabela 6: Distribuição das respostas dos alunos à questão 2.1. do segundo grupo do pré e pós-teste.

N=20

Resposta	Pré-teste	Pós-teste	Evolução
RA	0	13	+13
RI	6	5	-1
CA	0	0	0
Outras	14	2	-12

Para que as respostas dos alunos fossem consideradas aceites deveriam conter nas suas respostas os seguintes aspetos: as reações existentes nas duas etapas do processo de fermentação são catalisadas pelos enzimas, que permitindo que as reações ocorram com uma necessidade energética menor, facilitando assim o processo fermentativo (Lima e Mota, 2003; Weil, 2000).

Pela observação da tabela 6 verifica-se que no pré-teste nenhum dos alunos respondeu acertadamente a esta questão, e não foram detetadas conceções alternativas. Seis das respostas dadas pelos alunos foram incluídas na categoria “Respostas Incompletas” e as restantes catorze foram incluídas na categoria “Outras”. No pós-teste, verifica-se a existência de treze respostas consideradas “Respostas Cientificamente Aceites”, cinco consideradas como “Respostas Incompletas” e duas foram incluídas na categoria “Outras”.

São agora apresentados alguns exemplos de respostas dadas pelos alunos nas diferentes categorias tanto no pré como no pós-teste.

No pré-teste apenas estão contempladas duas das quatro categorias de resposta (“Respostas Incompletas” e “Outras”).

Na categoria de “Respostas Incompletas” selecionamos as seguintes respostas a título de exemplos:

“As enzimas catalisam as reações químicas que ocorrem ao longo do processo de fermentação.” (A4)

“O papel das enzimas é tornar o processo mais fácil e mais rápido.” (A9)

Na categoria de resposta “Outras” os exemplos que selecionados foram:

“As enzimas ajudam a matar os microrganismos existentes no decorrer da fermentação.” (A1)

“No processo de fermentação não são necessárias enzimas.” (A5)

“As enzimas ajudam no processo de fermentação, e levam ao aumento da qualidade dos alimentos.” (A14)

No pós-teste existem exemplos em três das quatro categorias (“Respostas Cientificamente Aceites”, “Respostas Incompletas” e “Outras”).

A categoria de “Respostas Aceites” apenas está presente no pós-teste, de onde se selecionaram os seguintes exemplos:

“No processo de fermentação é necessário que existam enzimas para que as reações ocorram. Estas vão tornar o processo mais rápido e vão diminuir a energia de ativação.” (A5)

“As enzimas possuem o papel de acelerar o processo fermentativo sem alterar e modificar o processo.” (A8)

Na categoria de “Respostas Incompletas” selecionamos os seguintes exemplos:

“Têm a função de catalisar as reações da fermentação.” (A9)

“Na fermentação as enzimas tem o papel de tornar o processo mais rápido.” (A11)

“As enzimas estão presentes em cada uma das reações existentes na fermentação.” (A17)

No pós-teste, embora existam duas respostas incluídas na categoria “Outras”, uma das respostas é nula, devido ao aluno não ter respondido. Segue-se o único exemplo:

“Os microrganismos intervém na fermentação pois são fontes de enzimas para o processamento dos alimentos.” (A6)

Verificou-se pelas respostas dadas pelos alunos, que inicialmente haviam muitas ideias erradas sobre o papel desempenhado pelos enzimas no processo fermentativo. No entanto, constatou-se que essas ideias foram ultrapassadas no decorrer da lecionação, observando-se no pós-

teste, uma diminuição do número de respostas da categoria “Outro”. Mas, dois dos alunos resistiram à mudança, e tornaram a responder errado à mesma questão.

4.2.2. Síntese da análise comparativa da evolução da turma

A fim de efetuar uma síntese da evolução da turma foram reunidos os dados correspondentes à evolução ocorrida nas várias questões e nas diferentes categorias de resposta consideradas para o conhecimento concetual dos alunos.

Na tabela 7 estão reunidos os dados resultantes da evolução dos alunos do pré para o pós-teste, das questões centradas no conhecimento de natureza concetual.

Tabela 7: Evolução do conhecimento concetual da turma do pré para o pós-teste.

N=20

Questão		RA	RI	CA	Out.
Grupo I	1.	+9	+1	0	-10
	2.	+17	-2	0	-15
	3.1.	+13	-4	0	-11
Grupo II	1.1.	+14	-4	-7	-3
	1.2.	+12	-9	0	-3
	1.3.	+5	+14	0	-19
	1.4.	+12	-4	0	-8
	1.5.	+2	0	0	-2
	2.1.	+16	-2	-4	-10
	2.2.1.	+13	-1	0	-12

Pela análise da tabela, verifica-se que do pré para o pós-teste ocorreu uma evolução de respostas da categoria “Aceite”, o que conseqüentemente levou a uma diminuição nas restantes categorias.

As questões ao qual se observou uma evolução mais acentuada foram as questões 2 e 3.1. do primeiro grupo e as questões 1.1., a 1.2., a 1.4., a 2.1 e a 2.2.1. do segundo grupo, havendo uma aumento de mais de metade do número de alunos.

Pelo contrário, a questão onde se observou uma menor evolução foi na questão 1.3. e na 1.5. do segundo grupo do questionário.

A diminuição de respostas da categoria “Outras” ocorreu em todas as questões.

Verificou-se, no entanto, em algumas das questões, que embora a evolução do número de respostas “Cientificamente Aceites” não tenha sido muito grande, observa-se, que um ganho mais acentuado de “Respostas Incompletas”, o que significa uma aproximação do conhecimento cientificamente aceite (como se observa na questão 1.3.).

Por último, percebe-se pela análise da tabela, que no pós-teste deixaram de existir respostas incluídas na categoria “Conceções Alternativas”, o que pode sugerir que os alunos conseguiram ultrapassar as suas ideias iniciais erradas e substituí-las pelo conhecimento cientificamente aceite, ou próximo dele.

4.3. Análise dos resultados referentes ao questionário de opinião

Como mencionado no Capítulo III com a aplicação do questionário de opinião tínhamos como objetivo fazer o levantamento das opiniões dos alunos, da turma onde foram implementadas as atividades do tipo Prevê-Observa-Explica-Reflete, relativamente ao impacto estas tiveram nos mesmos.

Este subcapítulo destina-se à apresentação e análise dos resultados obtidos com a implementação do questionário de opinião, ao qual, responderam vinte alunos.

O questionário apresenta-se dividido em três partes, pelo que se achou conveniente também fazer a sua análise por partes.

4.3.1 – Análise das respostas ao grupo I

A análise das respostas à primeira parte do questionário permitiu-nos verificar o impacto que as atividades laboratoriais do tipo Prevê-Observa-Explica-Reflete implementadas em sala de aula provocaram nos alunos.

Na tabela 8 apresentamos os resultados obtidos com esta primeira parte do questionário, onde se incluíram apenas perguntas de resposta fechada, e ordenadas em cinco graus de classificação (nada, pouco, moderadamente, bastante e muito). Uma vez que na categoria “nada” não se obteve nenhuma resposta, achou-se conveniente junta-la à categoria “pouco”, para facilitar a leitura da tabela.

Numa análise geral da tabela, verifica-se que os alunos, maioritariamente, incluíram as suas respostas nas categorias “Moderadamente”, “Bastante” e “Muito”. De seguida, apresenta-se uma análise mais pormenorizada da tabela.

Tabela 8: Contributo da metodologia de ensino adotada para a opinião dos alunos.

N=20

Questões	Nada/Pouco		Moderadamente		Bastante		Muito	
	f	%	f	%	f	%	f	%
Aprender a argumentar e a contra-argumentar.	1	5	11	55	8	40	0	0
Aprender a trabalhar em grupo.	0	0	5	25	10	50	5	25
Explicitar as próprias ideias.	1	5	4	20	12	60	3	15
Discutir ideias com os outros.	0	0	7	35	10	50	3	15
Confrontar as ideias que tinha com as ideias cientificamente aceites.	0	0	3	15	12	60	5	25
Reorganizar as minhas ideias.	0	0	5	25	9	45	6	30
Aprender a interpretar.	0	0	4	20	14	70	2	10
Aprender a partilhar tarefas.	0	0	4	20	12	60	4	20
Aprender a pensar.	0	0	5	25	11	55	4	20
Aprender a planear os trabalhos a realizar.	0	0	4	20	12	60	4	20
Aprender a respeitar as opiniões dos outros.	0	0	5	25	12	60	3	15
Aprender a sintetizar.	0	0	5	25	13	65	2	10
Aprender de forma mais interessante.	0	0	2	10	9	45	9	45
Aprofundar ideias/ conhecimentos.	0	0	1	5	14	70	5	25
Compreender os tópicos de matéria lecionada.	0	0	0	0	12	60	8	40

Os alunos quando colocados perante a questão se com esta metodologia aprenderam a argumentar e a contra-argumentar, onze deles (55%) responderam que aprenderam moderadamente, oito (40%) disseram que aprenderam bastante, e apenas um (5%) referiu que aprendeu pouco.

À pergunta se com esta metodologia aprenderam a trabalhar em grupo, 75% dos alunos consideraram que esta metodologia contribui bastante (dez alunos) e muito (cinco alunos), e 25% dos alunos disseram que a metodologia contribui moderadamente a aprende a trabalhar em grupo.

Relativamente ao contributo que as atividades realizadas deram para a explicitação das suas próprias ideias, doze (60%) dos alunos responderam que esta metodologia ajudou bastante e três (15%) disseram que ajudou muito na explicitação das mesmas. No entanto, quatro dos alunos (20%) responderam que ajudou moderadamente e um (5%) referiu que ajudou pouco/nada. Quanto à contribuição dada pela metodologia de ensino relativamente à discussão das ideias com os outros, dez alunos (50%) referiram que ajudou bastante, três alunos (15%) responderam que ajudou muito na discussão com os outros e sete (35%) dos vinte alunos disseram que a metodologia apenas ajudou moderadamente na discussão das ideias com os outros. Pensamos que a existência de respostas nas categorias pouco e moderadamente nestas duas questões é explicável devido à existência na turma de alunos muito tímidos. Provavelmente isto deve-se ao pouco hábito dos alunos serem solicitados a intervir publicamente, o que dificulta a interação nas atividades.

Na questão cinco, os alunos tinham de classificar a metodologia de ensino relativamente ao contributo desta no que respeita a confrontar as ideias que possuíam, com as ideias cientificamente aceites. Maioritariamente os alunos responderam que a metodologia adotada ajudou bastante (60% dos alunos) e muito (25% dos alunos) nesse sentido, sendo que apenas três dos alunos (15%) referiram que contribui moderadamente.

Relativamente à reorganização das ideias, nove alunos (45%) disseram que esta metodologia de ensino ajudou bastante e seis (30%) ajudou muito, sendo que apenas cinco alunos (25%) consideraram apenas que ajudou moderadamente.

Os alunos, à questão relativa a se a metodologia permitiu aprender a interpretar, responderam maioritariamente a classificação bastante (70% dos alunos) e muito (10% dos alunos). Apenas quatro dos alunos (20%) a classificou como moderadamente.

Em relação à aprendizagem de partilha de tarefas, a grande maioria dos alunos respondeu que ajudou bastante (doze alunos) e muito (quatro alunos) neste sentido, apenas quatro dos alunos considerou que ajudou moderadamente.

Ao item onde foram questionados sobre se a metodologia de ensino os ajudou a aprender a pensar onze dos alunos (55%) disseram que ajudou bastante, e quatro referiram que ajudou muito. Apenas cinco dos alunos (25%) disseram que ajudou moderadamente.

De acordo com as classificações atribuídas pelos alunos, doze deles (60%) consideraram que esta metodologia ajudou bastante e quatro (20%) consideraram que ajudou muito a aprender a planejar os trabalhos a realizar, a classificação moderadamente foi indicada por quatro alunos (20%).

Quando colocada a questão se aprenderam com esta metodologia a respeitar as opiniões dos outros, 25% dos alunos consideraram que aprenderam moderadamente e 75% consideraram que aprenderam bastante (doze alunos) e muito (três alunos).

De acordo com quinze alunos, esta metodologia ajudou bastante (treze alunos) e muito (dois alunos) a aprender a sintetizar as ideias, os restantes cinco alunos consideraram que ajudou moderadamente.

À questão se esta metodologia permitiu aprender de forma mais interessante, 90% dos alunos responderam que foi bastante (9 alunos) e muito (9 alunos) interessante, apenas dois alunos (10%) deram a classificação de moderadamente.

Na questão catorze era solicitado aos alunos que classificassem a metodologia de ensino quanto ao contributo dado em aprofundar ideias/conhecimentos, catorze dos alunos classificaram-na como bastante boa e cinco como muito boa. Apenas um aluno atribuiu a classificação de moderadamente no que consiste em aprofundar ideias/conhecimentos.

Por último, neste grupo de questões, perguntou-se aos alunos qual tinha sido o contributo da metodologia adotada na compreensão dos tópicos abordados. Os alunos colocaram as suas classificações em bastante (60%) e muito (40%).

Evidencia-se, pelas classificações atribuídas pelos alunos nas diferentes questões, que os resultados obtidos estão de acordo com os objetivos a alcançar com a metodologia de ensino utilizada. De acordo com as classificações atribuídas, a grande maioria dos alunos da turma (dezassete), classificaram a metodologia de ensino como sendo bastante e muito boa relativamente a confrontar as ideias que tinham com as ideias cientificamente aceites. Isto vai de encontro ao mencionado Chagas e Oliveira (2005) quando refere que as atividades laboratoriais do tipo Prevê-Observa-Explica-Reflete são as mais apropriadas para promover a mudança das concepções alternativas dos alunos relativas ao conhecimento científico.

As atividades do tipo Prevê-Observa-Explica-Reflete iniciam-se com um pedido de previsão (Leite, 2001), onde os alunos são levados a pensar sobre o que acontece ou sobre a explicação que possui de um determinado acontecimento ou fenómeno, sendo que aqui têm a oportunidade de explicitar as suas ideias. Ora pela opinião dos alunos este ponto foi cumprido na medida em

que quinze dos alunos questionados classificaram a metodologia de ensino como sendo bastante ou muito adequada para realizar a explicitação das ideias prévias.

Relativamente à discussão as ideias com os outros, treze dos alunos classificaram a atividade como sendo bastante ou muito adequada. As atividades do tipo Prevê-Observa-Explica-Reflete implica a realização das tarefas em grupo, e a discussão dos resultados pelos mesmos. Pelo mesmo motivo oito dos alunos classificaram a metodologia de ensino como sendo bastante adequada no que respeita à capacidade de argumentar e contra-argumentar.

Para além dos contributos referidos anteriormente, as atividades do tipo Prevê-Observa-Explica-Reflete também desenvolvem outras capacidades dos alunos, que são comuns a outros tipos de atividades, como aprender a trabalhar em grupo, a interpretar, a pensar, a partilhar tarefas, a planear os trabalhos a realizar e a respeitar as opiniões dos restantes alunos.

Por fim, a grande maioria dos alunos (dezoito) afirmou que ao realizarem atividades do tipo Prevê-Observa-Explica-Reflete tornou-se uma forma de aprender mais interessante.

4.3.2 – Análise das respostas ao grupo II

A segunda parte do questionário serviu para avaliar a opinião dos alunos relativamente à metodologia de ensino. Assim, de forma a verificar a opinião dos alunos considerou-se necessário fazer três questões, duas do tipo Likert complementadas com uma questão aberta, e uma terceira questão aberta.

Quando questionados sobre como avaliariam a metodologia de ensino no que respeita à compreensão dos conteúdos abordados (questão 1.1.), de entre os cinco graus possíveis de classificação, nove dos alunos classificaram-na como “Satisfatória” e onze como “Excelente”.

Depois de classificarem a metodologia de ensino, era solicitado aos alunos que fundamentassem a sua escolha. Na tabela 9 estão apresentadas as categorias de respostas dos alunos que classificaram a metodologia de ensino como excelente.

Pela análise da tabela, verifica que seis dos onze alunos referiram esta metodologia permitiu uma compreensão mais fácil dos conteúdos lecionadas. De facto, um dos objetivos da realização do trabalho laboratorial é o de permitir a aprendizagem de conhecimento concetual, ou seja dos conceitos, princípios, leis e teorias (Hodson, 1994). Apresentamos agora alguns das respostas dadas pelos alunos nesta categoria:

“...esta metodologia de ensino adotada ajudou-me muito na compreensão dos conteúdos lecionados.” (A19)

“As atividades práticas ajudaram muito na compreensão dos conteúdos teóricos.” (A20)

Tabela 9: Respostas excelentes dos alunos relativamente à metodologia de ensino utilizada no que respeita a compreensão dos conteúdos abordados.

Categorias das respostas Excelentes	N= 11
Permitiu uma compreensão mais fácil dos conteúdos	6
Oportunidades de tirar dúvidas	4
Implica uma maior organização das ideias	2
Material didático organizado e apelativo	2
A metodologia é interessante e motivadora	2
Implica pensar e resolver problemas	1

Em segundo lugar, quatro dos alunos referiram que com a implementação desta metodologia tiveram uma maior oportunidade de expor e tirar dúvidas, e assim reorganizar as suas ideias. As respostas dadas pelos alunos são apresentados a seguir:

“... com esta metodologia havia mais tempo para expormos as nossas dúvidas.” (A8)

“A professora interagiu muito com os alunos, possibilitando que colocássemos as nossas dúvidas.” (A20)

As atividades do tipo Prevê-Observa-Explica-Reflete de acordo com Leite (2001) iniciam-se com um pedido de previsão, onde o aluno é colocado perante uma situação e tem de pensar sobre a explicação dos fenómenos que nela ocorrem. Em segundo lugar o aluno tem a oportunidade de fazer observações e ao mesmo tempo realizar testes das previsões que tinha realizado na fase anterior, nesta fase o aluno tem, a possibilidade de confrontar as suas previsões com o que realmente aconteceu, tendo de arranjar explicações para o que aconteceu. Leite (2001) afirma ainda que os alunos ao realizarem atividades deste tipo conseguem despertar a sua curiosidade, estando por isso mais dispostos a procurar a explicação, levando a que coloquem mais questões e que poderão esclarecer as suas dúvidas.

Dois dos alunos referiram que com a implementação desta metodologia conseguiram uma maior organização das ideias que tinham sobre os temas lecionados, afirmando que:

“As fichas que realizávamos antes e depois das experiências possibilitou uma maior organização das ideias sobre estes temas.” (A9)

“... permitiu-nos ver as ideias que tínhamos antes e as ideias que tinha depois de ser dada a matéria, conseguindo assim uma maior organização das mesmas.” (A13)

Como mencionado anteriormente, a realização de atividades do tipo Prevê-Observa-Explica-Observa implica a mobilização do conhecimento concetual do aluno desde uma situação em que este toma consciência das suas ideias prévias, até situações em que ocorreu evolução e mudança das suas ideias. Estas atividades, promovem assim, a reconstrução do conhecimento dos alunos, sendo que inicialmente ocorre o confronto com uma questão, de forma a exporem as suas ideias, para posteriormente serem confrontados com os dados empíricos. Dourado (2010) refere que estas atividades partem do pressuposto que a reconstrução do conhecimento concetual necessita que o aluno tome consciência das suas próprias ideias e efetue previsões no decurso da atividade laboratorial. Ora isto vai de encontro com o modelo da mudança concetual mencionado por Santos (1998).

Ainda dentro das categorias de respostas excelentes, um dos alunos referiu:

“Esta metodologia permitiu-nos pensar e resolver problemas por nós próprios mesmo antes de ser lecionados os conteúdos teóricos.” (A13)

Leite (2001) refere que algumas atividades laboratoriais permitem desenvolver nos alunos competências de resolução de problemas no laboratório.

Na tabela 10 estão representados as categorias de respostas dos nove alunos que classificação a metodologia de ensino como sendo satisfatória.

Tabela 10: Respostas satisfatórias dos alunos relativamente à metodologia de ensino utilizada no que respeita a compreensão dos conteúdos abordados.

Categorias de respostas Satisfatórias	N=9
Permite perceber melhor os conteúdos teóricos.	4
Os temas foram lecionadas demasiado depressa.	3
Implica maior participação dos alunos	2
A metodologia é interessante e motivadora.	1
Material didático organizado e apelativo	1

Tal como se verificou na tabela relativa às categorias de resposta excelente, também aqui, quatro dos alunos, referiram o facto de esta metodologia permitir uma compreensão mais fácil dos conteúdos lecionados. De seguida apresentamos algumas das respostas dadas pelos alunos a esta categoria.

“Com estas aulas consegui perceber melhor a matéria que a professora lecionou” (A6)

“A metodologia adotada ajudou muito na compreensão dos conteúdos.” (A14)

Três dos alunos inquiridos referiram que os temas foram lecionados demasiado depressa, no entanto, não apresentaram nenhuma justificação para esta afirmação, o que nos levou a não perceber o seu contexto. De acordo com o programa de Biologia de 12º ano, o número de aulas reservadas para a leção destes subtemas foram o que estava previsto, e normalmente, são o número de aulas habitualmente usadas pela professora da disciplina.

A terceira categoria de resposta mais apresentada pelos alunos (dois alunos) é a de esta metodologia permitir uma maior participação dos alunos e interação entre eles. De facto, e de acordo com a bibliografia, a utilização de atividades onde coloquem o aluno como sendo o centro do processo de ensino aprendizagem torna o processo mais ativo e vantajoso para o mesmo. A (re)construção de conhecimento depende do papel ativo do aluno no processo de aprendizagem. O processo de aprendizagem por mudança conceptual é realizado pelo aluno, assumindo este um papel ativo através da regulação da aprendizagem. As atividades do tipo POER permitem que o aluno possua assim um papel mais ativo. Os alunos ao serem confrontados com uma questão inicial, permite que estes mobilizem o conhecimento concetual que possuem para dar resposta à questão, sendo que no final da atividade possam corrigi-la, e tirar as dúvidas emergentes durante a execução da atividade (Leite, 2001).

De seguida, apresentam-se as respostas dadas por estes alunos:

“As aulas foram muito interessantes, pois havia uma maior participação dos alunos.” (A12)

“Estas aulas permitiram que houvesse uma maior interação entre os alunos na resolução das atividades.” (A16)

Um dos alunos referiu o facto de esta metodologia ser mais motivadora da aprendizagem, o que vai de encontro com um dos objetivos do trabalho laboratorial mencionado por Hodson (1994). De acordo com Leite (2000), a motivação dos alunos e o desenvolvimento de atitudes científicas devem estar presentes em qualquer atividade laboratorial.

Por último, nesta categoria, um dos alunos referiu que os materiais didáticos fornecidos estavam bem organizados, referindo que:

“Os materiais didáticos utilizados na implementação desta metodologia estavam muito bem organizados, e continham a informação necessária para o teste.” (A1)

Tal como as aulas, os materiais didáticos que se fornecem aos alunos, necessitam de ter uma estrutura e organização adequados, de forma a facilitar a sua leitura e compreensão. Por outro lado, ao possuírem uma boa apresentação, tornam-se mais apelativos para os alunos, aumentando assim o seu interesse pelos conteúdos programáticos.

De seguida, os alunos foram questionados, sobre o impacto que a metodologia utilizada provocou no que respeita à deteção das suas ideias prévias. Nesta questão, os alunos distribuíram as suas respostas por três classificações, onde dois alunos classificaram-na como “razoável”, doze como sendo “satisfatória” e seis como “excelente”.

As categorias de respostas da classificação “Excelente” estão apresentadas na tabela 11. Pela análise da tabela verifica-se que a categoria mais apontada pelos alunos relativamente à metodologia é o facto de conseguirem identificar as ideias prévias. Tal como já tínhamos referido a construção do conhecimento dos alunos é muito condicionada pelo conhecimento prévio dos mesmos. Os alunos referiram que:

“Com esta metodologia consegui identificar o que sabia antes e depois do ensino.” (A3)

“...consegui facilmente perceber os pontos da matéria onde tinha mais dificuldade ao realizar o teste diagnóstico.” (A14)

Tabela 11: Classificação excelente atribuída pelos alunos à metodologia de ensino implementada no que respeita às ideias prévias que possuíam sobre os conteúdos abordados.

Categorias de resposta	N=6
Identificar as ideias prévias	3
Verificar a evolução do meu conhecimento	2
Permitir mudar de ideias	2

É sabido que o processo de construção do conhecimento é determinado, em grande medida, pelo conhecimento prévio dos alunos. De acordo com Moreira & Greca (2003) as concepções alternativas estão na base da (re)construção do conhecimento dos alunos. As atividades laboratoriais implementadas nesta turma iniciaram-se com uma fase de previsão (Leite, 2001),

onde os alunos eram colocados perante uma situação, em que teriam de se pronunciar sobre o que acontece e o porquê de acontecer, conseguindo assim, fazer o levantamento das suas ideias/concepções alternativas.

Dois dos seis alunos referiram que com a metodologia adotada conseguiram verificar a evolução do seu conhecimento, o que facilitou a aprendizagem dos conteúdos.

“Esta metodologia permitiu que eu conseguisse ter uma noção daquilo que sabia antes e aquilo que sabia no fim das aulas.” (A7)

“...ajudou-me bastante a solidificar as minhas ideias, pois consegui acompanhar a evolução do meu conhecimento.” (A14)

O modelo da mudança concetual refere-se à alteração/mudança das ideias prévias existentes que os alunos possuem. Esta (re)construção do conhecimento depende do papel ativo do aluno no processo de aprendizagem, assumindo este um papel ativo através da regulação da aprendizagem.

Uma outra categoria apresentada nesta classificação foi a de esta metodologia permitir mudar as ideias que possuíam inicialmente. Os alunos referiram que:

“...permitiu que eu corrigisse as minhas ideias erradas dos assuntos lecionados.” (A12)

“Esta metodologia permitiu clarificar as ideias que já possuía sobre os conteúdos.” (A13)

De acordo com Santos (1996) o pressuposto básico do modelo da mudança concetual é promover a mudança das ideias/concepções alternativas dos alunos por ideias cientificamente aceite.

Na tabela 12 estão apresentadas as categorias de respostas dos alunos que classificaram a metodologia como “Satisfatória”.

Tabela 12: Classificação satisfatória atribuída pelos alunos à metodologia de ensino implementada no que respeita às ideias prévias que possuíam sobre os conteúdos abordados.

Categorias de resposta	N=12
Identificar as ideias prévias	5
Serviu para relembrar os conteúdos	4
Verificar a evolução do meu conhecimento	3
Permitir mudar de ideias	2

Como se observa pela tabela 12 a categoria de resposta mais assinalada pelos alunos, em que cinco dos doze alunos a mencionaram, foi que com esta metodologia conseguiram identificar as ideias prévias sobre os temas lecionados, onde referiram que:

“...permitiu verificar que as minhas ideias iniciais iam de encontro com o conhecimento cientificamente aceite.” (A5)

“Com esta metodologia consegui identificar as ideias que possuía sobre os temas antes de serem lecionados.” (A18)

A segunda categoria de respostas mais referenciada pelos alunos foi o facto de esta metodologia permitir relembrar os conteúdos. Como referimos anteriormente, os temas que foram lecionados durante o decorrer deste estudo, já tinham sido abordados em anos anteriores. Algumas respostas dos alunos são aqui apresentadas:

“Estes temas já tinham sido estudados em anos anteriores, no entanto esta metodologia permitiu relembrar aquilo que já sabia sobre eles.” (A2)

“Os conteúdos abordados já tinham sido estudados em anos anteriores, pelo que já possuía ideias cientificamente aceites sobre estes temas.” (A19)

Em terceiro lugar, com três dos doze alunos, está a categoria em que esta metodologia de ensino ajudou a verificar a evolução do meu conhecimento. A seguir apresentam-se exemplos das respostas dadas:

“Esta metodologia permitiu um conhecimento mais sólido da matéria, uma vez que conseguimos verificar a evolução do nosso conhecimento com a identificação das nossas ideias prévias.” (A17)

“É um método muito bom pois dá para avaliarmos e refletirmos sobre aquilo que sabíamos no início e no fim de serem abordados os conteúdos.” (A20)

A categoria menos assinalada, com apenas dois dos doze alunos, foi a de este modelo permite fazer a mudança das ideias. De facto, a mudança concetual refere-se à alteração/mudança parcial ou radical das conceções existentes, envolvendo uma reestruturação de ideias, uma vez que a existência de uma articulação complexa entre diversas ideias, implica, muitas vezes, que para mudar uma se tenha que repensar outras (Santos, 1991). Os alunos referiram que:

“...permitiu-me mudar as minhas ideias menos certas que tinha no início.” (A9)

“Esta metodologia permitiu que conseguíssemos corrigir as ideias iniciais que estavam erradas.” (A18)

Para a classificação “Razoável” não se achou pertinente estabelecer uma tabela com as categorias de respostas uma vez que apenas dois alunos a assinalaram. Estes dois alunos justificaram a classificação de razoável referindo que:

“Eu já sabia algumas coisas sobre os conteúdos abordados, no entanto, com esta metodologia consegui rever algumas ideias que tinha e a aprofundar os meus conhecimentos.” (A1)

“As atividades foram ao encontro com as conceções que eu possuía antes.” (A11)

Os temas que foram lecionadas com recurso à metodologia para a realização da investigação, já foram abordadas em anos anteriores pelos alunos da turma. Daí alguns dos alunos já possuíam ideias/conceções muito próximas das ideias cientificamente aceites, pelo que não notaram uma grande evolução com a implementação da metodologia de ensino adotada.

Por último, ainda dentro do segundo grupo do questionário de opinião, os alunos foram questionados sobre uma situação onde as suas ideias iniciais não correspondiam com as ideias cientificamente aceites. A realização de atividades do tipo Prevê-Observa-Explica-Reflete implicou a mobilização do conhecimento concetual dos alunos desde uma situação em que estes tomaram consciência das ideias prévias que possuíam até situações em que ocorreu a evolução e mudança das suas ideias. Na tabela 13 estão agrupadas por temas de matéria as respostas dos alunos.

Tabela 13: Categorias de respostas dos alunos quando questionados sobre uma situação em que a ideia inicial não correspondeu ao conhecimento cientificamente aceite.

Categorias de resposta	N=20
Processo de produção do iogurte	11
Processo de produção do pão	3
Mecanismos da fermentação	1
Mecanismos de atividade enzimática	1
Não assinalada	4

Nota-se, pela análise da tabela 13 que os alunos referiram a produção do iogurte como sendo a situação onde mais verificaram que as suas ideias iniciais não correspondiam ao conhecimento

cientificamente aceite. Apresentam-se de seguida algumas das respostas dadas pelos alunos a esta categoria:

“Não pensava que durante a produção do iogurte o pH baixa-se tanto.” (A1)

“Inicialmente pensava que a produção de iogurte era bem mais complicada, e não sabia que era possível fazê-lo em casa.” (A7)

“Não sabia que eram necessárias bactérias (benéficas) para produzir iogurte...” (A8)

A maior parte dos alunos que identificou esta tema, referiram que, inicialmente, não faziam ideia do porquê de utilizar um iogurte natural para a produção de novos iogurtes, e referiram também que não sabiam que o pH do iogurte era tão baixo. Já era esperado que os alunos referissem o tema da produção do iogurte como sendo o tema onde mais sentiram a evolução das suas ideias prévias. Este tema, de acordo com os programas dos anos anteriores, nunca foi abordado na disciplina de Biologia, não tendo por isso os alunos, bases para possuírem ideias cientificamente aceites.

Outra situação referida pelos alunos era relativa às expressões “amassar o pão”, “pão lêvedo” e crescer da massa” relacionadas com a produção do pão. Os alunos referiram que:

“Antes de realizar a atividade do pão não fazia ideia do significado das expressões “amassar o pão”, “pão lêvedo” e crescer da massa” e agora já sei o seu significado.” (A10)

“Estava totalmente errada sobre o significado das expressões...” (A18)

Uma outra situação referida por um aluno em que a ideia inicial não correspondia com a ideia cientificamente aceite foi no tema da fermentação, em que referiu:

“Não sabia que as fermentações alcoólicas e lácticas eram realizadas por bactérias.” (A5)

A fermentação, tal como outros dos temas, já tinha sido abordada em anos interiores, pelo que não se esperava que fosse um tema onde existisse ideias erradas.

Por último, um aluno referiu que sentiu uma evolução das suas ideias iniciais nas questões relacionadas com as enzimas, em que referiu

“... inicialmente pensava que a função das enzimas era combater os microrganismos.” (A13).

E de evidenciar, que quatro dos alunos inquiridos, não identificaram nenhuma situação onde tenham notado a evolução de uma ideia prévia para uma ideia cientificamente aceite, sendo por isso considerado como resposta nula.

4.3.3 – Análise das respostas ao grupo III

A terceira parte do questionário serviu para avaliar a opinião dos alunos relativamente ao uso das atividades laboratoriais do tipo Prevê-Observa-Explica-Reflete. Assim de forma a averiguar a opinião dos alunos considerou-se necessário realizar três questões de resposta aberta.

Quando questionados sobre que importância atribuíam à realização de atividades laboratoriais todos os alunos responderam que era essencial a sua utilização no ensino das ciências. Na tabela 14 apresentam-se os resultados obtidos com a colocação da questão número 1.1 do terceiro grupo do questionário de opinião.

Tabela 14: Motivos apresentados pelos alunos relativamente à Importância da à realização de atividades laboratoriais.

Categorias de resposta	Alunos (N = 20)
Compreender melhor os conceitos abordados	11
Comprovar conceitos/teoria	4
Compreender a aplicabilidade dos conceitos na realidade	3
Visualização de processos	2
Aprender a relacionar conceitos	1
Permite trabalhar no laboratório	1

Verifica-se, pela análise da tabela anterior, que a razão mais apontada para justificar a importância da realização de atividades laboratoriais é o facto de estas contribuírem para uma melhor compreensão dos conceitos abordados, onde 11 dos 20 alunos inquiridos a referiram. Apresentamos alguns exemplos das respostas dos alunos para a categoria “compreender melhor os conceitos abordados”:

“estas atividades permitem perceber melhor a matéria lecionada” (A3)

“ajudam-nos a perceber o que damos na teoria” (A7)

“estas atividades sintetizam a matéria, sendo por isso mais fácil a sua compreensão” (A10)

“facilitam o estudo e compressão dos conceitos teóricos” (A18)

A categoria “comprovar conceitos/teoria” é apontada por quatro alunos, o que possivelmente reflete o modo como as atividades laboratoriais têm vindo a ser implementadas ao longo de todo o seu processo de ensino e aprendizagem, ou estes alunos poderão não ter percebido o alcance das atividades laboratoriais utilizadas durante a intervenção pedagógica, daí ser um dos motivos mais destacado. Apresentamos alguns exemplos das respostas dos alunos para a categoria “comprovar conceitos/teoria:

“são importantes pois permitem comprovar a matéria que é dada nas aulas teóricas” (A9)

“ajudam a perceber os conteúdos teóricos uma vez que os comprovamos na prática”(A11)

Esta categoria vai de encontro ao mencionado na literatura (Leite, 2001; Leite, 2006), onde se refere que as atividades laboratoriais são apresentadas frequentemente sob a forma de receituário, onde compete ao aluno seguir um protocolo com todos os passos indicados para alcançar os resultados supostamente pretendidos.

A terceira categoria de resposta mais apontada foi “compreender a aplicabilidade dos conceitos”, mencionada por três alunos, o que vai de encontro aos motivos apontados para a utilização de atividades laboratoriais no ensino das ciências por vários investigadores neste domínio (Wellington & Ireson, 2008; Dourado & Leite, 2008). Apresentam-se agora algumas respostas dos alunos:

“é aplicar os conhecimentos teóricos na prática” (A2)

“só com a teoria não ficamos com uma perceção real dos processos” (A12)

A quarta categoria de resposta mencionada pelos alunos foi a de esta metodologia permitir “a visualização do processo”, referindo que:

“Há coisas que não se compreende apenas a ler/ouvir. Observar os processos ajuda-nos a ter uma perspetiva real.” (A14)

“Observar os processos torna mais fácil a aprendizagem pois percebemos como as coisas funcionam.” (A15)

Não se percebeu bem o significado destas afirmações uma vez que com as atividades laboratoriais realizadas os alunos não observaram como ocorrem os processos de fermentação e da atividade enzimática, mas sim, observaram a aplicabilidade dos processos no contexto da produção de alimentos. As atividades laboratoriais realizadas não conseguiram mostrar o por que

de os processos acontecerem, no entanto, conseguiram-se realizar discussões com a turma de forma a tentar perceber o porquê de o processo ocorrer.

As restantes categorias de resposta foram apontadas por um número reduzido de alunos. Um dos alunos tornou a reforçar a ideia de as atividades laboratoriais permitirem aprender a relacionar conceitos, e outro referiu que ao realizar atividades laboratoriais lhes permitiram “aprender a utilizar métodos e técnicas de laboratório que me será útil futuramente” (A4). Estes alunos encontram-se no final do ensino secundário e estão prestes a ingressar no ensino superior, daí que estas razões lhes interessem, no sentido de conseguir alcançar melhor preparação possível para o futuro a nível académico.

Depois de ficarmos a conhecer as razões apontadas pelos alunos em relação à importância da realização de atividades laboratoriais, colocamos uma outra questão com a finalidade de perceber e entender se os mesmos acham que vale a pena utilizar as atividades laboratoriais no ensino da Biologia. Tal como aconteceu na questão anterior, todos os alunos foram unânimes na resposta, ao dizerem que vale a pena usar atividades laboratoriais no ensino da Biologia.

Na tabela 15 apresentam-se os resultados obtidos com a colocação da questão número 1.2. da parte três do questionário de opinião.

Tabela 15: Opinião dos alunos se vale a pena utilizar atividades laboratoriais no ensino das ciências.

Categorias de resposta	Alunos (N = 20)
“Visualização” dos fenómenos	6
Fonte suplementar do conhecimento	6
Motiva os alunos para a aprendizagem	3
Estimular a capacidade de relacionar conceitos	3
Compreender melhor os conceitos abordados	2
Permite trabalhar no laboratório	1
Comprovar conceitos/teoria	1

Pela análise da tabela 15, verifica-se que uma das razões mais apontadas pelos alunos para justificar o uso das atividades laboratoriais, é o facto de as atividades permitirem de alguma forma a “memorização” visual dos fenómenos. Apresentamos alguns exemplos de respostas dos alunos para a categoria:

“com a realização das atividades temos mesmo a noção de como ocorrem os processos e conseguimos assimilar melhor uma vez que testemunhamos” (A7)

“há coisas que não se aprender apenas a ler nem a ouvir. Ao realizar atividades laboratoriais observamos os processos o que ajuda a ter uma perspectiva do real.” (A14)

“a aprendizagem torna-se mais fácil quando observamos como as coisas realmente acontecem” (A15)

Não se percebe bem o significado das respostas dadas pelos alunos, uma vez que a realização das atividades laboratoriais não serviram para mostrar a fermentação como processo (passo a passo) mas permitiram aos alunos relacionar o processo de fermentação com a produção de alimentos. No entanto, as respostas dadas pelos alunos, vão de encontro ao mencionado por Leite (2006) onde refere que “uma imagem vale mais que mil palavras” sendo por isso importante que os alunos observem como os fenómenos acontecem. No entanto, a autora, refere ainda, que mais importante do que observar como acontecem, é observar o porquê de acontecer.

Outra categoria referida pelos alunos foi o facto de as atividades laboratoriais serem uma fonte suplementar do conhecimento. Alguns exemplos de respostas são:

“na prática conseguimos aprender coisas que nas aulas teóricas não se aprendem” (A3)

“as aulas teóricas nem sempre esclarece todas as dúvidas” (A8)

“se tivermos apenas aulas teóricas não conseguimos ter noção das coisas, nem conseguimos alcançar todo o conhecimento” (A6)

As aulas de ciências não servem apenas para ensinar os conceitos, princípios ou leis, ensinar ciências passa por ensinar os alunos a fazer ciências, colocando-os no lugar do cientista, onde tem mais abertura para conseguirem analisar, compreender e explicar os fenómenos bem como tirar as suas dúvidas.

Uma outra categoria apresentada pelos alunos é o facto de ao realizarem atividades laboratoriais se sentirem mais motivados, o que vai de encontro com o mencionado por Hodson (1994).

“as atividades laboratoriais são motivadoras e facilita a atenção dos alunos” (A17)

“estas atividades são uma forma de motivar os alunos” (A16)

Três dos alunos referiram que com a realização de atividades laboratoriais é mais fácil relacionar conceitos entre si. De seguida apresentamos as respostas dadas pelos alunos:

“...torna tudo mais simples e prático, permitindo entender melhor os conceitos.” (A20)

“... ao realizarmos atividades laboratoriais conseguimos entender melhor a matéria lecionada na aula...” (A1)

“...permite relacionar a matéria que é lecionada” (A19)

Um dos alunos questionados tornou a referir a importância de realizar atividades laboratoriais uma vez que lhes possibilita ter a realidade de como ocorrem as coisas no laboratório. Em última análise, um dos alunos referiu que a realização das atividades laboratoriais é importante pois permite comprovar conceitos e teorias. Como já mencionado anteriormente, esta razão pode advir do facto de a maior parte das atividades realizadas serem apenas para comprovar a teoria, ou o aluno não conseguiu perceber o porquê da realização das atividades propostas.

Por último, foi colocada uma outra questão aos alunos, onde eles teriam de apontar o que é que a realização das atividades laboratoriais implementadas lhes tinham permitido apreender. Na tabela 16 estão agrupadas as respostas mencionadas pelos alunos em categorias.

Tabela 16:Respostas dadas aos alunos qua à questão 1.3, da parte três do questionário.

Categorias de resposta	Alunos (N = 20)
Compreender melhor os conceitos abordados	12
Aprendizagem de métodos e processos	5
Aplicação do conhecimento teórico na prática	4
Trabalhar num laboratório	2
Trabalhar em grupo	1

Pela observação da tabela, verifica-se que mais de metade dos alunos indicaram que a realização das atividades laboratoriais lhes tinham permitido compreender melhor os conceitos abordados, uma vez que conseguiram ter um contacto com a realidade.

A segunda categoria mais referida pelos alunos foi a de as atividades laboratoriais permitirem a aprendizagem de métodos e processos. No entanto, salienta-se novamente a ideia, de que as

atividades laboratoriais realizadas não permitiram aos alunos visualizar os processos, mas permitiu visualizar a aplicabilidade dos processos no contexto de produção de alimentos.

A terceira categoria foi referida por quatro dos alunos, e referiram que as atividades laboratoriais lhes permitiram aplicar os conceitos teóricos na prática.

Dois dos alunos referiram que ao realizar as atividades laboratoriais conseguiram aprender a trabalhar no laboratório, desde aprender como se devem comportar num laboratório, a permitir manusear material de laboratório.

A última categoria de resposta apresentada foi a de esta metodologia permitir trabalhar em grupo, em que o aluno referiu:

“...permitiram-me trabalhar em grupo e compreender mais facilmente os conteúdos teóricos, pois interagiamos uns com os outros.” (A11)

4.3.4. Síntese da análise dos resultados do questionário de opinião

Com a aplicação do questionário de opinião foi-nos possível efetuar o levantamento da opinião dos alunos, relativamente ao uso das atividades laboratoriais do tipo Prevê-Observa-Explica-Reflete.

Quando questionados sobre a importância da aplicação de atividades laboratoriais do tipo Prevê-Observa-Explica-Reflete, os alunos foram unânimes em afirmar que estas atividades eram muito importantes, pois conseguiam compreender melhor os conceitos abordados, conseguiam relacionar os conceitos, permitiram uma visualização dos processos, uma maior compreensão da compreenderam a aplicabilidade dos conceitos e como em outros tipos de atividades laboratoriais, permitiu o trabalho em laboratório.

Pelos resultados obtidos, todos os alunos concordaram que vale a pena utilizar atividades laboratoriais para aprender Biologia pois é uma fonte suplementar do conhecimento, estimula a capacidade de relacionar os conceitos, e motiva os alunos para a aprendizagem.

À questão de como avaliariam metodologia de ensino quando à compreensão dos conteúdos abordados, a maioria dos alunos classificou-a como Satisfatória e Excelente, afirmando que a metodologia permitiu uma compreensão mais fácil dos conteúdos, tiveram oportunidades de tirar e expor as suas dúvidas, implica uma maior organização das ideias, e é uma metodologia mais interessante e motivadora.

Quando questionados sobre o contributo dado pela metodologia para a deteção das ideias prévias, os alunos referiram que conseguiram identificar as suas ideias prévias, permitiu que ocorresse a mudança das ideias, e conseguiram acompanhar a evolução do seu conhecimento.

De acordo com os resultados obtidos, podemos dizer que com a implementação das atividades laboratoriais do tipo Prevê-Observa-Explica-Reflete, os alunos tiveram a oportunidade de explicitarem as suas próprias ideias, sobre temas da produção de alimentos, através da fase da previsão, conseguiram testar as ideias com os colegas de grupo, pela fase da observação e/ou experimentação, e de refletirem sobre as suas ideias, possibilitando (re)construção do seu conhecimento.

Capítulo V

Conclusões, Implicações e Sugestões

5.1. Introdução

Neste capítulo, além desta introdução (5.1), apresenta-se uma síntese das conclusões do estudo realizado (5.2.) e são mencionadas algumas implicações dos resultados (5.3.). Para além disto, são dadas algumas sugestões para futuras investigações (5.4.) que venham a ser desenvolvidas no âmbito desta temática.

5.2. Conclusões da investigação

A intervenção pedagógica e a investigação a ela associada procurou responder a duas questões. A primeira questão pretendia analisar a evolução conceitual dos alunos no tema “Produção de alimentos e sustentabilidade” depois de realizar atividades laboratoriais do tipo Prevê-Observa-Explica-Reflete, e a segunda, averiguar o impacto que a realização destas atividades produzia nos alunos da turma onde foram implementadas.

Para averiguar a evolução do conhecimento conceitual dos alunos, recolheram-se dados sobre as conceções dos alunos, antes e após o ensino ministrado, de forma a conseguir verificar se a estratégia de ensino implementada foi eficaz.

Com a aplicação do pré-teste podemos concluir que:

- Inicialmente havia um número muito baixo de respostas consideradas cientificamente aceites nos subtemas estudados;

- A grande maioria das respostas dadas pelos alunos foram incluídas na categoria “Outras”, não só por estarem erradas, ou descontextualizadas, mas também pelos casos em que os alunos não responderam às questões;

- O número de respostas consideradas como conceções alternativas foi muito baixo, tendo-se apenas verificado em duas das questões do questionário (questões 1.1 e 2.1 do segundo grupo);

Com a implementação do pós-teste, foi possível comparar com os resultados iniciais, e verificar assim, a evolução do conhecimento dos alunos. Assim podemos concluir que:

- Ocorreu um aumento muito grande de respostas incluídas na categoria de “Respostas Cientificamente Aceites”.

- As ideias alternativas identificadas no pré-teste foram eliminadas e substituídas pelo conhecimento aceite, ou próximo dele.

- O número de respostas incluídas na categoria “Outras” diminuiu, dando lugar a “Respostas Cientificamente Aceites” ou “Respostas Incompletas”.

Os resultados obtidos neste primeiro ponto da investigação permite, apoiar a utilização de uma metodologia de ensino voltada para a mudança conceitual, que leve os alunos a tomarem consciência das suas ideias iniciais e a refletirem sobre as mesmas. Esta tornou-se vantajosa, uma vez que ocorreu um grande aumento de respostas na categoria cientificamente aceite.

A implementação da estratégia pedagógica permitiu a ocorrência da mudança conceitual nos alunos, onde se conseguiu verificar, do pré para o pós-teste, uma grande evolução no que respeita ao ganho de “Respostas Cientificamente Aceites”.

No que respeita ao segundo objetivo proposto, o de averiguar o impacto que a realização das atividades do tipo Prevê-Observa-Explica-Reflete produzia nos alunos da turma, procedeu-se à implementação de um questionário de opinião, onde conseguimos levantar as seguintes ideias:

- Os alunos classificaram a metodologia de ensino como sendo bastante ou muito adequada, em vários aspetos;

- Os alunos consideraram que a implementação desta metodologia de ensino torna-se uma forma de aprender mais interessante, uma vez que permitiu uma melhor compreensão dos conteúdos;

- Os alunos referiram que, com a implementação das atividades laboratoriais do tipo POER, conseguiram identificar as suas ideias prévias, o que permitiu que conseguissem acompanhar a evolução do seu conhecimento e alterar/substituir as ideias erradas;

- A totalidade dos alunos entrevistados considerou importante a utilização de atividades laboratoriais para o ensino e aprendizagem da Biologia, sendo as razões mais assinaladas, as relacionadas com a compreensão e assimilação de conceitos;

- Todos os alunos referiram que vale a pena usar as atividades laboratoriais no ensino das ciências, onde assinalaram como principais motivos para a sua utilização, a motivação, a

assimilação de conceitos, a confirmação de teorias e o estimular de capacidade de aplicação a novas situações, como razões para esse uso;

- Os alunos referem que as atividades laboratoriais são interessantes, uma vez que assim conseguem compreenderem melhor os conceitos, conseguem aplicar o conhecimento teórico na prática e conseguem ter uma noção dos métodos e processos que estudam nas aulas teóricas;

- Ao realizarem atividades do tipo Prevê-Observa-Explica-Reflete, os alunos dizem que têm uma maior participação nas aulas e possuem mais tempo e disponibilidade por parte do professor para tirarem dúvidas;

- A metodologia de ensino adotada permitiu aos alunos realizarem aprendizagens no que diz respeito essencialmente ao manuseamento de materiais de laboratório, à memorização visual de fenómenos e ao reforço de conhecimentos concetuais;

- A maioria dos alunos mencionou que as atividades laboratoriais implementadas ajudaram a aprofundar os conteúdos teóricos.

De acordo com os resultados obtidos, podemos afirmar que, os alunos inquiridos se sentem mais interessados pela disciplina de Biologia ao realizarem das atividades laboratoriais implementadas, uma vez que, conseguem ter uma perceção real daquilo que estudam. No entanto, pelas respostas dadas por alguns alunos nas várias questões, percebe-se que muitos deles ainda vêm as atividades laboratoriais como um recurso para comprovar as teorias lecionadas. De facto, isto vai de encontro com as atividades laboratoriais frequentemente implementadas pelos professores, sob a forma de receita, onde o aluno apenas tem de seguir um protocolo com todos os passos indicados para alcançar os resultados, supostamente, pretendidos.

Alguns dos alunos referiram que com a realização das atividades se sentem mais motivados, isto vai de encontro aos objetivos apresentados por vários autores acerca das atividades laboratoriais.

Podemos dizer que com a implementação das atividades laboratoriais do tipo Prevê-Observa-Explica-Reflete, os alunos, conseguiram detetar e explicitar as suas ideias prévias relativas ao tema da produção de alimentos, através da fase da previsão, conseguiram testar as ideias com os colegas de grupo, na fase da observação e/ou experimentação, e de refletirem sobre as suas ideias, possibilitando a (re)construção do seu conhecimento.

5.3. Implicações dos resultados da investigação realizada

Após a realização desta investigação conseguimos chegar a conclusões que possuem algumas implicações importantes que devem ser mencionadas.

Com a implementação das atividades laboratoriais do tipo Prevê-Observa-Explica-Reflete ocorreu uma grande evolução dos conhecimentos conceituais dos alunos nos temas abordados e permitiu que os mesmos se sentissem mais à vontade com os temas em questão, permitindo-lhes uma maior motivação para o estudo dos mesmos.

Assim, torna-se importante referir que, os professores devem dar mais importância ao diagnóstico das ideias prévias dos alunos antes de iniciar os temas em estudo, de forma a conseguir adaptar as suas metodologias de ensino às exigências/dificuldades apresentadas pelos alunos.

Por outro lado, é importante que os professores fiquem cada vez mais consciencializados sobre os benefícios que os alunos podem alcançar com a realização de atividades laboratoriais. No entanto, os professores não se devem limitar apenas à realização das atividades laboratoriais propostas pelos manuais escolares, devido ao seu baixo grau de abertura. As atividades laboratoriais propostas na maioria dos manuais escolares surgem com a finalidade de conduzir o aluno a determinado resultado, ou de confirmar a teoria apresentada previamente, ou de desenvolver o conhecimento procedimental, não propondo o desenvolvimento de competências de investigação. Os professores devem assumir uma atitude crítica face às atividades laboratoriais presentes nos manuais escolares, fazer as alterações necessárias, para tornar a atividade mais enriquecedora, transformando-a em atividades do tipo Prevê-Observa-Explica-Reflete ou investigações, visto serem as atividades que conseguem um envolvimento mais ativo dos alunos.

Depois de uma reflexão sobre os resultados aqui descritos, pensamos que ainda há muito a fazer para que o ensino se torne mais enriquecedor. Desta forma, achamos imprescindível que se invista mais na formação de professores, não nos referimos apenas aos que se estão a formar, mas também aos professores que estão no ativo. Assim, os professores, deverão participar em ações de formação com o intuito atualizar o conhecimento dos mesmos, no que respeita a estratégias de ensino.

Ser professor de ciências, não é apenas transmitir o conhecimento científico, é mostrar a ciência aos alunos, é incentivar os alunos a chegarem às mesmas conclusões que os cientistas chegaram. Por isso, é necessário que, os professores sejam incentivados a desenvolver e implementar atividades laboratoriais, para que os alunos tenham a oportunidade de fazer ciência.

5.4. Sugestões para futuras investigações

A partir das conclusões que retiro desta investigação, considero indispensável apresentar algumas sugestões para futuras investigações.

A metodologia de ensino implementada durante a intervenção pedagógica permitiu-me alterar a minha ideia do que é ensinar e, ao mesmo tempo, permitiu-me ter uma perceção mais alargada das estratégias que podemos utilizar para promover a aprendizagem dos alunos.

Antes de realizar a intervenção pedagógica, a minha noção sobre o processo de ensino/aprendizagem aproximava-se de uma perspetiva de ensino por transmissão, onde o aluno é visto como um mero recetor de informação, onde é valorizado o conhecimento substantivo, que se baseava na aquisição de teorias, princípios, conceitos e factos específicos. Esta minha conceção inicial de ensinar, pode ter sido fortemente influenciada pelas minhas experiências escolares vivenciadas ao longo de quase todo o meu percurso académico.

A realização desta intervenção pedagógica permitiu-me mudar a ideia do processo de ensino/aprendizagem e compreender a importância da realização de diversas estratégias de ensino. O facto de ter realizado uma investigação, durante o decorrer da intervenção pedagógica, permitiu-me aprofundar os meus conhecimentos sobre as atividades laboratoriais, bem como perceber a importância da sua realização em disciplinas na área das ciências.

Esta forma de agir corresponde a um propósito que procurarei realizar nas minhas práticas letivas futuras. Ao longo desta investigação, compreendi que o papel do professor não se deve limitar à transmissão de conhecimentos científicos aos alunos, mas deve incluir uma atitude investigativa e reflexiva da sua prática profissional, procurando a resolução de problemas emergentes na prática letiva. Como futura professora, é meu dever adquirir ferramentas e hábitos de pesquisa e resolução de problemas, para ajudar os alunos a desenvolverem as competências necessárias para construir o seu conhecimento.

Em práticas letivas futuras terei como objetivo alargar a investigação aqui iniciada, aplicando esta metodologia de ensino a outros conteúdos programáticos e em outros níveis de ensino de escolaridade.

Referências Bibliográficas

- Alcântara, F., Cunha, M. e Almeida, M. (2001). Microbiologia: Práticas Laboratoriais. 2º Edição. Universidade de Aveiro.
- Barberá, O. e Valdés, P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (3), 365-379.
- Biemans, H. e Simons, R. (1999). Computer-Assisted Instructional Strategies for Promoting Conceptual Change. *In* W. Schnotz & M. Carretero. *New Perspectives on Conceptual Change*. Oxford: Elsevier Science, pp. 247-261.
- Brites, S. (2006). O ensino da Biotecnologia e Microbiologia no 12º ano: procedimentos experimentais. Tese de Mestrado. Universidade de Aveiro. Departamento de Biologia.
- Caamaño, A. (1992). Los trabajos prácticos en ciencias experimentales: una reflexión sobre sus objetivos y una propuesta para su diversificación. (Versión electrónica). *Revista Aula de Innovación Educativa* 9.
- Caamaño, A., Carrascosa, J., Oñorbe, A. (1994). Los trabajos prácticos en las Ciencias Experimentales. *Alambique* (Versión electrónica). *Revista Alambique* 2.
- Caamaño, A. (2004). Experiencias, experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos e investigaciones: uma classificação útil de los trabajos prácticos?. *Alambique: Didactica de las ciências experimentales* 39, 8-19.
- Cachapuz, A., Praia, J. e Jorge, M. (2002). *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências* (1ª edição). Lisboa: Ministério da Educação.
- Chagas, I e Oliveira, T. (2005). O que a investigação diz acerca do ensino da Biologia. *Linhas e tendências de investigação. Investigar em Educação: Revista da Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação*, 4, 151-286.
- Carvalho, M. (2000). Educação em Ciência: Trabalho Prático no Ensino Básico. *In* Sequeira, M., Dourado, L., Vilaça, M., Silva, J., Afonso, A., Baptista, J. (Org). *Trabalho prático e experimental na Educação em ciências*. Braga: Departamento de Metodologias da Educação. Instituto de Educação e Psicologia, Universidade do Minho, 577-581.
- Coelho da Silva, J. (2009). Atividades laboratoriais e autonomia na aprendizagem das ciências . *In* F. Vieira, M. A. Moreira, J. L. Coelho da Silva & M. C. Melo (eds.). *Pedagogia para a autonomia - Reconstruir a esperança na educação*. Actas do 4º Encontro do GT-PA (Grupo de Trabalho - Pedagogia para a Autonomia). Braga: Universidade do Minho, Centro de Investigação em Educação. CD-ROM.

- DES (2001). Programa de Biologia e Geologia do 10º e 11º Anos do Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias. Ministério da Educação – Departamento do Ensino Secundário.
- DES (2004). Programa de Biologia 12º Ano: Curso Geral de Ciências Naturais. Ministério da Educação. Departamento do Ensino Secundário.
- Dourado, L. (2001a). Trabalho prático, trabalho laboratorial, trabalho de campo e trabalho experimental no ensino das ciências – Contributo para uma clarificação de termos. *In* A. Verissimo, A. Pedrosa, R. Ribeiro (Coords). (Re)Pensar o Ensino das Ciências. Lisboa: Ministério da Educação – Departamento do Ensino Secundário, 13-18.
- Dourado, L. (2001b). O trabalho Prático no Ensino das Ciências Naturais: Situação actual e implementação de propostas inovadoras para o Trabalho Laboratorial e o Trabalho de campo. Tese de doutoramento (não publicada), Universidade do Minho.
- Dourado, L. (2006). Concepções e práticas dos professores de Ciências Naturais relativas à implementação integrada do trabalho laboratorial e do trabalho de campo. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5 (1), 192-212. (Acedido em 10/12/2013) http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen5/ART11_Vol5_N1.pdf
- Dourado, L. e Leite, L. (2008). Actividades laboratoriais e o ensino de fenómenos geológicos. *In* Actas do XIX Congresso de ENCIGMA (Cd-Rom). Carballiño: IES Manuel Chamoso Lamas.
- Dourado, L. (2010). As actividades laboratoriais no ensino da Geologia: um estudo centrado em manuais escolares do ensino secundário. *Ciências Geológicas – Ensino e Investigação e sua História*, 595-605.
- Duarte, M. (1993). Mudança conceptual e ensino das ciências da natureza – Uma proposta de intervenção pedagógica no 2º ciclo do ensino básico. (Dissertação de Doutoramento) Braga: Universidade do Minho – Instituto da Educação.
- Fernandes, M. (2013). Actividades laboratoriais do tipo POER no 1º ceb: três propostas didáticas para o estudo da influência dos fatores abióticos na vida animal. Mestrado em Biologia e Geologia em contexto escolar. Universidade do Porto.
- Fontes, M. (2012). Actividades laboratoriais sobre Produção de Alimentos e Sustentabilidade: um estudo com manuais escolares, professores e alunos. Dissertação de Mestrado. Universidade do Minho. Instituto de Educação.
- Gabriel, A., Santos, M., Pedrosa, M. (2006). Trabalho prático nos actuais curricula de ciências do ensino secundário e formação de professores. XIX Congresso ensigma (Asociación dos

Ensinantes de Ciencias de Galicia). Escola Secundária Eça de Queirós (Póvoa de Vazim, Portugal), 23, 24 e 25 de Novembro.

Gómez, G., Flores, J. e Jiménez, E. (1996). Metodología de la investigación cualitativa. Ediciones Aljibe.

Gonçalves, A. (2012). Mudança conceptual e aprender a aprender: Uma abordagem integrada na temática da morfofisiologia do sistema circulatório. Dissertação de Mestrado. Universidade do Minho. Instituto de Educação.

Gunstone, R. (1991). Reconstructing theory from practical experience. *In* Woolnough, B. (Ed.). Practical Science. Milton Keynes: Open University Press, 67-77.

Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias*, 12(3), 299-313.

Hodson, D. (2000). The place of practical work in science education. *In* Sequeira, M., Dourado, L., Vilaça, M., Silva, J., Afonso, A., Baptista, J. (Org). Trabalho prático e experimental na Educação em ciências. Braga: Departamento de Metodologias da Educação. Instituto de Educação e Psicologia, Universidade do Minho, 29-42.

Lecasse, D. (1995). Introdução à Microbiologia Alimentar. Instituto Piaget.

Leite, L. (2000). O trabalho laboratorial e a avaliação das aprendizagens dos alunos. *In* Sequeira, M., Dourado, L., Vilaça, M., Silva, J., Afonso, A., Baptista, J. (Org). Trabalho prático e experimental na Educação em ciências. Braga: Departamento de Metodologias da Educação. Instituto de Educação e Psicologia, Universidade do Minho, 91-108.

Leite, L. (2001). Contributo para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. *In* Caetano, H. V. et Santos, M. G. (Orgs). Cadernos didácticos de Ciências 1. Lisboa: Departamento de Ensino Secundário, 79-97.

Leite, L. (2002). As actividades laboratoriais e o desenvolvimento conceptual e metodológico dos alunos. *Boletim das Ciências*, 51, 83-92.

Leite, L. e Figueiroa, A. (2004). Las actividades de laboratorio y la explicación científica en lo manuales escolares de ciencias. *Alambique: didáctica de las ciencias experimentales*, 39, 20-30.

Leite, L. (2006). Da complexidade laboratorial à sua simplificação pelos manuais escolares e às consequências para o ensino e a aprendizagem das ciências. *Actas dos XIX Congresso de ENCIGMA (Cd-Rom)*. Póvoa de Varzim: Escola Secundária Eça de Queirós.

- Leite, L., Dourado, L. e Esteves, E. (2011). Relationships between students' reactions towards Problem Based-Learning and their Learning Styles. In G. Mészáros. & I. Falus (Eds). *ATEE 2010 Annual Conference Proceeding*. (pp.248-261). Bruxelas: ATEE.
- Lima, N. e Mota, M. (2003). *Biotecnologia: Fundamentos e aplicações*. Lidel.
- Longbottom, J. E., & Butler, P. H. (1999). Why teach science? Setting rational goals for science education. *Science Ed*, 83, 473-492.
- Lunetta, V. (1991). Actividades práticas no ensino da Ciência. *Revista Educação*, Vol II (1), 81-90.
- Minguéns, M., Serra, P. (2000). O trabalho prático na educação básica: realidade, o desejável e o possível. *In* Sequeira, M., Dourado, L., Vilaça, M., Silva, J., Afonso, A., Baptista, J. (Org). *Trabalho prático e experimental na Educação em ciências*. Braga: Departamento de Metodologias da Educação. Instituto de Educação e Psicologia, Universidade do Minho, 555-575.
- Moreira, M. e Greca, I. (2003). A mudança conceptual: análise crítica e propostas à da teoria da aprendizagem significativa. *Ciência e Educação*, Bauru, v. 9, n 2, 301-315.
- Morgado, J. (2004). *Manuais Escolares: contributo para uma análise*. Porto Editora.
- Pedrosa, A. e Dourado, L. (2000). Trabalho prático experimental no ensino das Ciências: pontos de vista dos professores-formandos antes do programa. In Dourado, L. & Freitas, M. (Coord.). *Concepção e concretização das acções de formação I*. Lisboa: DES, 59-83.
- Pelczar, M., Reid, R., e Chan, E. (1980). *Microbiologia*. Volume I. MCGRAW-HILL.
- Pozo, J. (1996). Las ideas del alumnado sobre la ciência: de donde vienen, a donde van...y mientras tanto qué hacemos com ellas. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, Barcelona: Graó, Ano 3, n. 7. pp. 18-26.
- Praia, J. e Marques, L. (1997). El trabajo de laboratório en la enseñanza de la Geologia: reflexion crítica y fundamentos epistemológico-didácticos. *Enseñanza de las Ciencias* (5,2), 95-106.
- Quintas, A., Freire, A. e Halpern, M. (2008). *Bioquímica: Organização Molecular da Vida*. Lidel.
- Santos, F. (1996). Do ensino de ciências como mudança conceptual à fronteira de uma abordagem afetiva. (Dissertação de Mestrado). Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina – Centro de Ciências da Educação.
- Santos, M. (1991). *Mudança conceptual na sala de aula – Um desafio Pedagógico*. Lisboa: Livros Horizonte.
- Santos, M. (1998). *Mudança Conceptual na Sala de Aula – Um Desafio Pedagógico Epistemologicamente Fundamentado* (2ª edição). Lisboa: Livros Horizonte.

- Silva, F. (2002). O Trabalho Laboratoriais no Ensino das Ciências da Natureza: Contribuição das Actividades P-O-E-R para as Mudanças Conceptual e Metodológica de Alunos do 5º ano. Dissertação de Mestrado. Universidade do Minho. Instituto da Educação.
- Silva, J. (1996). O sistema de aquisição e tratamento de dados como um meio para promover a mudança conceptual: um estudo sobre “Fotossíntese” com alunos do 10º ano de escolaridade. Dissertação de mestrado (não publicada). Universidade do Minho.
- Silva, J. e Leite, L. (1997). Actividades laboratoriais em manuais escolares: proposta de critérios de análise. *Boletín das Ciencias*, 32, 259-264.
- Sousa, A. (2005). *Investigação em Educação*. Livros Horizonte.
- Tenreiro-Vieira, C. e Vieira, R. (2006). Produção e avaliação de actividades de laboratório promotoras do pensamento crítico dos alunos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3(3), 452-466.
- Veiga, M. (2000). O trabalho prático nos programas portugueses de ciências para a escolaridade básica. *In* Sequeira, M., Dourado, L., Vilaça, M., Silva, J., Afonso, A., Baptista, J. (Org). *Trabalho prático e experimental na Educação em ciências*. Braga: Departamento de Metodologias da Educação. Instituto de Educação e Psicologia, Universidade do Minho, 545-554.
- Weil, J. (2000). *Bioquímica Geral*. 2º Edição. Fundação Calouste Gulbenkian.
- Wellington, J. (2000). *Teaching and Learning Secondary Science*. Contemporary issues and practical approaches. London: Routledge.
- Wellington, J. & Ireson, G. (2008). *Science Learning, Science Teaching*. London: Routledge.
- Woolnough, B. & Allsop, T. (1985). *Practical work in science*. Cambridge: Cambridge University Press.

Anexos

Anexo 1

Questionário aplicado como pré e pós-teste.

Teste Diagnóstico

Biologia 12º ano

Tema: Produção de Alimentos e Sustentabilidade

Março/Abril de 2013

Nome _____ nº _____ turma _____

Grupo 1

1- Durante o fabrico do pão artesanal é comum ouvirmos falar de certas expressões que relatam as etapas de produção do mesmo, tais como “amassar o pão”, “pão lèvedo” e “crescer da massa”. Qual o significado de cada uma dessas expressões?

2 – Ouvimos por vezes notícias de pessoas que durante a produção artesanal do vinho desmaiam, quando feita numa adega fechada. A que se deverá este facto?

3 – Lê atentamente o seguinte diálogo.

Aluno 1 – Ouvi dizer que tanto na produção do pão, como na produção do vinho, são utilizados microrganismos....

Aluno 2 – Mas tu estás parvo!!!! Andamos agora a comer bichos, mas que parvoíce....

3.1 – Dá a tua opinião sobre o assunto tratado no diálogo.

Grupo 2

1 - Desde há milhares de anos que o Homem modifica os alimentos em seu proveito. A fermentação é um dos principais processos utilizados. Os alimentos fermentados são atualmente utilizados pelo Homem, que os manipula, melhorando as suas características e propriedades com o objetivo de obter melhor cheiro, sabor e aumentando o seu período de conservação.

1.1 – Diz o que entendes por fermentação.

1.2 – Que tipos de fermentação que conheces?

1.3 – Descreve os mecanismos que estão envolvidos no processo de fermentação.

1.4 – Refere quatro exemplos de produção de alimentos que recorram a este tipo de processo.

1.5 – Indica as vantagens da utilização destes processos na produção de alimentos.

2 – A vida de todos os sistemas biológicos depende da realização de um conjunto de reações químicas, que ocorrem tanto dentro como fora das células, que constitui o metabolismo celular. Por outro lado, todas essas reações dependem, para a sua realização, da existência de uma determinada enzima.

2.1 – Diz o que entendes por enzimas.

2.2 – Existe alguma relação das enzimas com o processo de fermentação?

Sim

Não

2.2.1 - Se sim, qual o papel que estas desempenham? Se não, explica o porquê.

Anexo 2

Protocolos Laboratoriais do tipo P.O.E.R. utilizados.

Atividade Laboratorial 1

Biologia 12º ano

Questionário

Abril de 2013

Nome _____ nº _____

Grupo 1

1 – O João costuma ajudar a sua mãe na produção do iogurte artesanal.

1.1 - Que processos estão na base da produção do iogurte? Explica esses processos.

2 – Por que razão é que por vezes é utilizado um iogurte natural na produção de iogurte?

3 – Explica, por que razão o iogurte deve ser conservado no frigorífico, e não deixado à temperatura ambiente?

Grupo 2

1 - O João assistiu várias vezes à produção artesanal do iogurte, e já fez uma atividade laboratorial numa aula de Biologia, mas continua sem entender bem o processo. O iogurte é preparado a partir do Leite e, ele não entende como é que a partir do leite se forma um iogurte. À primeira vista não parece ter ocorrido grandes diferenças, pois um líquido branco, deu origem a uma massa branca.

1.1 – O que é que ele poderia fazer para entender este processo na qual transforma o leite em iogurte?

1.2 – Sugere um modo de como procederias para entender o processo acima mencionado.

Atividade Laboratorial 1

Biologia 12º ano

5 de Abril de 2013

Procedimento 1 - Produção do iogurte

O João numa aula de Biologia realizou uma atividade laboratorial na qual fabricou pão. Para tal efetuou o seguinte protocolo. Para perceberes mais sobre este processo, sugerimos que o executes também.

Material

- 3 gobelés de 200 ou 250 ml
- papel indicador de pH
- papel de alumínio
- termómetro
- balança
- iogurte natural
- leite gordo pasteurizado
- estufa regulada para 41° C a 44° C e outra regulada a 60° C

Procedimento

- Coloca em cada gobelé (A, B e C) cerca de 100 ml de leite.
- Cobre os gobelés com papel alumínio.
- Aquece o leite aproximadamente até os 45° C.
- Determina, com o auxílio do papel indicador ou medidor de pH, o pH do leite.
- Adiciona cerca de 5 a 6 g de iogurte natural a cada gobelé,
- Mistura o iogurte com o leite, evitando a formação de espuma.
- Coloca os gobelés às seguintes temperaturas:
 - A: entre os 41° C e 44° C.
 - B: à temperatura ambiente
 - C: a 60° C.
- Determina o pH do conteúdo de cada gobelé em intervalos de tempo regulares (5, 10, 15, 20 minutos). Regista os valores obtidos.

Nota: o iogurte estará pronto quando o pH atingir o valor de 4, o que demorará um período de tempo superior a 3 horas. Nessa altura, o produto deverá ser refrigerado, para garantir a sua estabilidade e otimizar a sua textura.

Procedimento 2 - Observação microscópica das bactérias do iogurte

Uma vez que o João não entendia o processo pela qual a partir do Leite líquido se obtinha uma massa, que é o iogurte, foi-lhe dada a oportunidade, numa aula de Biologia, de verificar como ocorre o processo. Para compreenderes tu também, sugerimos a resolução da seguinte atividade laboratorial.

Material

- microscópio ótico
- lâminas e lamelas
- ansas de inoculação
- azul de metileno
- água destilada
- conta gotas
- lamparina
- iogurte
- álcool

Procedimento

- Retira uma pequena porção de iogurte com a ajuda da ansa de inoculação e estende-a sobre a lâmina com uma gota de água destilada (técnica do esfregaço)
- Seca levemente à chama da lamparina – técnica de fixação pelo calor.
- Adiciona umas gotas de álcool para retirar o excesso de gordura, e deixa secar ao ar.
- Cora o esfregaço com azul-de-metileno. Deixa atuar o corante durante cerca de três minutos – técnica da coloração pelo azul-de-metileno.
- Lava com água destilada, deixando cair sobre a lâmina inclinada. Deixa secar a preparação ao ar.
- Observa ao microscópio, usando a objetiva de menor ampliação.
- Coloca uma gota de óleo de imersão sobre o esfregaço e observa com a objetiva de maior ampliação.
- Regista os resultados da observação.

Atividade Laboratorial 1

Biologia 12º ano

Resultados

Abril de 2013

Nome _____ nº _____

Procedimento 1: Produção do iogurte

1- Qual o papel do iogurte natural?

2- Como se explica a diminuição do pH durante a produção do iogurte?

3 – Por que razão se colocou os gobelés a diferentes temperaturas?

4 – Em que medida os resultados obtidos confirmam as tuas ideias sobre o processo de produção do iogurte.

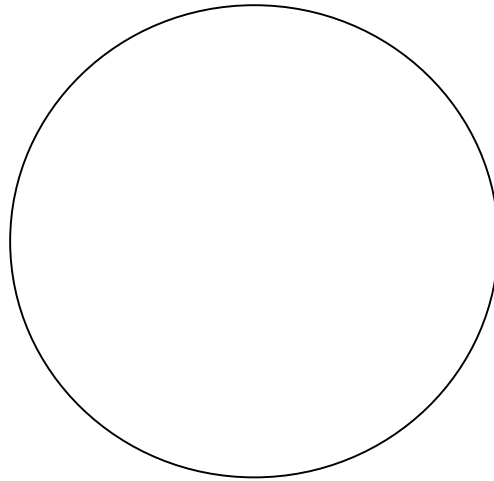
Na tua resposta tem em atenção:

- O papel desempenhado pelo iogurte natural.

- Condições de conservação do iogurte.

Procedimento 2 - Observação microscópica das bactérias do iogurte

1 - Regista no círculo o que observas-te ao microscópio.



2- Com o auxílio das estampas que te são fornecidas, diz que tipo de células observou?

3 - Classifica o tipo de bactérias observadas de acordo com a sua forma e estrutura.

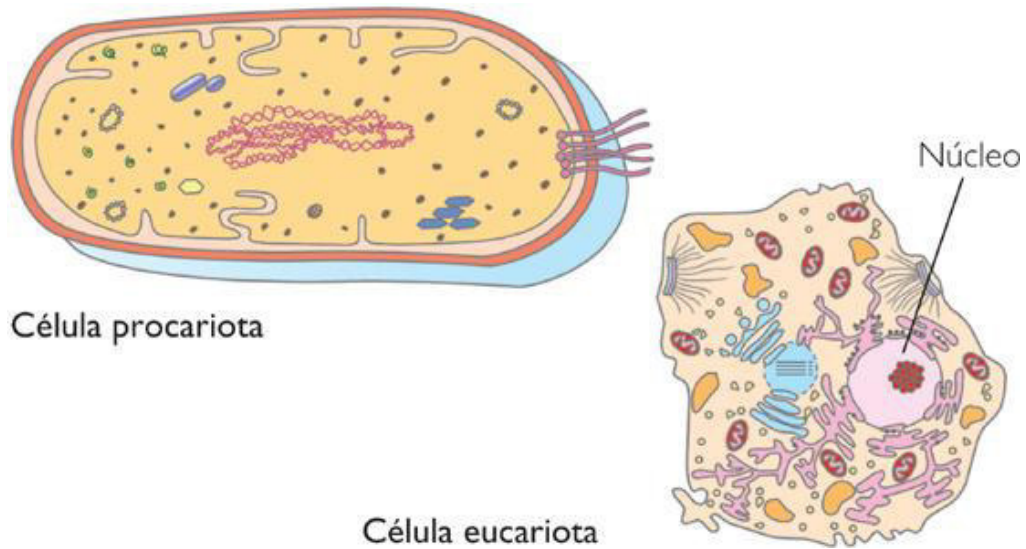
4 - Legenda a figura.

5 - A que reino pertencem as células observadas?

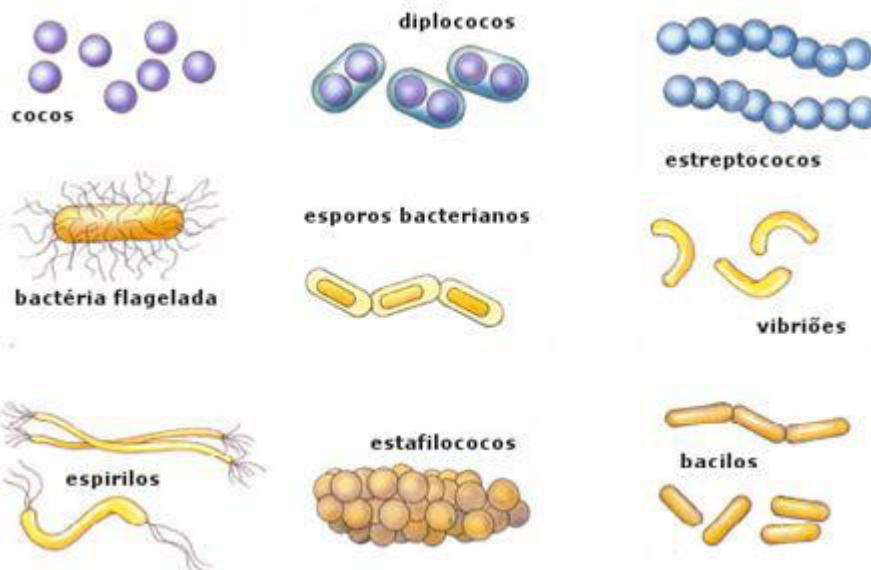
6 – O protocolo realizado na aula vai de encontro ao proposto por ti no questionário que te foi dado? Explica.

Atividade Laboratorial 1
Biologia 12º ano
Estampa de auxílio

As células apesar da grande diversidade de formas, dimensões e funções que podem apresentar é possível distinguí-las em dois grandes grupos de células.



As bactérias são classificadas de acordo com a sua forma, e podem ser divididas em 9 categorias:



Atividade Laboratorial 2

Biologia 12º ano

Questionário

Abril de 2013

Nome _____ nº _____

Grupo 1

1 – O pão é um bem essencial para a vida, no entanto é necessário proceder à sua confeção, uma vez que não comemos os grãos de trigo tal como são colhidos.

1.1 - Quais são os ingredientes necessários para a produção do pão?

1.2 - Durante o fabrico do pão artesanal é comum ouvirmos falar de certas expressões que relatam as etapas de produção do mesmo, tais como “amassar o pão”, “pão lêvedo” e “crescer da massa”. Qual o significado de cada uma dessas expressões?

“amassar o pão” _____

“pão lêvedo” _____

“crescer da massa” _____

2 – O que achas que sucedeu durante o processo de produção do pão?

3 – Depois de pronta a massa fica a repousar, deve ficar longe de correntes de ar e coberta. Explica porquê.

Grupo 2

1 – O João fez uma viagem, e quando regressou a casa já era tarde e precisava de algo para comer. Como tinha estado fora só restava uns pedaços de pão que tinha deixado no fundo de um saco. Quando se prepara para o comer, desistiu, pois não estava em bom estado para ser consumido.

1.1 – Por que motivo o pão não pode ser consumido? Descreve o estado do pão.

1.2 – Que fenómenos ocorreram no pão durante a ausência do João?

1.3 – Quem/O que provocou essas alterações no pão?

Atividade Laboratorial 1

Biologia 12^º ano

12 de Abril de 2013

Procedimento 1: Produção do pão

Para clarificar os processos de produção do pão sugere-se a realização do seguinte procedimento laboratorial

Material

- 3 gobelés de 50 cm³
- 4 gobelés de 250 cm³
- folha de alumínio
- 50 g de farinha
- papel absorvente
- marcador de vidro
- estufa regulada para 30° C
- 3 g de fermento de padeiro
- água (aproximadamente 40 cm³)

Procedimento

- Identifica cada um dos gobelés de 250 cm³ (A, B, C e D).
- Pesa 50 g de farinha, adicione a levedura e cerca de 40 cm³ de água aos gobelés A, B e C.
- Proceda de igual modo para o gobelé D, mas sem adicionar a levedura.
- Cobre os 4 gobelés, com a folha de alumínio,
- Marca a altura da massa em cada gobelé, recorrendo a um marcador.
- Coloca os gobelés A e D na estufa a 30° C, o gobelé B no frigorífico e o gobelé C à temperatura ambiente.
- Assinala a altura da massa de cada gobelé ao fim de 20, 40, 60, 80 minutos, e registe os resultados.

Procedimento 2: Observação microscópica bolor do pão

Para entender as alterações sofridas pelo pão, o João decidiu realizar o seguinte protocolo. Executa-o tu também.

Material

- | | |
|---------------------|----------------|
| - pão com bolor | - conta- gotas |
| - microscópio | - bisturi |
| - lâminas e lamelas | |

Procedimento

- 1 - Com o auxílio do bisturi retira um pouco do bolor existente no pão e coloca-o sobre uma lâmina.
- 2 – De seguida, coloca uma gota de água destilada sobre a preparação.
- 3 - Cobre a preparação com uma lamela e observa-a atentamente ao microscópio.
- 4 – Faz um desenho esquemático daquilo que observas-te.

Atividade Laboratorial 2

Biologia 12º ano

Resultados

Abril de 2013

Nome _____ nº _____

Procedimento 1: Produção do pão

1 – Descreve as alterações ocorridas na massa do pão. Como explicas essas alterações.

2- Explique os resultados obtidos em função das leveduras e das temperaturas a que decorreram as atividades laboratoriais.

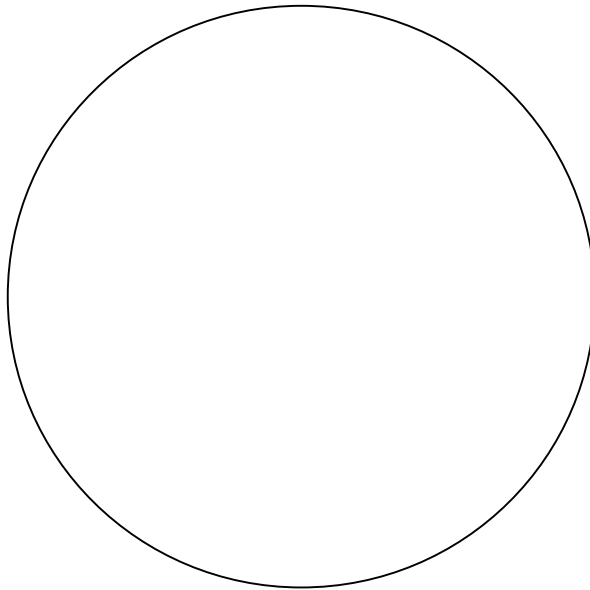
3 – Os resultados obtidos confirmam as ideias que tinhas sobre o processo de produção do pão? Justifica.

Na tua resposta tem em atenção os seguintes elementos:

- Ingredientes necessários
- Etapas de produção tais como “amassar o pão”, “pão lêvedo” e “crescer da massa”
- Temperatura.

Procedimento 2: Observação microscópica bolor do pão

1 – Legenda o teu desenho com o auxílio da estampa que te é facultada.



Discussão

1 – Os resultados obtidos permitiram identificar o responsável pela alteração do pão do João?

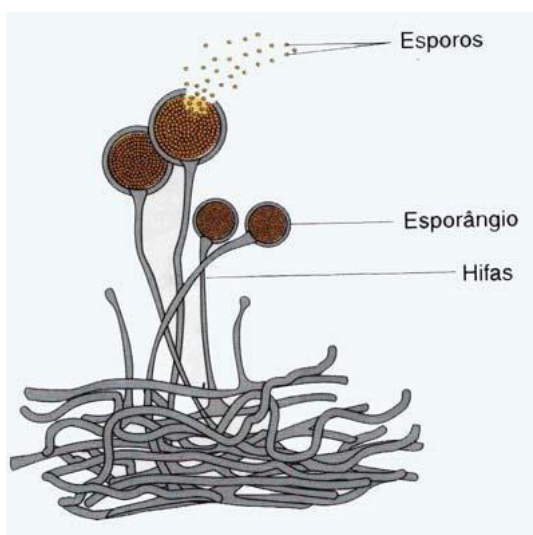
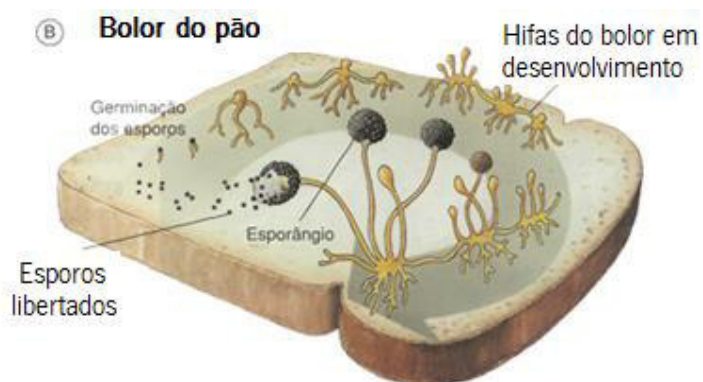
Sim

Não

Era isso que pensavas?

Atividade Laboratorial 2
Biologia 12º ano
Estampa de auxílio

O bolor, ou mofo, é facilmente reconhecido pelas manchas verdes ou esbranquiçadas (e por vezes pretas) que vemos nos alimentos, é fruto da ação dos fungos. Os fungos são seres microscópicos que se alimentam de diversos materiais. As figuras seguintes pretendem exemplificar a estrutura do bolor.



Atividade Laboratorial 3

Biologia 12º ano

Questionário

Abril de 2013

Nome _____ nº _____

1 – A vida de todos seres depende da realização de um conjunto de reações químicas, que ocorrem tanto dentro como fora das células, que se designam metabolismo celular. Por outro lado, todas essas reações dependem para a sua realização, da existência de enzimas.

1. 1 – De acordo com o conhecimento que possuis, diz o que entendes por enzimas.

1.2 – Enumera o nome de três enzimas que conheças.

2 – Lê a seguinte afirmação: “As enzimas só participam em reações, nas quais o seu perfil conformacional é adequado”.

2.1 - Concordas com a afirmação?

Sim Não

Explica porquê.

3 – A atuação das enzimas (atividade enzimática) está dependente de alguns fatores do meio. Indica quais os fatores que influenciam a atividade enzimática.

3.1 – Explica de que forma os fatores mencionados na questão anterior influenciam a atividade enzimática.

4 – Por vezes, mesmo estando reunidas as condições necessárias para que haja atividade enzimática, esta não se realiza. Explica porquê.

Atividade Laboratorial 1

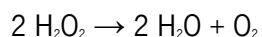
Biologia 12º ano

19 de Abril de 2013

Para clarificar os processos da ação das enzimas e respetiva atividade, sugerimos a realização do seguinte procedimento laboratorial.

Princípios

A catalase é uma enzima produzida pelos animais e vegetais, portanto de ocorrência geral, que degrada o peróxido de hidrogénio (H_2O_2 – água oxigenada) em H_2O e oxigénio livre. A ação dessa enzima é extremamente rápida. Uma molécula de catalase é capaz de degradar até 42 000 moléculas de peróxido de hidrogénio por segundo, dependendo da concentração do peróxido. A catalase está largamente distribuída na natureza, estando presente em tecidos animais, vegetais e em bactérias.



- O dióxido de manganês é um catalisador inorgânico.
- O ácido clorídrico é um ácido muito forte.
- O hidróxido de sódio é uma base forte.

Material

- | | |
|--------------------------------|--|
| - 7 tubos de ensaio | - dióxido de manganês (MnO_2) |
| - pipetas de 1 ml e 2 ml | - ácido clorídrico (HCl) solução de 10% |
| - bisturi | - peróxido de hidrogénio (H_2O_2) |
| - pinça | - hidróxido de sódio (NaOH) solução de 10% |
| - almofariz | |
| - suporte para tubos de ensaio | - material biológico (ex: fígado, carne, batata, maçã) |
| - lamparina | |
| - banho maria (37° C) | |

Procedimento

- 1- Identifica os 7 tubos de ensaio, com as letras de A a G, e introduz em cada um deles 2 ml de peróxido de hidrogénio.
- 2- Corta o material biológico em fragmentos com aproximadamente 1 grama. Esmaga cada um dos fragmentos num almofariz.
- 3- Introduz, no tubo A, um fragmento de material biológico, e regista o que observas.
- 4- Introduz, no tubo B, um fragmento de material biológico previamente fervido, e regista o que observas.
- 5- Introduz, no tubo C, um fragmento de material biológico e 1ml de solução de HCl, e regista o que observas.
- 6- Introduz, no tubo D, um fragmento de material biológico e 1 ml se solução de NaOH, e regista o que observas.
- 7- Introduz, no tubo E, um fragmento de material biológico congelado, e regista o que observas.
- 8- Introduz, no tubo F, um fragmento de material biológico e uma pitada de MnO_2 , e regista o que observas.
- 9- Introduz, no tubo G, uma pitada de dióxido de manganês, regista o que observas.

Atividade Laboratorial 1

Biologia 12º ano

Resultados

Abril de 2013

Nome _____ nº _____

Na tabela que se segue regista os resultados que vais obter com a atividade laboratorial.

Tubo de ensaio	Procedimento	Observações
A	2 ml de H ₂ O ₂ + material biológico	
B	2 ml de H ₂ O ₂ + material biológico aquecido	
C	2 ml de H ₂ O ₂ + material biológico + 1 ml de HCl	
D	2 ml de H ₂ O ₂ + material biológico + 1 ml de NaOH	
E	2 ml de H ₂ O ₂ + material biológico + colocar no gelo	
F	2 ml de H ₂ O ₂ + material biológico + 1 ml de MnO ₂	
G	2 ml de H ₂ O ₂ + 1 ml de MnO ₂	

Atividade Laboratorial 1

Biologia 12º ano

Questionário

Abril de 2013

Nome _____ nº _____

1- Quais são os fatores ambientais testados nesta atividade laboratorial?

2- Interpreta os resultados obtidos nesta atividade laboratorial.

Tubo A _____

Tubo B _____

Tubo C _____

Tubo D _____

Tubo E _____

Tubo F _____

Tubo H _____

Anexo 3

Questionário de opinião.

Questionário de Opinião

1 – Nome: _____

2 – Nº: _____ Turma: _____

3 – Idade: _____

4 – Frequenta o 12º ano pela: 1ª vez 2ª vez 3ª vez

Grupo 1

Durante a leção do tema “Produção de alimentos e sustentabilidade” foram implementadas atividades laboratoriais do tipo POER. Atribui a classificação que consideres adequada quanto à contribuição que pensas que essa nova forma de atividades laboratoriais deu para:

1. Aprender a argumentar e a contra-argumentar

Nada Pouco Moderadamente Bastante Muito

2. Aprender a trabalhar em grupo

Nada Pouco Moderadamente Bastante Muito

3. Explicitar as próprias ideias

Nada Pouco Moderadamente Bastante Muito

4. Discutir ideias com os outros

Nada Pouco Moderadamente Bastante Muito

5. Confrontar as ideias que tinha com as ideias cientificamente aceites

Nada Pouco Moderadamente Bastante Muito

6. Reorganizar as minhas ideias

Nada Pouco Moderadamente Bastante Muito

7. Aprender a interpretar

Nada Pouco Moderadamente Bastante Muito

8. Aprender a partilhar tarefas

Nada Pouco Moderadamente Bastante Muito

9. Aprender a pensar

Nada Pouco Moderadamente Bastante Muito

10. Aprender a planear os trabalhos a realizar

Nada Pouco Moderadamente Bastante Muito

11. Aprender a respeitar as opiniões dos outros

Nada Pouco Moderadamente Bastante Muito

12. Aprender a sintetizar

Nada Pouco Moderadamente Bastante Muito

13. Aprender de forma mais interessante

Nada Pouco Moderadamente Bastante Muito

14. Aprofundar ideias/conhecimentos

Nada Pouco Moderadamente Bastante Muito

15. Compreender os tópicos de matéria lecionada

Nada Pouco Moderadamente Bastante Muito

Grupo 2

1 – Relativamente a estas aulas, como avalias a metodologia de ensino aplicada no que respeita:

1.1 – à compreensão dos conteúdos abordados?

Muito insatisfatória Insatisfatória Razoável Satisfatória Excelente

Fundamente a tua resposta.

1.2 – às ideias prévias que possuías sobre os conteúdos abordados?

Muito insatisfatória Insatisfatória Razoável Satisfatória Excelente

Fundamenta a tua resposta.

2. Descreve uma situação em que a tua ideia inicial não correspondeu ao conhecimento cientificamente aceite.

Grupo 3

1. Relativamente às atividades laboratoriais que realizaste:

1.1. Que importância atribui à realização destas atividades? Porquê?

1.2. Na tua opinião, vale a pena usar atividades laboratoriais para aprender Biologia? Porquê?

1.3. O que é que as atividades laboratoriais que realizaste nas aulas de Biologia te permitiram aprender? Porquê?
