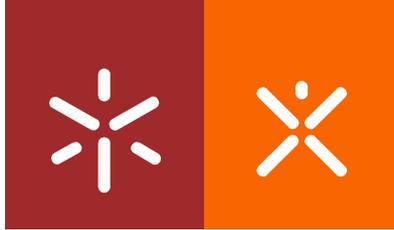


**Universidade do Minho**  
Instituto de Educação

Cláudia Andreia Castro Araújo

**Evolução das ideias dos alunos do 9º ano de escolaridade sobre a digestão e transformação de alimentos com recurso a atividades práticas laboratoriais**



**Universidade do Minho**  
Instituto de Educação

Cláudia Andreia Castro Araújo

**Evolução das ideias dos alunos do 9º ano  
de escolaridade sobre a digestão e  
transformação de alimentos com recurso  
a atividades práticas laboratoriais**

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

Trabalho realizado sob a orientação do  
**Doutor Francisco Alberto Marques Borges**

outubro de 2014

*Em qualquer aventura o que importa é partir,  
não é chegar*

Miguel Torga



## AGRADECIMENTOS

A todos aqueles que me ajudaram e colaboraram durante a execução deste trabalho deixo apenas algumas palavras, certamente poucas, mas um profundo sentimento de reconhecido agradecimento.

Ao meu colega de estágio e amigo, Diogo Gonçalves, que me acompanhou ao longo desta etapa. Obrigada pela amizade, pelo companheirismo, pela ajuda, pela partilha de bons momentos, pelos estímulos nas alturas de desânimo e sobretudo pela transmissão de força e confiança em todos os momentos, fatores esses muito importantes para a execução deste trabalho.

Ao Professor Doutor Francisco Borges, expresso o meu agradecimento pela orientação, pela disponibilidade em me receber e partilhar a sua experiência, materiais e sugestões que enriqueceram este relatório.

À professora Vitória Capelas pela compreensão, pelos conselhos e pela ajuda fulcral na adaptação à escola onde implementei o projeto de intervenção pedagógica.

Um agradecimento muito especial a todos os alunos que, embora no anonimato, tornaram possível esta investigação partilhando as suas ideias e conhecimentos. Foram incansáveis e demonstraram interesse, motivação e empenho no decorrer da intervenção pedagógica.

Às minhas amigas e colegas de mestrado, Catarina Novais e Sara Antunes, pelo incentivo, pelo apoio e pelos momentos de amizade que me proporcionaram ao longo destes anos.

Por último e não menos importante à minha família, especialmente aos meus pais, ao meu irmão e à minha prima, pela compreensão relativamente ao tempo dedicado a esta investigação. Foi um ano muito trabalhoso e de certa forma estive um pouco ausente. Obrigada por continuarem sempre ao meu lado independentemente de tudo.



# **Evolução das ideias dos alunos do 9º ano de escolaridade sobre a digestão e transformação de alimentos com recurso a atividades práticas laboratoriais**

## **RESUMO**

O presente estudo consiste na idealização, implementação e avaliação de um projeto de intervenção pedagógica, realizado no âmbito do Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3º Ciclo do Ensino Básico e Ensino Secundário. A intervenção pedagógica foi desenvolvida numa escola do concelho de Vila Nova de Famalicão, no ano letivo 2013/2014, com uma turma de 24 alunos do 9º ano de escolaridade na temática “Digestão e transformação de alimentos”. A metodologia adotada regeu-se segundo um modelo de ensino voltado para a mudança concetual, recorrendo a atividades práticas laboratoriais e privilegiando as ideias prévias dos alunos com vista à (re)construção do conhecimento científico.

As atividades desenvolvidas durante a intervenção visavam atingir os objetivos estipulados no projeto de intervenção pedagógica: (1) Detetar as conceções dos alunos relativamente à temática curricular do 9ºano de escolaridade “Digestão e transformação de alimentos”; (2) planejar duas aulas laboratoriais em função das conceções previamente detectadas e do tópico programático em estudo; (3) promover a (re)construção das ideias dos alunos relativamente ao tópico de estudo; (4) avaliar o impacto da referida intervenção pedagógica na evolução das ideias dos alunos com a finalidade de verificar a sua aproximação aos conceitos cientificamente aceites.

Para fazer o levantamento das ideias prévias dos alunos relativamente à temática de estudo foi aplicado um questionário construído com base em algumas conceções alternativas identificadas na literatura por diversos investigadores. Por forma a atingir o segundo e terceiro objetivo, foram planeadas duas atividades práticas laboratoriais. A primeira relacionada com enzimas e fatores que influenciam a sua atividade e a segunda com a digestão e o papel das enzimas neste processo. Para tal, os alunos recolheram, analisaram e discutiram os resultados com o objetivo primordial de confronta-los com evidências experimentais que favorecessem a evolução das suas ideias acerca do tema de estudo. A concretização do quarto objetivo consistiu na realização de um questionário final (pós-teste) de maneira a detetar se existiu ou não evolução das ideias dos alunos sobre a “Digestão e transformação de alimentos”. A avaliação deste projeto de intervenção pedagógica foi positiva, podendo afirmar-se que os resultados obtidos nos questionários revelam, globalmente, uma clara evolução das ideias dos alunos sobre o conhecimento do tema de estudo.



## 9th-grade student's knowledge evolution on the digestion and food processing using practical laboratory activities

### ABSTRACT

The present study focuses on the idealization, implementation and evaluation of an educational intervention project, accomplished in the context of the Biology and Geology Teaching Master's degree in the 3rd Cycle of Basic School and Secondary School. This Educational Intervention was developed in a school of Vila Nova de Famalicão municipality, during the 2013/2014 school year, within a 9<sup>th</sup> grade class of 24 students, on the theme "Digestion and food processing". The teaching-learning methodology broadly followed a strategy of conceptual change using the practical laboratory activities and favored the students previous ideas about the digestion and food processing for the (re)construction of scientific knowledge.

Activities undertaken during the educational intervention aimed to achieve the goals outlined in educational intervention project: (1) detect the conceptions of students about curricular theme "Digestion and food processing"; (2) plan two laboratorial lessons based on the detected ideas; (3) promote students conceptions (re)construction about the selected theme; (4) evaluate the intervention impact over students previous ideas, in order to verify its proximity to scientific concepts.

To assess students previous ideas about "Digestion and food processing" a questionnaire based in some misconceptions identified by researchers in the literature, was applied, fulfilling the first goal proposed. In the order to achieve the second and third goals, two practical laboratory activities were planned. The first is related with enzymes and factors influencing its activity and the second with digestion and the role of enzymes in this process. Students gathered, analyzed and discussed the laboratory data in order to confront them with experimental evidences, promoting the evolution of students ideas about the "Digestion and food processing". The accomplishment of the fourth goal was the realization of a final questionnaire (post-test) in order to detect whether or not there were changes in students' ideas about "Digestion and food processing".

The evaluation of this educational intervention project was positive, it can be said that the results from the questionnaire show, overall, a clear evolution of the students' ideas about concerning knowledge of the topic of study.



## ÍNDICE GERAL

RESUMO .....	vii
ABSTRACT .....	ix
LISTA DE FIGURAS E QUADROS .....	xiii
LISTA DE TABELAS.....	xiii
LISTA DE GRÁFICOS.....	xiv
CAPÍTULO I – Introdução.....	1
1.1. Introdução.....	1
1.2. Âmbito e contexto do relatório de estágio.....	1
1.3. Relevância do estudo.....	2
1.4. Limitações do estudo .....	4
1.5. Estrutura geral do relatório de estágio.....	5
CAPÍTULO II – Contexto e Plano Geral de Intervenção .....	7
2.1. Introdução.....	7
2.2. Contexto geral da intervenção pedagógica.....	7
2.2.1. Caracterização da escola.....	7
2.2.2. Alunos intervenientes no estudo .....	8
2.3. Plano Geral de Intervenção.....	10
2.3.1. Objetivos da intervenção pedagógica .....	10
2.4. Enquadramento Teórico .....	11
2.4.1. O construtivismo no ensino das ciências.....	11
2.4.2. As concepções alternativas .....	14
2.4.2.1 – Como e porque se identificam.....	16
2.4.3. Atividades Práticas – Trabalho Laboratorial.....	17
CAPÍTULO III – Desenvolvimento e avaliação da intervenção pedagógica .....	21

3.1. Introdução.....	21
3.2. Tópico de Estudo – Digestão e a transformação de alimentos .....	21
3.2.1. Enquadramento do tópico de estudo no currículo .....	21
3.2.2. Considerações teóricas sobre o tópico de estudo .....	23
3.3. Concepções dos alunos sobre a digestão e a transformação de alimentos.....	30
3.4. Observação de aulas .....	31
3.5. Atividades realizadas durante a intervenção pedagógica .....	33
3.6. Recolha de dados.....	37
3.7. Tratamento de dados .....	41
3.8. Apresentação e análise de resultados .....	43
CAPÍTULO IV – Considerações finais.....	79
4.1. Introdução.....	79
4.2. Conclusões do Projeto de Intervenção Pedagógica .....	79
4.3. Recomendações didáticas e de intervenção .....	81
4.4. Importância do Projeto de Intervenção Pedagógica no desenvolvimento pessoal e profissional.....	82
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83
ANEXOS .....	87
Anexo I - Planificação das aulas pertencentes ao Plano de Intervenção Pedagógica.....	89
Anexo II - Questionário de deteção das concepções prévias dos alunos sobre a temática “Digestão e Transformação de Alimentos” .....	97
Anexo III –Atividades Laboratoriais.....	103
Anexo IV – Apresentação PowerPoint utilizada na discussão dos resultados da primeira atividade prática laboratorial .....	113
Anexo V – Apresentação PowerPoint utilizada na discussão dos resultados da segunda atividade prática laboratorial .....	119

## LISTA DE FIGURAS E QUADROS

Figura 1. Localização geográfica de Famalicão e distribuição geográfica das freguesias pelo concelho (adaptado de CMVNF, 2014).....	8
Figura 2. Atividade Laboratorial 1.....	34
Figura 3. Detecção de atividade da amilase salivar por observação direta.....	36
Figura 4. Utilização do soluto de lugol para detetar a presença de amido na placa.....	36
Figura 5. Resultados obtidos dois dos grupos de trabalho. Placas de Petri colocadas no gelo, a 37°C e à temperatura ambiente, respetivamente (A). Placas de Petri colocadas no gelo, à temperatura ambiente e e a 37°C (B) .....	47
Quadro 1. Funções do Sistema Digestivo (Guyton, 2006; Seeley, 1995; Smith, 2001) .....	25
Quadro 2. Resultados obtidos pela turma na primeira atividade laboratorial.....	43

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Órgãos desenhados e identificados pelos alunos como pertencentes ao sistema digestivo.....	52
Tabela 2. Órgãos de outros sistemas do corpo humano desenhados e identificados pelos alunos .....	55
Tabela 3. Órgãos do tubo digestivo indicados pelos alunos na alínea 1.1 dos questionários .....	56
Tabela 4. Órgãos do grupo das glândulas anexas indicados pelos alunos na alínea 1.2 dos questionários.....	57
Tabela 5. Respostas dos alunos à questão 1.3 dos questionários .....	59
Tabela 6. Escolha feita pelos alunos relativamente a uma figura que pretendia ilustrar o processo digestivo.....	62
Tabela 7. Justificação dos alunos à escolha realizada na questão 1 do questionário .....	63
Tabela 8. Classificações atribuídas pelos alunos a afirmações relativas a enzimas.....	65
Tabela 9. Respostas dos alunos à questão 3 dos questionários .....	68
Tabela 10. Escolha feita pelos alunos relativamente ao início da digestão do pão.....	70

Tabela 11. Justificação do(a) alunos à escolha realizada na questão 4 dos questionários .....	71
Tabela 12. Respostas dos alunos à primeira parte da questão 5 dos questionários .....	73
Tabela 13. Respostas dos alunos à segunda parte da questão 5 dos questionários.....	74
Tabela 14. Respostas dos alunos à questão 6 dos questionários .....	75
Tabela 15. Órgãos assinalados pelos alunos como partes do sistema digestivo onde atuam enzimas .....	75
Tabela 16. Respostas dos alunos à questão 8 dos questionários .....	76
Tabela 17. Respostas dos alunos à questão 8.1 dos questionários .....	77

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Distribuição de frequências da turma em termos de género .....	9
Gráfico 2 – Distribuição de frequências da turma em termos de idade.....	9
Gráfico 3. Respostas dos alunos relativamente às condições experimentais em que a enzima catalase foi capaz de acelerar a degradação do peróxido de hidrogénio (n=24) .....	44
Gráfico 4. Respostas dos alunos relativamente aos fatores experimentais em que afetam a atividade enzimática (n=24) .....	45
Gráfico 5. Categorização das respostas dos alunos relativamente às conclusões retiradas da primeira atividade laboratorial (n=24).....	46
Gráfico 6. Categorização das respostas dos alunos relativamente à questão 1 do questionário (n=24).....	48
Gráfico 7. Respostas dos alunos relativas às conclusões retiradas da observação das caixas de Petri (n=24).....	49
Gráfico 8. Respostas dos alunos relativamente ao órgão do sistema digestivo onde se inicia a digestão do pão (n=24).....	50
Gráfico 9. Respostas dos alunos relativas à temperatura ótima de atuação das enzimas (n=24)	51

# CAPÍTULO I – Introdução

## 1.1. Introdução

Neste capítulo pretende-se apresentar sumariamente o projeto de intervenção pedagógica, realizado e implementado durante o estágio profissional. Primeiramente, expõem-se o âmbito e contexto do relatório de estágio, em seguida, explica-se a relevância e as limitações do estudo. Por fim, apresenta-se a estrutura geral do relatório.

O projeto de intervenção pedagógica supervisionada desenvolveu-se numa escola do concelho de Vila Nova de Famalicão e foi implementado numa turma do 9º ano de escolaridade, na disciplina de Ciências Naturais. Centrou-se na temática “Digestão e Transformação de Alimentos” enquadrada no tema geral “Organismo humano em equilíbrio”. Regeu-se segundo uma perspetiva de ensino-aprendizagem construtivista com recurso a atividades práticas laboratoriais e privilegiando as ideias prévias dos alunos com vista à (re)construção do conhecimento científico.

## 1.2. Âmbito e contexto do relatório de estágio

O presente relatório de estágio visa descrever o projeto de intervenção pedagógica supervisionada, intitulado “Evolução das ideias dos alunos do 9º ano de escolaridade sobre a digestão e transformação de alimentos com recurso a atividades práticas laboratoriais”. Este surge no âmbito da unidade curricular “Estágio Profissional”, integrada no Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3º Ciclo de Ensino Básico e Ensino Secundário.

O estágio profissional iniciou-se com a observação de aulas ao qual se seguiu a prática profissional, com a implementação do projeto de intervenção pedagógica. Esta teve uma duração de 7 horas e 50 minutos, perfazendo um conjunto de 9 aulas. No total foram dedicadas 36 aulas à prática pedagógica

Pretendeu-se, com a realização desta componente de estágio profissional, levar a cabo uma investigação-ação que visava conhecer melhor a realidade educativa da escola bem como procurar evidências do impacto que a intervenção pedagógica teve na evolução das ideias dos alunos do 9º ano de escolaridade relativamente ao tópico programático “Digestão e transformação de alimentos”.

### 1.3. Relevância do estudo

Cada vez mais o ensino não consegue dar resposta às necessidades da sociedade atual e por conseguinte, torna-se pertinente uma mudança na Educação e no Ensino das Ciências. Hoje em dia, a ação educativa deve ser direccionada no contexto de uma realidade caracterizada pela mudança. A escola não pode ser encarada apenas como um local de fornecimento de conhecimentos fundamentais, ela é muito mais que isso pois permite e estimula o desenvolvimento da capacidade necessária ao processo construtivo da formação e autoformação dos cidadãos. (Santos, 2001).

Atualmente, o ensino das ciências desempenha uma especial importância a nível económico, utilitário, democrático, social e cultural (Millar, 1996, citado por Carvalho et al., 2012). Económico porque existe “uma correlação entre o nível de literacia científica e o desenvolvimento de nações” (Carvalho et al., 2012, p.35). Um programa de literacia científica envolve várias competências, atitudes, capacidades e valores acerca dos processos atuais da ciência e implicações na sociedade e na vida pessoal do indivíduo (Chagas, 2000). Utilitário porque o conhecimento científico é o ponto de partida para o desenvolvimento tecnológico e democrático para compreender a ciência por forma a participar na tomada de decisões de conteúdo científico. Social porque a educação científica pode atenuar as assimetrias sociais e culturais pois todos os cidadãos devem ter acesso à ciência.

Carvalho et al. (2012) salienta ainda que através da educação em Ciência “deveríamos ser capazes de facultar aos jovens experiências de aprendizagens que lhes permitissem apreciar as razões pelas quais é importante aprender Ciências” (p.2). Neste sentido preconiza-se uma Educação em Ciência, sobre Ciência e pela Ciência, ou seja, a ciência não é só um conjunto de leis, princípios e conceitos relacionáveis, é muito mais que isso. Esta é fundamental na formação científica dos cidadãos, como membros integrantes de uma sociedade de cariz científico e tecnológico. Só assim é possível concretizar uma educação dos jovens para o pleno exercício da cidadania democrática (Carvalho et al., 2012).

Contudo, certamente que, os alunos não podem ser cientificamente competentes se não dominarem os conceitos e conhecimentos científicos. As falhas de aprendizagem constituem as principais disputas a nível dos programas curriculares, da escolha de temas, da seleção de alvos adequados bem como na avaliação de instrumentos (DeBoer, 2000).

Muitos estudantes entram e saem da sala de aula com as suas concepções alternativas enraizadas. Desta forma, os investigadores têm desenvolvido estudos que englobam várias

metodologias, entre elas a estratégia de mudança conceitual. Nesta perspectiva de ensino, os alunos constroem e (re) constroem o seu conhecimento e privilegiam-se as concepções prévias visto que estas permitem filtrar e decodificar aquilo que o aluno recebe do exterior (Cachapuz et al., 2002).

O professor assume assim um novo papel, isto é, o papel de facilitador e mediador dos conhecimentos prévios dos alunos, mesmo adquiridos antes do ensino formal. É importante ajudar o aluno a ser cognitivamente persistente e a envolver-se na procura de interligações que promovam a mudança dos seus conhecimentos prévios (Cachapuz et al., 2002).

Em determinadas épocas, defendia-se que o professor devia transmitir o conhecimento enquanto que o aluno era um mero recetor que aprendia e memorizava tudo o quanto lhe era transmitido (Machado & Gonçalves, 1991). Atualmente, privilegia-se um ensino focado no aluno e no papel decisivo que este desempenha no processo de construção de aprendizagem.

A metodologia de ensino-aprendizagem da presente intervenção pedagógica seguiu nos seus traços gerais uma estratégia voltada para a mudança conceitual. Este projeto de investigação é de grande relevância pois abandona e contraria as metodologias de ensino tradicionais baseadas na transmissão de conhecimentos. Assim, pretendeu-se promover a evolução do conhecimento dos alunos relativamente à temática “Digestão e transformação de alimentos” com recurso a atividades práticas laboratoriais e tendo em conta as ideias prévias que os alunos possuíam.

Parece ser unânime que o ensino prático assume um papel fulcral na Educação em Ciências. Atualmente, nos programas em vigor, a prática laboratorial é consignada como obrigatória. Contudo, a realidade das escolas portuguesas mostra ainda que existe um longo caminho a percorrer uma vez que uma percentagem elevada de professores de ciências dedica muito pouco tempo à realização destas atividades. A extensão dos programas e o carácter eminentemente teórico dos exames são algumas das razões apontadas pelos professores para não realizarem estas atividades (Carvalho et al., 2012).

As atividades laboratoriais constituem um recurso didático fundamental na compreensão de certos fenómenos. Para além disso podem desenvolver no aluno um conjunto de competências que lhes permite continuar a aprender sobre eles ao longo da vida (Dourado & Leite, 2008).

Os fenómenos relacionados com o domínio da Biologia podem ser facilmente representados em laboratório (Dourado & Nunes, 2009). Porém, há que ter em conta o modo

como estas atividades são realizadas. Muitas vezes, o professor tem tendência a controlar a respectiva execução da atividade, a interpretar os resultados bem como as conclusões. Este comportamento não deixa o aluno raciocinar sobre os resultados e respectiva interpretação. Torna-se então essencial que o aluno perceba os objetivos e se envolva criticamente na situação problema. Caso isto não aconteça a tarefa laboratorial será inútil pois os alunos não conseguem estabelecer a ligação entre aquilo que estão a fazer e aquilo que estão a aprender (Carvalho et al., 2012)

Tendo em conta o referido no parágrafo anterior, o recurso a atividades práticas laboratoriais no decorrer da presente intervenção pedagógica pretendia confrontar os alunos com evidências experimentais que favorecessem a construção das suas ideias. Nesta linha de pensamento, a utilização deste instrumento pretendia ajudar os alunos a perceber melhor as suas ideias por forma a tornarem-se mais claras (se for esse o caso).

Cachapuz et al. (2002) refere que “muitos dos trabalhos experimentais podem ajudar a diminuir as dificuldades de aprendizagem existentes, não só pela natureza das interpretações que tais trabalhos exigem (...) mas sobretudo porque permitem a discussão e a controvérsia entre os próprios alunos” (p.161).

#### **1.4. Limitações do estudo**

Em primeiro lugar, importa salientar a dificuldade em gerir o desenvolvimento do projeto de intervenção pedagógica em simultâneo com as outras unidades curriculares inerentes ao Mestrado de Ensino de Biologia e Geologia no 3º Ciclo do Ensino Básico e Ensino Secundário. Este tempo poderia ser gasto, de forma mais útil, na preparação das aulas a leccionar no estágio.

Uma das principais limitações deste estudo relaciona-se com o período legalmente estipulado para o desenvolvimento do relatório de estágio, uma vez que o tempo de implementação do projeto é muito reduzido para que seja possível retirar conclusões seguras desta investigação, não sendo possível generalizar os dados obtidos. Por conseguinte, o tamanho da amostra (24 alunos) pode não ser suficiente para fazer extrapolações dos resultados.

Destaca-se ainda o facto de não existir desdobramento da turma em dois grupos durante as aulas previstas para a realização de atividades laboratoriais. Esta situação teve que ser muito bem gerida pois trabalhar com 24 alunos num laboratório não é uma tarefa nada fácil.

## 1.5. Estrutura geral do relatório de estágio

Este relatório encontra-se estruturado em quatro capítulos, sendo o primeiro dedicado à contextualização do estudo realizado, à sua relevância e pertinência no âmbito do ensino das ciências assim como as suas limitações.

O segundo capítulo – Contexto e Plano Geral de Intervenção – apresenta uma caracterização geral da intervenção pedagógica, contemplando a caracterização da escola, os alunos intervenientes neste estudo e os objetivos inerentes à mesma. Neste capítulo, através da revisão de literatura, é feito um enquadramento teórico da investigação desenvolvida, no contexto do construtivismo no ensino das ciências. É ainda abordado a importância das conceções alternativas bem como aos métodos que podem ser utilizados para as identificar. Este enquadramento teórico reflete ainda sobre as atividades práticas em ciências, nomeadamente o trabalho laboratorial.

O terceiro capítulo – Desenvolvimento e Avaliação da Intervenção – apresenta a temática de estudo e o seu enquadramento no contexto do currículo. São ainda referidas as percepções dos alunos, descritas na literatura, sobre a temática de estudo e também alguns aspetos identificados durante o período de observação de aulas. Apresenta-se ainda, uma descrição detalhada das atividades desenvolvidas, os instrumentos utilizados na recolha de dados e análise dos resultados obtidos, após o tratamento estatístico.

No quarto e último capítulo – Considerações Finais – são expostas as conclusões que procuram dar resposta aos objetivos que deram origem a este estudo. São ainda sugeridas algumas recomendações didáticas e de investigação assim como a importância da intervenção pedagógica no meu desenvolvimento pessoal e profissional.



## **CAPÍTULO II – Contexto e Plano Geral de Intervenção**

### **2.1. Introdução**

O presente capítulo fornece, em primeiro lugar, uma caracterização geral do contexto da intervenção pedagógica com uma breve caracterização da escola e dos alunos intervenientes. De seguida, apresenta uma visão geral do estudo desenvolvido e os objetivos previamente delineados. É feita ainda uma abordagem do quadro teórico de suporte à estruturação e implementação da estratégia de intervenção pedagógica compreendendo o construtivismo no ensino das ciências, a importância das conceções alternativas e do trabalho prático laboratorial.

### **2.2. Contexto geral da intervenção pedagógica**

#### **2.2.1. Caracterização da escola**

A escola básica e secundária onde foi desenvolvido e implementado o projeto de intervenção pedagógica no decorrer do ano letivo 2013/2014, situa-se no concelho de Vila Nova de Famalicão, distrito de Braga.

Vila Nova de Famalicão é hoje uma cidade frequentemente mencionada como um dos principais centros culturais, comerciais e industriais do país. Situada entre as cidades de Braga, Porto, Guimarães, Vila do Conde, Póvoa de Varzim e Barcelos, Famalicão é uma cidade de referência no baixo Minho e no Vale do Ave (Projeto Educativo da Escola, 2013; CMVNF, 2014). No mapa de Portugal da Figura 1 é possível observar a localização geográfica de Famalicão bem como a distribuição das freguesias pelo concelho.

O estabelecimento de ensino onde decorreu o estágio, encontra-se inserido numa freguesia periferia do concelho de Vila Nova de Famalicão. Inicialmente, quando fundada, a escola exerceu as suas funções numa instituição escolar pré-existente e situada na área envolvente onde mais tarde viria a ser construída. No entanto, atendendo às necessidades do concelho resolveram alargar a oferta educativa construindo uma segunda escola numa outra freguesia de Famalicão. A sua construção visava essencialmente superar as carências identificadas ao nível do Ensino Básico e Ensino Secundário da região.



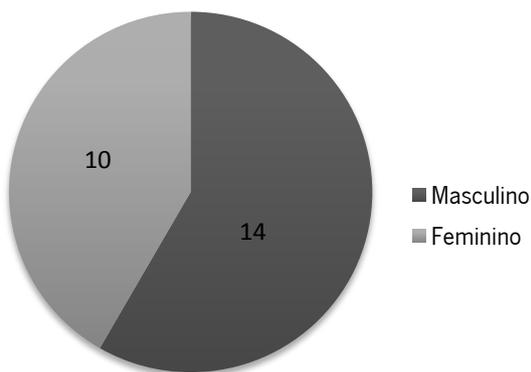
**Figura 1.** Localização geográfica de Famalicão e distribuição geográfica das freguesias pelo concelho (adaptado de CMVNF, 2014)

O projeto educativo da escola (2013) interveniente reitera que a missão desta “é dotar os seus alunos de um conjunto de competências e conhecimentos (...) que lhes permitam explorar e desenvolver as suas capacidades”. Esta instituição defende o direito à educação para todos, à igualdade de oportunidades, respeito pelas diferenças individuais e o direito de aprender ao longo da vida.

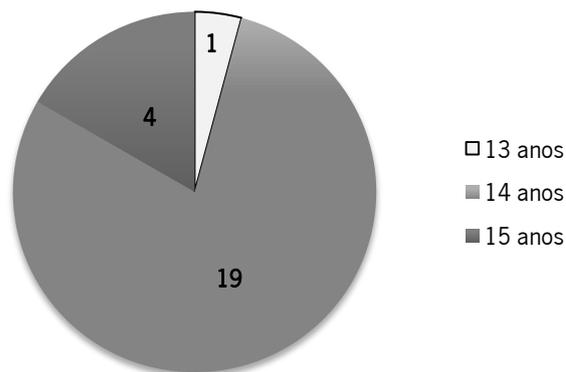
As condições oferecidas pela escola no desenvolvimento e implementação do projeto de intervenção pedagógica, foram as melhores. Os laboratórios estavam muito bem equipados e continham praticamente todo o material necessário para a realização das atividades. Para além disso, a Direção da escola assim como alguns membros do corpo docente mostraram-se muito disponíveis para qualquer eventualidade.

### **2.2.2. Alunos intervenientes no estudo**

No projeto de Intervenção Pedagógica implementado, participaram 24 alunos que constituíam uma turma do 9º ano de escolaridade. Os gráficos 1 e 2, apresentam a distribuição de frequências dos alunos em função das características *género e idade*, respetivamente.



**Gráfico 1** – Distribuição de frequências da turma em termos de género



**Gráfico 2** – Distribuição de frequências da turma em termos de idade

Pela observação do Gráfico 1, constata-se que, em termos de género, a distribuição dos alunos é relativamente homogénea apresentando apenas mais 4 elementos do sexo masculino. A faixa etária dos alunos situa-se entre os 13 e os 15 anos, apesar de a maioria da turma ser constituída por alunos com 14 anos de idade, tal como corrobora o Gráfico 2.

Importa ainda referir que, a grande maioria dos alunos da turma está integrada em ambientes familiares estruturados que se inserem na classe média. No que diz respeito às expectativas profissionais cerca de metade dos alunos pretende fazer carreira na área da Medicina.

Durante o desenvolvimento e implementação do projeto de intervenção pedagógica, em especial no período de observação do grupo turma, foi possível constatar que a este, globalmente, apresentava um rendimento escolar bastante satisfatório, revelava uma postura interessada, participativa e disponível para a aprendizagem de novos conceitos e conteúdos. Apresentava ainda, grande capacidade a nível da resolução de problemas das tarefas propostas. Destaca-se ainda a criatividade e a autonomia da turma. Porém, no que diz respeito ao comportamento, a turma era um pouco indisciplinada e não cumpria as regras básicas previstas no regulamento interno da escola, perturbando em algumas situações o bom funcionamento da aula.

Relativamente à disciplina leccionada (Ciências Naturais) a turma dispunha de três blocos de 50 minutos por semana sendo que, um deles decorria no laboratório e sem desdobramento da turma em grupos.

## **2.3. Plano Geral de Intervenção**

O presente estudo centrou-se no desenvolvimento, implementação e avaliação de um projeto de intervenção pedagógica na disciplina de Ciências Naturais do 9º ano de escolaridade. Assente numa perspetiva de ensino-aprendizagem, orientada segundo os pressupostos do construtivismo com recurso a atividades práticas laboratoriais, e privilegiando as ideias prévias dos alunos com vista à (re)construção do conhecimento científico.

A intervenção pedagógica incidiu na abordagem do tópico “Digestão e transformação de alimentos” e reuniu um conjunto de seis atividades: uma atividade com objetivo de detetar as conceções prévias dos alunos relativamente ao tópico descrito (pré-teste), duas atividades práticas laboratoriais, duas atividades de discussão de resultados e uma atividade que visava perceber o impacto que a intervenção pedagógica teve na evolução das ideias dos alunos (pós-teste).

A intervenção pedagógica aqui relatada foi desenvolvida numa Escola Básica e Secundária, situada no concelho de Vila Nova de Famalicão no decorrer do ano letivo 2013/2014. É de salientar que a escolha do ano a leccionar esteve condicionada pelo serviço docente outorgado à orientadora cooperante.

### **2.3.1. Objetivos da intervenção pedagógica**

O projeto de intervenção pedagógica com o tema “Evolução das ideias dos alunos do 9º ano de escolaridade sobre a digestão e transformação de alimentos com recurso a atividades práticas laboratoriais”, integrou-se na Unidade Curricular de Estágio Profissional do 2º ano do Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3º Ciclo do Ensino Básico e Secundário. Este projeto pretendeu levar a cabo uma investigação-ação que, por um lado, visava conhecer melhor a realidade educativa da escola e por outro lado, procurar evidências do impacto da intervenção pedagógica na evolução das ideias dos alunos sobre a temática de estudo.

A referida intervenção pedagógica assentou nos seguintes objetivos gerais:

- Detetar as conceções dos alunos relativamente à temática curricular do 9º ano de escolaridade, “Digestão e transformação de alimentos”;
- Planear duas aulas laboratoriais em função das conceções previamente detectadas e do tópico programático em estudo;

- Promover a (re)construção das ideias dos alunos relativamente ao tópico de estudo;
- Avaliar o impacto da referida intervenção pedagógica na evolução das ideias dos alunos com a finalidade de verificar a sua aproximação aos conceitos cientificamente aceites.

Para além dos objetivos expostos anteriormente, pretendia-se também que os alunos desenvolvessem uma série de competências tais como:

- Desenvolver capacidades de manipulação de equipamento laboratorial;
- Desenvolver capacidades de execução de técnicas laboratoriais;
- Desenvolver as competências de trabalho de grupo.

## 2.4. Enquadramento Teórico

A investigação em educação tem vindo a oferecer inúmeras contribuições aos sistemas educativos de diferentes países, criando oportunidades de crescimento em cada uma das áreas básicas do conhecimento, de aperfeiçoamento dos programas e dos conteúdos (Teixeira, 2011).

A intervenção pedagógica foi concebida e implementada segundo uma perspetiva de ensino-aprendizagem construtivista com recurso a atividades práticas laboratoriais e privilegiando as conceções prévias dos alunos.

### 2.4.1. O construtivismo no ensino das ciências

Antes de tudo, o construtivismo é uma nova visão do mundo e da natureza humana. Define-se como uma teoria do conhecimento que engloba numa só estrutura dois pólos, em interação recíproca, ultrapassando dialecticamente e sem cessar as construções já acabadas para satisfazer as lacunas ou necessidades (Matui, 1998). O psicólogo Battro, referido por Matui (1998), define construtivismo como uma “tendência genética de ultrapassar sem cessar as construções já acabadas para satisfazer as lacunas” (p.32). Neste contexto, entende-se por *tendência genética* a origem e o desenvolvimento da estrutura mental e do conhecimento, por *construções já acabadas*, as estruturas anteriores, sejam elas mentais ou de conhecimento e por *satisfazer lacunas* como aquilo que falta, isto é, as necessidades que denunciam essas lacunas.

Um dos primeiros e mais importantes contributos para a visão epistemologicamente construtivista da ciência foi a substituição da ideia de conhecimento-facto pela de conhecimento-processo, em que a concepção de um conhecimento científico imóvel foi substituído em deterioramento da concepção de um conhecimento científico dinâmico, sempre em construção e reconstrução (Valadares, 2001). As filosofias construtivistas, partindo do conhecimento como um processo dinâmico, e não como um facto consumado, reforçaram ainda mais o papel do sujeito como individuo capaz de construir o conhecimento (Valadares, 1995).

O ser humano não nasce com os conhecimentos uma vez que são estes que nascem no ser humano por internalização e reconstrução. Um saber construído previamente não se petrifica, mas transforma-se continuamente. No entanto, para assimilar novos conhecimentos é necessário que esse saber construído anteriormente seja reconstruído. Caso a reconstrução de velhos conhecimentos não ocorra não é possível a construção de novos conhecimentos (Ferreiro et al., 1985 citado por Matui, 1998).

A aprendizagem é um processo ativo que envolve uma competição entre o que o aluno já sabe e o novo conhecimento. Esta competição é regulada pelos ambientes didáticos que se estabelecem. Segundo Cachapuz et al. (2002) “a aprendizagem pressupõem uma alteração global da estrutura conceptual do aluno que se reorganiza de uma outra forma modificando o seu quadro de problematização, a sua forma de raciocinar e as suas referências iniciais” (p.167).

Os modelos de ensino voltados para a promoção de mudanças são relativamente recentes no ensino das ciências. Este quadro pode ser explicado pela forte influência positivista no domínio de organização e gestão do ensino. Porém, só a partir do final da década de 70, passou a considerar-se seriamente as concepções prévias dos alunos (Aguiar, 2001). Na realidade, o ensino assente no construtivismo está ainda a constituir-se nas escolas e é o facto mais auspicioso para a educação na presente época. Desta forma, a educação pode também ser entendida como uma ação capaz de desencadear mudanças nos sujeitos educandos inculcando nas novas gerações um conjunto de valores, competências e conhecimentos que lhes permitam tornar-se sujeitos criativos na sociedade e cultura onde estão inseridos (Aguiar, 2001).

De acordo com Valadares (1995) no construtivismo que este defende:

“o sujeito cognoscente vai construindo e reestruturando progressivamente, num processo dialéctico, os seus esquemas ou representações mentais acerca do mundo que o rodeia. Esta construção ocorre através de uma actividade permanente de relação-

confrontação de toda a informação recolhida da sua experiência e da linguagem com as ideias que a mente já possui, com fluxos de informação que envolvem a memória” (p.162).

No construtivismo, não há separação entre sujeito e objeto do conhecimento, ou seja, o construtivismo promove a interação aluno – matéria de aprendizagem, num ambiente de autonomia e dialogicidade (Matui, 1998). A aprendizagem escolar é vista pela didática das ciências como um processo ativo de construção de significados. Neste contexto, o aluno não deve olhar para a ciência apenas como um conjunto de factos, observações e fórmulas mas como um modo de pensar sobre a sua atividade no mundo natural. Em alguns casos as ideias dos alunos necessitam de uma reformulação substancial dos conhecimentos prévios, noutras as novas ideias entrem em conflito com as pré-existentes, sendo muitas vezes retidas e usadas pelo aluno. Não menos importante, são as interações que os alunos estabelecem com os seus pares, trazendo benefícios quer a nível individual quer a nível do grupo (Carvalho e al., 2012)

Segundo Aguiar (2001), no ensino das ciências a pesquisa inspirada:

“por estudos construtivistas no campo da filosofia das ciências e da psicologia do desenvolvimento cognitivo, obteve um amplo reportório de conhecimentos sobre as concepções dos estudantes, o que levou a conceber os processos de aprendizagem em ciências como resultado de “mudanças concetuais” (p.67).

O ensino para a mudança concetual apoia-se numa perspetiva construtivista da aprendizagem, em que a atividade do sujeito consiste essencialmente em organizar a informação com vista a uma reorganização do conhecimento (Cachapuz et al., 2002).

A perspetiva construtivista, mais do que um recetor ou processador passivo de informação, vê o aluno como um sujeito ativamente envolvido na construção de significados, confrontando assim o conhecimento anterior com novas situações (caso seja o caso), por forma a (re)construir as suas estruturas de conhecimento (Almeida et al., 2001). Desta forma, pode reconhecer-se o construtivismo como uma teoria pedagogicamente estimulante (Cabanas, 2002).

Atualmente, privilegia-se um ensino focado no aluno e no papel decisivo que este desempenha no processo de construção da aprendizagem. Esta perspetiva exige que o professor adquira uma série de competências científicas, pedagógicas e metodológicas. Ao defender que o aluno é construtor do seu próprio conhecimento, o professor é responsável, em parte, por essa construção pois é visto como um mediador (Dantas, 2006). De facto, é essencial que o aluno se

sinta parte integrante no processo de ensino aprendizagem logo que sejam valorizadas as suas capacidades e ideias prévias.

O aluno passa assim a ser o principal responsável pelo seu percurso, cabendo ao professor o papel de facilitador e de mediador dos conhecimentos pré-existentes dos alunos. O professor deve também ajudar o aluno a esforçar-se, a tornar-se mais persistente e a procurar interligações que lhe permitam promover a mudança das suas concepções prévias para conhecimentos científicos aceites (Cachapuz et al., 2002). Porém, destaca-se o papel do erro da própria situação didática. Por vezes, há que reconhecer a necessidade de errar para conseguir ultrapassar determinadas situações bem como perceber o porquê do erro, o seu significado e eventuais articulações com os saberes expressos numa dada situação (Cachapuz et al., 2002).

Cabe então ao professor utilizar estratégias de ensino adequadas que ajudem os alunos a reconhecer conflitos e fragilidades no seu pensamento, com vista à reconstrução de conhecimentos mais coerentes. Carvalho et al. (2012) apresenta uma síntese de sugestões para as práticas letivas decorrentes dos resultados da investigação em didática das ciências.

Destacam-se as seguintes:

- Dedicar algum tempo ao diagnóstico das ideias prévias dos alunos;
- Adequar as estratégias e a avaliação aos objetivos de aprendizagem;
- Utilizar estratégias que conduzam os alunos a reflectir sobre as suas ideias, confrontando-as com as ideias dos outros e com os resultados da observação e da experimentação;
- Procurar ir ao encontro das experiências pessoais e das características motivacionais dos alunos.

Tal como é mencionado em Valadares (1995), “o conhecimento científico não se descobre, mas se constrói. Esta é a frase lapidar do construtivismo” (p.157).

#### **2.4.2. As concepções alternativas**

A década dos anos 70 é considerada a época das concepções alternativas com investigadores educacionais como Clement, Nussbaum e Novak, Leboutet-Barrel, Waem e Driver a postularem que os estudantes desenvolvem concepções acerca do mundo físico que interferem fortemente com a sua aprendizagem. Desde essa altura, surgiu então o movimento das concepções alternativas (Valadares, 1995).

É cada vez mais consensual que as crianças chegam à escola carregadas de conceitos, explicações e ideias sobre tudo o que as rodeia. Estas concepções baseadas essencialmente na vida quotidiana são verdadeiras construções mentais acerca do mundo (Menino & Correia, 2001). Numa perspetiva construtivista da aprendizagem, segundo Pereira (1992, citado por Menino & Correia, 2001), a primeira preocupação é saber e valorizar essas concepções alternativas que os alunos trazem para a sala de aula, constituindo assim o ponto de partida para todas as aprendizagens escolares.

De acordo com Driver (1988), as ideias prévias estão patentes em todas as situações de aprendizagem influenciando as ilações que os alunos constroem bem como as suas observações. As concepções alternativas têm a sua génese num conjunto variado de experiências pessoais incluindo a percepção, a observação direta, a cultura e a língua. Estes resultam, em alguns casos, da interpretação de novas experiências com base em experiências anteriores. Os conhecimentos estudados formalmente na escola interagem ativamente com os saberes anteriores despoletando um leque de resultados de aprendizagem não intencionais. Aliás, muitas vezes, as ideias trazidas para a sala de aula estão enraizadas e oferecem resistência ao tradicional método de ensino (Teixeira, 2011).

As concepções alternativas têm um carácter pessoal, são uma explicação para os fenómenos de carácter subjetivo. São também erros constitutivos do saber e uma consequência inevitável de um limite humano. Por conseguinte, definem-se como ideias opostas às concepções científicas (Cachapuz et al., 2002).

A palavra concepção diz respeito a representações pessoais e espontâneas de uma estrutura e que podem ser ou não partilhadas por um conjunto de alunos. Por sua vez, alternativa destaca a ideia que tais concepções não têm o estatuto de conceitos científicos e que sendo essenciais à aprendizagem decorrem essencialmente da experiência pessoal do aluno, da cultura e da linguagem (Cachapuz et al., 2002).

Neste sentido, as concepções alternativas assumem um papel central, uma vez que ao serem detectadas previamente podem facilitar o processo de ensino-aprendizagem. Porém, caso sejam ignoradas, estas podem constituir obstáculos didáticos e fatores de não aprendizagem para a mudança (Menino & Correia, 2001).

É necessário ter em conta possíveis dificuldades de aprendizagem dos alunos originadas pelas tais concepções alternativas. A necessidade de adequar as estratégias de ensino às ideias prévias dos alunos implica uma necessidade de detetar previamente as concepções alternativas

dos alunos como ponto de partida para a aprendizagem (Menino & Correia, 2001). O professor assume a tarefa de desenvolver estratégias próprias do ensino por mudança conceitual ajudando os alunos a modificarem as suas concepções (Cachapuz et al., 2002). O professor deve assim abandonar uma postura rígida e empenhar-se em atividades cognitivamente mais estimulantes, contribuindo para o exercício do pensar (Cachapuz et al., 2002).

Desta forma, são os alunos que (re)construem os seus próprios conhecimentos e que transformam a informação em conhecimento. Privilegiam-se as concepções prévias visto que estas permitem filtrar e descodificar as informações que o sujeito recebe do exterior. Porém, estes processos são mais ou menos lentos até ao momento em que se dá a mudança conceitual.

Duit e Treagust (1995, citados por Teixeira, 2011) referem ainda o facto de os alunos, por vezes, se encontrarem satisfeitos com as suas próprias concepções dando pouca ou nenhuma importância às novas formas de pensamento desenvolvidas em contexto de aprendizagem. Assim sendo, persistem em interpretar os fenómenos baseando-se na maneira como pensam que as coisas acontecem realmente, independentemente de todos os estudos científicos.

Relativamente professor exige-se um papel de organizador de estratégias intencionais provocadoras muitas vezes de conflito cognitivo e que, em simultâneo estimulem a problematização e a interrogação acerca dos significados atribuídos pelos alunos aos seus saberes. O professor propõe alternativas aos saberes dos alunos, despoletando dúvidas, incentivando a interação e a cooperação entre eles. Ajuda ainda os alunos a construir representações mais ajustadas à forma como os alunos deverão pensar. Por conseguinte, o professor possui um novo papel que implica um conhecimento aprofundado dos conteúdos bem como da história do pensamento científico (Cachapuz et al., 2002).

#### **2.4.2.1 – Como e porque se identificam**

A identificação de concepções alternativas acarreta o desenvolvimento de estratégias específicas e adequadas. As informações sobre o conhecimento prévio dos alunos podem obter-se de diversas formas e têm sido desenvolvidas por muitos investigadores de educação em ciência (Teixeira, 2011).

As metodologias utilizadas podem ser entrevistas individuais, perguntas abertas ou de ensaio, elaboração de mapas de conceitos e diagramas em V, associação de termos, previsão de efeitos dadas as causas, questionários de escolha múltipla sobre temas específicos, ou

elaboração de esquemas e desenhos representativos. No entanto, pode-se afirmar que não existe um procedimento rígido na deteção dessas concepções visto que cada método utilizado adapta-se ao público-alvo da investigação a realizar (Teixeira, 2011).

Buckley, Boulter e Gilbert (1997, citados por Teixeira, 2011) defendem que, muitas vezes a elaboração de esquemas, desenhos e imagens assumem-se como instrumentos de pesquisa e investigação que permitem comparações a nível internacional pois refletem os sentimentos e pensamentos e referem-se aos modelos e representações cognitivas dos alunos.

Variadas concepções alternativas foram encontradas através do método por desenho, em simultâneo com as entrevistas e questionários, tendo sido um sucesso no diagnóstico e percepções alternativas dos alunos sobre conceitos abstratos.

O desenvolvimento e aplicação de testes de deteção de concepções alternativas são assim, uma grande ajuda para professores permitindo a estes aplicar descobertas (de alguns investigadores) com vista à melhoria do ensino. Sendo estes de fácil realização e tratamento, podem constituir uma ferramenta fundamental para o professor avaliar o impacto da evolução das ideias dos alunos antes e depois de leccionar o conteúdo.

Alguns autores “defendem que as orientações curriculares deveriam prever procedimentos de avaliação formal e informal que fornecessem *feedback* sobre a aprendizagem dos alunos ao professor” (Treagust, 1988; Wiggins e McTigue, 1998 citados por Teixeira, 2011, p.13).

#### **2.4.3. Atividades Práticas – Trabalho Laboratorial**

A aprendizagem formal das ciências necessita de contextos de aprendizagem seleccionados e controlados que promovam o desenvolvimento das ideias prévias dos alunos e, ao mesmo tempo, aperfeiçoe as metodologias de construção de conhecimentos. Desta forma, nas aulas de ciências não se deve ensinar só conceitos, princípios e leis aos alunos pois, deve também ensinar-se a fazer ciência, ou seja, os processos, os métodos e as atitudes adotadas pelos cientistas (Leite, 2002).

Em Portugal, o ensino das ciências tem sido muito pouco equilibrado no tocante à relação que deve existir entre a teoria e a prática. Aliás, o ensino tem sido fundamentalmente teórico e a componente prática cada vez mais desprezada (Valadares, 2001).

O trabalho prático assume-se como essencial para o ensino das ciências, devido ao próprio carácter dos conteúdos envolvidos. Uma compreensão acerca do mundo material só é

possível observando, experimentando e refletindo criticamente acerca dos resultados. No entanto, este deve ser usado de forma eficaz, o professor ao implementar uma atividade prática deve definir claramente os objetivos de aprendizagem dos alunos e avaliar se ela é eficaz para os atingir (Carvalho et al., 2012).

Embora pareçam corresponder à mesma realidade, o entendimento que existe sobre os conceitos de Trabalho Prático, Trabalho Laboratorial, Trabalho de Campo e Trabalho Experimental não é consensual. Segundo Hodson (1988, citado por Leite, 2001), trabalho prático, enquanto recurso didático à disposição do professor, inclui todas as atividades em que o aluno esteja ativamente envolvido. Desta forma, o trabalho prático pode incluir, entre outros, o trabalho laboratorial, trabalho de campo. Relativamente às atividades laboratoriais, estas identificam-se como atividades que implicam o uso de material de laboratório para reproduzir um fenómeno ou para analisar uma parte do mundo a estudar, cuja execução pode ser feita no laboratório ou em qualquer sala de aula (com condições de laboratório) (Leite, 2001).

As actividades laboratoriais são, talvez, “o recurso didáctico que mais tem concentrado a atenção de educadores e investigadores da área da Educação em Ciências” (Dourado & Leite, 2008, p.2). O ensino da ciência deve envolver uma série de metodologias próprias de construção do conhecimento científico, conduzindo o aluno a um envolvimento ativo na construção do seu próprio conhecimento, com recurso aos próprios processos de trabalho científico (Almeida, 2001). O desenvolvimento concetual dos alunos, em particular nos casos em que existem ideias que não são cientificamente aceites exige a consciencialização dos alunos acerca dessas ideias e reconstrução das mesmas. Determinadas actividades laboratoriais são reconhecidamente um recurso pedagógico eficaz na (re)construção do conhecimento científico dos alunos (Leite, 2002).

As actividades laboratoriais são também reconhecidas por todos os atores envolvidos na concetualização e operacionalização da educação em ciências pelo seu grande valor educacional (Silva, 2009). Estas actividades são ainda reconhecidas como instrumentos importantes que visam a promoção da motivação e aprendizagem dos alunos mas que não têm vindo a ser implementadas com frequência no contexto sala de aula nem da forma mais apropriada (Dourado & Nunes, 2009).

Os especialistas em educação em ciência parecem ser da opinião que as actividades laboratoriais deveriam fazer parte integrante do currículo das ciências. Embora considerem que a sua realização não seja suficiente para a construção de explicações cientificamente aceites,

estas constituem-se como um recurso didático fundamental na facilitação da compreensão de fenómenos e no desenvolvimento de competências que lhes serão úteis ao longo da vida (Dourado & Leite, 2008).

Em suma, foi através destes pressupostos que se planeou esta investigação. Privilegiando as atividades práticas laboratoriais foi possível proporcionar aos alunos um contacto com evidências cognitivas, atitudinais e procedimentais, com intuito de favorecer a evolução das suas ideias.



## **CAPÍTULO III – Desenvolvimento e avaliação da intervenção pedagógica**

### **3.1. Introdução**

O presente capítulo fornece, em primeiro lugar, o tema de estudo, “Digestão e transformação de alimentos”, explorado durante a intervenção pedagógica, assim como o seu enquadramento no currículo. Apresenta ainda as conceções dos alunos sobre a temática e uma descrição detalhada das atividades desenvolvidas no âmbito do projeto. Estas atividades foram concebidas e implementadas segundo uma perspetiva de ensino-aprendizagem construtivista com recurso ao trabalho prático laboratorial e privilegiando as ideias prévias dos alunos. Os resultados obtidos na intervenção pedagógica realizada serão igualmente expostos e analisados neste capítulo.

### **3.2. Tópico de Estudo – Digestão e a transformação de alimentos**

#### **3.2.1. Enquadramento do tópico de estudo no currículo**

Os Programas definem, de forma detalhada, as finalidades de cada disciplina, os objetivos a atingir, os conteúdos a adquirir e as capacidades gerais a desenvolver constituindo-se como documentos curriculares de referência para o desenvolvimento do ensino. Os programas, concomitantemente, com as metas curriculares visam promover o sucesso educativo dos alunos e a sua aplicação deve respeitar e valorizar a autonomia pedagógica dos professores assim como a sua experiência profissional e o seu conhecimento sólido (DGE, n.d.).

As metas curriculares enunciam, de forma sequencial, os objetivos de desempenho essenciais de cada disciplina e traduzem as aprendizagens a alcançar pelos alunos no final de cada ciclo de ensino. Estas inserem-se na estratégia global de desenvolvimento do currículo nacional visando a melhoria dos resultados escolares nos diferentes níveis educativos e uma educação de qualidade. Em termos curriculares, no terceiro ciclo do ensino básico existe um reforço relativo à abordagem disciplinar especializada com intuito de assegurar o aprofundamento e o rigor das diversas aquisições do conhecimento científico (DGE, 2012).

A temática de estudo, digestão transformação de alimentos, enquadra-se nos conteúdos programáticos do 9º ano de escolaridade fazendo parte do programa deste nível de ensino. Este

tema insere-se no tema geral “Viver melhor na Terra” e subtema “Organismo humano em equilíbrio”.

De acordo com as Orientações Curriculares do 3º Ciclo do Ensino Básico para as Ciências Físicas e Naturais a abordagem aos sistemas que constituem o corpo humano deve ser feita de maneira a que os alunos compreendam as interações que se estabelecem entre os mesmos e que estes não funcionam isoladamente mas como um todo, tal como corroborado pelo seguinte excerto: “Mais do que conhecer os diferentes sistemas isoladamente, os alunos devem compreender as suas interações, complementando conhecimentos adquiridos no 2º ciclo” (DEB, 2001, p.34-35).

No que se refere à temática de estudo da intervenção pedagógica, digestão e a transformação de alimentos, os alunos do 3º Ciclo do ensino básico deviam “ficar a conhecer os aspectos morfológicos e fisiológicos básicos do sistema (...) de modo a compreenderem a importância da circulação sanguínea, digestão, absorção e eliminação de substâncias produzidas no organismo” (DEB, 2001, p.35). Note-se ainda que neste documento é referido o recurso a atividade práticas laboratoriais como forma dos alunos adquirirem um conhecimento mais aprofundado das características morfológicas e fisiológicas de alguns órgãos mas também o manuseamento de material de laboratório (DEB, 2001).

No que concerne às metas curriculares do ensino básico para a disciplina de Ciências Naturais verifica-se que o tema de estudo insere-se no domínio “Viver melhor na Terra” e subdomínio “Organismo humano em equilíbrio”. Analisando o referido documento pode constatar-se que o objetivo geral (Ponto 5), ou seja, aquilo que se refere à aprendizagem pretendida centra-se em “Compreender a importância do sistema digestivo para o equilíbrio do organismo humano”. Este objetivo é acompanhado por um conjunto de descritores que se enquadram no tópico em estudo neste projeto:

- 5.1. Identificar as etapas da nutrição;*
- 5.2. Relacionar a função do sistema digestivo com o metabolismo celular;*
- 5.3. Estabelecer a correspondência entre os órgãos do sistema digestivo e as glândulas anexas e as funções por eles desempenhadas;*
- 5.4. Resumir as transformações físicas e químicas que ocorrem durante a digestão;*
- 5.5. Justificar o papel das válvulas coniventes na eficiência do processo de absorção dos nutrientes;*
- 5.6. Referir o destino das substâncias não absorvidas.*

Importa ainda referir que as metas curriculares constituem documentos de apoio à gestão do currículo podendo ser utilizadas pelos professores de forma livre e voluntária (DGE, 2012).

### **3.2.2. Considerações teóricas sobre o tópico de estudo**

O estudo da anatomia e fisiologia humana constitui um enorme desafio para estudantes e professores. Para o seu estudo, é essencial a aquisição de conhecimentos básicos, sendo também de igual importância para o estudante o desenvolvimento da capacidade de resolver situações práticas do quotidiano relacionadas com os conhecimentos adquiridos (Seeley, 1995). O tema de estudo da intervenção pedagógica centrou-se num dos sistemas do corpo humano: o sistema digestivo.

#### **Perspetiva Geral – Sistema Digestivo**

As células do corpo humano necessitam de nutrientes que são obtidos do ambiente externo através da ingestão de alimentos. Os nutrientes são substâncias químicas que, após entrarem no organismo, são utilizados para produzir energia ou para desempenhar funções noutras reacções químicas. A nutrição é o processo através do qual alguns componentes dos alimentos são captados e utilizados pelo organismo. Este processo consiste na digestão, absorção, no transporte e no metabolismo celular (Seeley, 1995).

Os alimentos são quebrados durante o processo digestivo para poderem ser absorvidos e posteriormente distribuídos por todas as células do corpo via corrente sanguínea. As substâncias não digeridas são conduzidas através do tubo digestivo e eliminadas através do ânus (Seeley, 1995).

#### **Perspetiva Anatómica – Sistema Digestivo**

Antes de avançar convém salientar que para definir os órgãos que integram o sistema digestivo humano foram consultados alguns livros de biologia e de anatomia e fisiologia humana.

O sistema digestivo é constituído por sete órgãos interligados entre si constituindo o tubo digestivo (boca, faringe, esófago, estômago, intestino delgado, intestino grosso, e ânus) (Solomon, 1993; Cheers, 2006) e por outro lado, um conjunto de órgãos denominados de glândulas anexas (glândulas salivares, fígado e pâncreas (Davies et al., 2001; Smith, 2001). O

reto é apenas considerado como uma parte do intestino grosso desta forma, não é classificado como um órgão do sistema digestivo (Seeley, 1995).

O tubo digestivo é um conjunto de órgãos onde se dá a passagem dos alimentos e onde ocorrem transformações mecânicas e químicas dos mesmos. A primeira porção do tubo digestivo é a boca ou cavidade oral que se abre, posteriormente, na faringe que, por sua vez, continua no esôfago. Este último, abre-se no estômago cujas paredes possuem muitas glândulas libertadoras de ácidos e enzimas que se misturam com os alimentos ingeridos. Seguidamente, o estômago abre-se no intestino delgado mais precisamente na sua primeira porção: o duodeno. O segundo segmento do intestino delgado é o jejuno que possui glândulas ao longo da sua extensão e onde se dá a maior parte da absorção dos nutrientes. O último segmento do intestino delgado é o íleo, aqui existe menor absorção e secreção de enzimas digestivas e maior secreção de muco. O intestino grosso concentra os alimentos não digeridos em fezes para além de absorver água e sais. O seu primeiro segmento é o cego, segue-se o cólon ascendente, transverso, descendente e o sigmoideu, ao qual se segue o reto. A terminação inferior do tubo digestivo é o ânus (Seeley, 1995).

Relativamente aos órgãos que integram o grupo das glândulas anexas, estes produzem e segregam fluidos para o tubo digestivo alterando quimicamente os alimentos (Seeley, 1995).

### **Perspetiva Fisiológica – Sistema Digestivo**

O sistema digestivo assume um conjunto de funções essenciais para o organismo humano (ingestão, mastigação, propulsão, mistura, secreção, digestão, absorção, eliminação e regulação). Para que os alimentos sejam processados adequadamente ao longo do tubo digestivo, o tempo de permanência em cada parte do tubo é importante. Além disso, é preciso haver mistura apropriada na medida em que as exigências de mistura e propulsão são bastante diferentes em cada etapa do processamento, ou seja, o tempo de processamento não pode ser nem rápido nem lento de mais. Tudo isto é regulado por mecanismos nervosos e hormonais que controlam a duração em cada um deles. O quadro seguinte faz referência às funções do sistema digestivo:

**Quadro 1.** Funções do Sistema Digestivo (Guyton, 2006; Seeley, 1995; Smith, 2001)

<b>Ingestão</b>	Introdução de alimentos líquidos ou sólidos através da boca.
<b>Mastigação</b>	Processo que consiste na trituração dos alimentos com auxílio dos dentes e da língua. A mastigação é importante para a digestão de todos os alimentos por uma razão muito simples: as enzimas digestivas só agem nas superfícies das partículas dos alimentos. Desta forma, a taxa de digestão depende da área da superfície total exposta às secreções digestivas. A trituração do alimento facilita ainda o transporte do alimento do estômago para o intestino delgado e respetivos segmentos.
<b>Propulsão</b>	Movimento do alimento de um extremo ao outro do tubo digestivo. A deglutição movimenta os alimentos e líquidos da cavidade oral para o esófago. Os movimentos peristálticos são fundamentais na progressão do conteúdo ao longo da maior parte do tubo digestivo.
<b>Mistura</b>	Algumas das contracções peristálticas fraccionam os alimentos e misturam-nos com as secreções digestivas.
<b>Secreção</b>	À medida que os alimentos progridem no tubo digestivo, vão-lhes sendo adicionado secreções para lubrificar, liquefazer e digerir. As secreções são importantes para a própria digestão da comida e para a proteção do tubo digestivo. Os ácidos e as enzimas podem ser muito prejudiciais para os órgãos que a produzem/secretam e por isso o sistema digestivo tem vários mecanismos protectores.
<b>Digestão</b>	Consiste no desdobramento de moléculas complexas em moléculas mais simples. Envolve dois grandes processos: a digestão mecânica e digestão química.
<b>Absorção</b>	Processo através do qual as moléculas saem do tubo digestivo para a circulação ou para o espaço extracelular.
<b>Eliminação</b>	Processo através do qual os resíduos da digestão são retirados do organismo, através da defecação.
<b>Regulação</b>	A propulsão, a secreção, a absorção e a eliminação são regulados por mecanismos nervosos e hormonais.

### **Enzimas e Cinética Enzimática**

As enzimas são proteínas com funções catalíticas, isto é, aumentam a velocidade das reacções químicas que ocorrem nas células e organismos sem se alterar. A sua estrutura tridimensional resulta do enrolamento espontâneo de uma ou mais cadeias polipeptídicas, permitindo uma elevada especificidade (Cabral, 2003; Quintas, 2008).

As enzimas são fundamentais para qualquer processo bioquímico. Agindo em sequências organizadas, estas catalisam as centenas de reacções sucessivas onde moléculas, nutrientes são degradados, a energia química é conservada e transformada e as macromoléculas biológicas são sintetizadas a partir de moléculas precursoras simples. Devido à

ação das enzimas reguladoras, as vias metabólicas são altamente coordenadas de forma a produzir uma atuação harmoniosa das muitas diferentes atividades necessárias para a manutenção da vida (Nelson, 2004).

Os reagentes que intervêm nas reações catalisadas por enzimas denominam-se substratos e cada enzima atua sobre um determinado substrato convertendo-o num determinado produto (especificidade) (Cabral, 2003). Desta forma, a ligação do substrato ao centro ativo da enzima permite a formação de complexos intermediários que originam os produtos. A atividade enzimática depende de fatores como a natureza do substrato, a presença de certos co-fatores, a natureza do solvente, pH do meio e temperatura (Quintas, 2008). Valores extremos de pH e temperatura induzem modificações na configuração da proteína (desnaturação) que, conseqüentemente, perde a atividade catalisadora. Essa desnaturação pode ser, em alguns casos, irreversível, mesmo que se restabeleçam as condições ambientais apropriadas, outras vezes a configuração pode ser reposta espontaneamente e reiniciar-se a atividade (Ferreira, 1998).

Relativamente ao efeito do pH, este pode afetar o comportamento das enzimas de forma reversível ou irreversível. As enzimas, à exceção de algumas que atuam em condições extremas, sofrem perda de atividade caso o pH do meio seja demasiado ácido ou básico, podendo não recuperar mesmo que os valores do pH sejam normalizados. O pH do meio determina as cargas dos aminoácidos constituintes do meio. Quando o substrato apresenta cargas elétricas, a aproximação deste ao centro ativo depende da carga dos resíduos envolvidos na ligação. Para a maioria das enzimas existe um valor de pH para o qual a formação do complexo enzima-substrato é favorecida (Cabral, 2003). Desta forma, cada enzima tem um pH ótimo (ou intervalo de pH) no qual a sua atividade é máxima, caso os valores de pH estejam abaixo ou acima do pH ótimo, a atividade diminui (Nelson, 2004; Guyton, 2006).

No que concerne à temperatura, esta influencia a velocidade de uma reação enzimática, como acontece com qualquer reação. No entanto, devido à natureza proteica das enzimas, o efeito produzido é mais complexo. O aumento da temperatura pode levar à desnaturação das enzimas. A desactivação térmica pode ser reversível ou irreversível, o primeiro caso acontece uma desnaturação conformacional que retrocede quando a temperatura volta ao valor inicial. Se a desnaturação for irreversível pode ocorrer uma alteração conformacional ou alteração da composição química da proteína (Cabral, 2003). A velocidade das reações diminui com a queda

da temperatura, podendo mesmo cessar. Porém, a atividade catalítica reaparece, quando a temperatura se eleva a valores normais (Portal Educação, 2012).

### **Princípios Gerais da Secreção**

Vários tipos de glândulas produzem diferentes tipos de secreções para o tubo digestivo. Em primeiro lugar, no epitélio de grande parte do tubo digestivo encontram-se glândulas mucosas que libertam muco para lubrificar e proteger essas partes do sistema digestivo. Em segundo lugar, as enzimas digestivas são secretadas na maioria das áreas do tubo digestivo, desde a boca até ao intestino delgado (extremidade do íleo). A maioria destas secreções digestivas forma-se em resposta à presença de alimento no tubo digestivo. Por último, existem glândulas complexas associadas ao tubo digestivo, as glândulas salivares, o fígado e o pâncreas (Guyton, 2006).

### **Boca e Glândulas Salivares**

As funções da boca são inúmeras desde a mastigação, lubrificação, digestão, até à proteção do corpo de substâncias prejudiciais. O desempenho e cumprimento destas funções depende da presença de saliva (Smith, 2001). A saliva protege a boca e facilita a deglutição do alimento (Davies et al., 2001).

A digestão do amido inicia-se na boca apesar de ser uma digestão parcial pois o alimento permanece pouco tempo neste órgão. A saliva contém amilase salivar ou ptialina, que é a enzima responsável pela digestão do amido. Para além disso, contém mucina para lubrificar e proteger as superfícies. A saliva apresenta um pH neutro e favorável à ação da amilase salivar. Quando ocorre a mastigação do alimento, este mistura-se com a saliva, que possui amilase salivar convertendo o amido no dissacarídeo maltose (e em outros polímeros de glicose) (Guyton, 2006). A atividade da amilase salivar é bloqueada pelo ácido das secreções gástricas uma vez que o pH do meio estabelece um valor abaixo dos 4.0, ou seja, bastante ácido e abaixo do pH ótimo de atuação da enzima (Rhoades, 2003).

### **Esófago**

As secreções esofágicas são totalmente mucosas e assumem um papel de lubrificação para a facilitar a deglutição (Guyton, 2006).

## **Estômago**

O estômago é responsável pelo armazenamento de grandes quantidades de alimento até que este seja processado no estômago, no duodeno, e restantes porções do intestino delgado. Para além disso, mistura esses alimentos com as secreções gástricas até formar uma mistura semilíquida denominada de quimo e esvazia lentamente o quimo, de acordo com a digestão e a absorção adequadas ao intestino delgado. Este esvaziamento é promovido por contracções peristálticas (Guyton, 2006).

As glândulas gástricas secretam muco para proteger a mucosa do ácido estomacal e outras secretam ácido e pepsigénio. Quando secretado, o pepsigénio não possui atividade digestiva. Porém, o contacto com o ácido clorídrico leva à formação da pepsina (Rhoades, 2003). Esta enzima apresenta um pH de atuação ótimo na ordem dos 1,8 - 3,5. Desta forma, o ácido clorídrico torna-se extremamente necessário tal como a pepsina na digestão das proteínas no estômago. Um pH superior a 5 leva à inativação da enzima. A pepsina apenas inicia o processo de digestão das proteínas uma vez que grande parte da digestão destas ocorre no intestino delgado.

## **Pâncreas**

O pâncreas é um órgão localizado sob o estômago. O suco pancreático é libertado mais abundantemente em resposta à presença do quimo. Este órgão produz e secreta várias enzimas responsáveis pela digestão de três grupos principais de alimentos: proteínas, glícidos e lípidos. Ademais, secreta iões que neutralizam a acidez do quimo. As enzimas pancreáticas mais importantes para a digestão das proteínas (entre outras) são a tripsina e quimiotripsina, sendo a primeira a mais abundante. Relativamente à digestão dos glícidos tem-se a amílase pancreática. As principais enzimas para a digestão dos lípidos são a lípase pancreática. Em termos gerais, os glícidos são quase totalmente convertidos em maltose ou outros polímeros de glicose pequenos antes de entrarem no intestino delgado. A maior parte da digestão das proteínas ocorre no intestino delgado, sob a influência das enzimas secretadas pelo pâncreas (Guyton, 2006).

A secreção de iões pelo pâncreas determina um pH adequado para a ação das enzimas digestivas pancreáticas, na ordem do 8,0, ou seja, ligeiramente alcalino (Mader, 2006).

## **Fígado**

Uma das funções do fígado é secretar a bÍlis que é muito importante na digestão e absorção de gorduras devido à ação dos sais biliares e não porque contenha qualquer tipo de enzima. Estes sais assumem duas funções:

- (1) Emulsionam as partículas de gordura em partículas de menores dimensões, o chamado efeito detergente.
- (2) Ajuda na absorção dos produtos finais da digestão das gorduras.

Sem a presença de sais biliares, cerca de 40% das gorduras ingeridas seriam perdidas nas fezes e a pessoa desenvolveria um deficit metabólico. A bÍlis é secretada continuamente pelo fígado sendo a maior parte armazenada na vesícula biliar até ser secretada para o intestino delgado, mais precisamente a primeira porção, o duodeno (Guyton, 2006).

O fígado desempenha ainda outras funções no organismo como por exemplo a filtração e armazenamento de sangue, armazenamento de vitaminas e ferro, metabolismo de produtos químicos, entre outras (Guyton, 2006).

## **Intestino Delgado**

As glândulas localizadas na parede do duodeno secretam quantidades de muco alcalino em resposta a estÍmulos irritativos na mucosa duodenal, estimulação vagal e hormonas gastrointestinais. Este muco tem como função proteger a parede duodenal da digestão pelo suco gástrico.

Na superfície do intestino delgado existem depressões que situam-se entre as vilosidades intestinais. A superfície das depressões e das vilosidades são cobertas por um epitélio com dois tipos de células, as células caliciformes que secretam muco que lubrifica e protege as superfícies intestinais e as enterócitos que secretam grandes quantidades de água e electrólitos nas depressões e absorvem água, electrólitos e produtos finais da digestão. As secreções intestinais são rapidamente absorvidas pelas vilosidades. Este fluxo das depressões para as vilosidades proporciona um veículo para a absorção de substâncias em contato com as vilosidades. Desta forma, a função principal do intestino delgado é absorver os nutrientes e seus produtos digestivos para o sangue (Guyton, 2006).

## **Intestino Grosso**

A mucosa do intestino grosso também possui muitas depressões tal como o intestino delgado porém, não existem vilosidades. As células epiteliais consistem basicamente em células mucosas que secretam apenas muco. Este protege a parede intestinal contra as escoriações e proporciona um meio adesivo para o material fecal. Para além disso, tem a capacidade de proteger a parede intestinal da intensa atividade bacteriana proveniente das fezes e o muco, com pH alcalino, forma uma barreira para impedir que os ácidos derivados das fezes ataquem a parede intestinal (Guyton, 2006).

### **3.3. Concepções dos alunos sobre a digestão e a transformação de alimentos**

As ideias prévias estão patentes em todas as situações de aprendizagem influenciando as ilações que os alunos constroem bem como as suas observações (Driver, 1988). Existem já alguns estudos que demonstram as percepções que determinados grupos de alunos possuem sobre o sistema digestivo bem como da “Digestão e a transformação de alimentos”. Analisando alguns destes constata-se que os alunos possuem concepções prévias sobre a alimentação e a digestão, independentemente do nível de ensino em que se encontram (Rigui, 2012). Geralmente, alunos de anos superiores apresentam uma concepção mais elaborada provavelmente por já terem tido uma abordagem acerca deste tema. No entanto, uma pesquisa feita por (Cakici, 2005) revela que, mesmo depois do processo ensino e aprendizagem, os alunos apresentam explicações não científicas relativamente ao conceito de digestão.

Por outro lado, de acordo com outros estudos, os alunos detêm duas concepções cientificamente aceites sobre o processo de digestão. A primeira é que “a digestão é a quebra dos alimentos” e a segunda é que “a energia é obtida através do alimento” (Driver et al., 2001, p.26). É importante tê-las em conta no processo ensino-aprendizagem, uma vez que estas auxiliam na aprendizagem dos alunos (Rigui, 2012). Desta forma, cabe ao professor planear atividades práticas de acordo com os conhecimentos pré existentes dos alunos uma vez que, em alguns casos podem não corroborar com o conceito científico de digestão (Bastos, 1991).

Outros estudos mostram ainda que a maioria dos alunos com 11 anos de idade tem uma visão razoavelmente correta sobre a anatomia e funções globais dos sistemas do corpo

humano. Em contrapartida alguns alunos demonstram alguma confusão relativamente ao trajeto anatómico da digestão dos alimentos (Driver et al., 2001).

Segundo Banet e Núñez (1988), antes do processo de ensino, os alunos entendem o estômago como o órgão sede da digestão.

Importa referir outras investigações apontam ainda que os conceitos de célula e molécula são confundidos pelos alunos com 14 e 15 anos de idade, ou seja, para estes o que é estudado em física e química é formado por moléculas, inclusive a energia e o calor, e o que é estudado em biologia é formado por células, incluindo as enzimas, as proteínas e os glícidos (Driver et al., 2001). Outro estudo veio corroborar as percepções referidas anteriormente, uma vez os alunos com 13 anos de idade detêm a conceção de que as enzimas são feitas de células (Driver et al., 2001).

Alunos com esta mesma idade possuem ainda uma conceção cientificamente aceite defendendo que parte dos alimentos é inútil e por isso tem que ser eliminada (Driver et al., 2001).

O questionário de deteção de conceções alternativas foi construído com base em algumas das ideias identificadas na literatura por forma a verificar se algumas destas eram perfilhadas pelo grupo de alunos interveniente neste estudo. De facto, tal como iremos ver mais adiante, uma parte dos alunos apresentou explicações não científicas para o conceito de digestão, mesmo depois de ser abordado no 6º ano de escolaridade. Parte da amostra indicou ainda que a digestão se inicia no estômago e que as enzimas são feitas de células.

Neste questionário foram ainda identificadas outras conceções alternativas como por exemplo: as enzimas não são proteínas e não são produzidas ao longo do sistema digestivo. De facto, no pré-teste os alunos demonstraram muitas dificuldades na percepção do conceito de enzima bem como a sua importância na digestão dos alimentos.

### **3.4. Observação de aulas**

A observação das aulas leccionadas pela orientadora cooperante decorreu no primeiro e segundo período escolar. Estas observações permitiram-me perceber a dinâmica das turmas, conhecer os alunos e compreender a relação que a orientadora cooperante estabelecia com os mesmos.

Numa primeira fase, essas observações realizaram-se nas várias turmas leccionadas pela orientadora cooperante, e todas elas tinham características bem distintas a nível do comportamento, participação, conhecimento e rigor científico, entre outros.

Um dos aspetos que considero pertinente destacar relaciona-se com o facto de a orientadora cooperante utilizar situações do quotidiano para explicar determinados conteúdos programáticos uma vez que os alunos estão mais familiarizados e a assimilação do conhecimento pode ser potenciada positivamente. Este tipo de situações facilita a construção do conhecimento científico dos alunos desenvolvendo o interesse e a vontade de aprender por se tratar de algo a que estão familiarizados. De facto, tratava-se de uma turma que, no contexto sala de aula revelava uma postura interessada, participativa e disponível para a aprendizagem. Não obstante, salienta-se que a turma tinha um rendimento académico bastante satisfatório mas com uma tendência para a distração e era um pouco barulhenta na sala de aula. Desta forma, a partir das observações feitas foi possível planear o projeto de intervenção pedagógica apresentado no presente relatório.

Neste contexto, como parte da turma demonstrava indisciplina no contexto sala de aula, a intervenção pedagógica delineada visou promover uma maior integração dos alunos com vista ao bom funcionamento da aula.

O programa nacional de Ciências Naturais do 9º ano, relativamente à temática leccionada no estágio “Digestão e transformação de alimentos” insere-se na unidade “Organismo Humano em Equilíbrio” e subunidade “Sistema Digestivo” este sugere a realização de atividades laboratoriais. Esta estratégia, depois de observada a turma durante algum tempo, pareceu-me a mais adequada para a leccionação visto que poderia captar a atenção dos alunos precisamente por ser algo a que não estavam familiarizados. Por outro lado, estas atividades serviram para mostrar aos alunos um pouco daquilo que um cientista trabalha num laboratório.

Ainda na fase de observação de aulas foi possível tirar conclusões sobre a dinâmica da turma o que permitiu organizá-la em grupos de trabalho, em função dos comportamentos e atitudes evidenciadas ao longo das aulas. O objetivo era conseguir retirar maiores benefícios e rentabilidade das atividades laboratoriais.

### 3.5. Atividades realizadas durante a intervenção pedagógica

A presente intervenção pedagógica foi implementada na disciplina de Ciências Naturais numa turma do 9º ano de escolaridade de uma escola do concelho de Vila Nova de Famalicão. Foi desenvolvida no âmbito da temática “Digestão e transformação de alimentos” e regeu-se de acordo com uma perspectiva de ensino construtivista. Recorreu ainda a atividades práticas laboratoriais para promover a evolução das ideias dos alunos permitindo a (re)construção das mesmas.

O desenvolvimento do projeto de intervenção pedagógica, propriamente dito, consistiu na planificação (Anexo I) de várias atividades que se implementaram em 6 momentos sequenciais:

1. Aplicação de um questionário inicial, pré-teste (Anexo II);
2. Realização de uma atividade prática laboratorial intitulada “Fatores que afetam a atividade enzimática” (Anexo III);
3. Discussão dos resultados obtidos na primeira atividade laboratorial utilizando recursos multimédia (Anexo IV);
4. Realização de uma atividade laboratorial intitulada “Qual a ação da saliva sobre o amido?” (Anexo III);
5. Discussão dos resultados obtidos na segunda atividade laboratorial utilizando recursos multimédia (Anexo V);
6. Aplicação de um questionário final, pós-teste (Anexo II).

A primeira atividade (Anexo II) pretendia fazer um levantamento e identificação das conceções prévias dos alunos relativamente à temática “Digestão e transformação de alimentos”. Desta forma, foi feita uma pesquisa na literatura com intuito de perceber que conceções alunos de diversas idades possuem relativamente a este tema com vista à formulação de alguns dos itens do questionário. Esta atividade teve a duração de um bloco de 50 minutos.

A segunda atividade consistiu na realização de uma aula laboratorial (Anexo III) e teve a duração de um bloco de 50 minutos. Foi denominada “Fatores que afetam a atividade enzimática” e centrava-se no estudo da ação da enzima catalase existente no fígado e simultaneamente uma das enzimas com maior capacidade de transformação do respetivo substrato. A sua concretização visava confrontar os alunos com evidências experimentais que

favorecessem a evolução das suas ideias com visa à (re)construção do conhecimento científico.

Pretendia-se com esta atividade desenvolver os seguintes objetivos de aprendizagem:

- Compreender o conceito de enzima;
- Perceber a existência de fatores que afetam a atividade enzimática;

Para a realização desta atividade, algum do material necessário à mesma foi previamente preparado e colocado na sala onde iria decorrer a aula. O restante material estava no laboratório e cada grupo tinha a responsabilidade de o trazer para a sua bancada.

Quanto à disposição dos alunos em grupos, esta foi previamente delineada de maneira a garantir um melhor funcionamento no processo de aprendizagem e evitar a confusão da escolha logo no início da atividade prática.

No início da aula os alunos foram ainda elucidados das precauções a terem com alguns materiais como por exemplo o bisturi e o ácido clorídrico. Estes mostraram-se entusiasmados mesmo antes de se iniciar a atividade. De seguida, distribuiu-se pelos alunos o protocolo laboratorial. Depois de cumprido o procedimento experimental (ver figura 1) foi proposto aos alunos que respondessem a um conjunto de questões formuladas com o objetivo de os ajudar a interpretar os resultados experimentais. Após o preenchimento, os questionários foram recolhidos para posterior análise.



**Figura 2.** Atividade Laboratorial 1

A terceira atividade (Anexo IV) consistiu na discussão dos resultados obtidos na primeira atividade prática laboratorial. Esta teve uma duração de dois blocos de 50 minutos. Estas aulas foram desenvolvidas com o objetivo de pôr em comum as interpretações que cada um do grupo obteve na atividade, ou seja, das respostas que deram às questões do questionário formativo.

Desta forma, foi possível esbater possíveis dúvidas que tinham ficado no decorrer da

atividade laboratorial e de certo modo promover a (re)construção do conhecimento científico dos alunos.

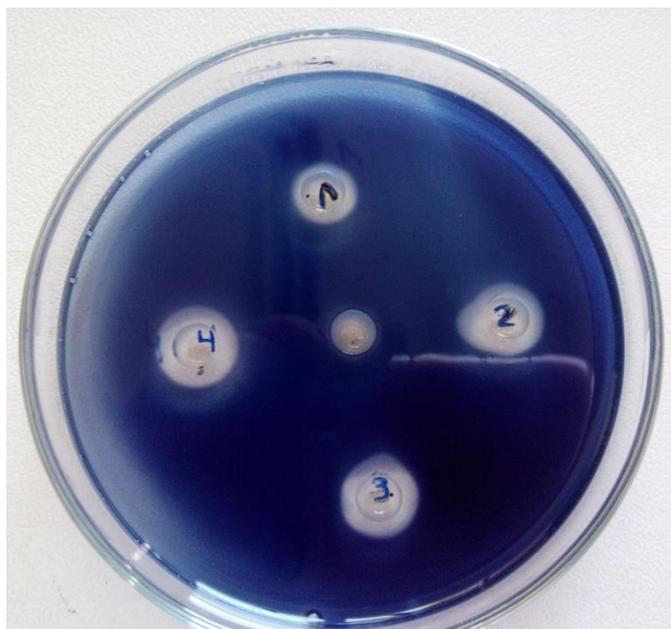
Salienta-se ainda que a discussão no pequeno grupo durante a realização das atividades laboratoriais teve uma grande relevância pois permitiu uma troca de ideias e opiniões que possam ter existido entre os elementos do grupo mas, a discussão no grupo de turma acaba por ser um amplificador do número de opiniões que podem surgir, permitindo aos alunos um leque maior de situações diferentes. O debate gerado entre alunos e professor foi fundamental para potenciar a (re)construção dos conhecimentos. Os alunos estavam extremamente motivados e participativos talvez, pelo facto, de as atividades laboratoriais serem algo com o qual não estavam familiarizados despertando um interesse e uma curiosidade maior.

No que diz respeito ao comportamento dos alunos no laboratório foi surpreendentemente positivo pois, tal como referido aquando da observação das aulas, esta era uma turma algo barulhenta e com acentuada tendência para a distração. Para as duas aulas de discussão de resultados relativos à primeira atividade recorreu-se a uma apresentação em formato PowerPoint e a um pequeno cartaz alusivo à atividade.

A quarta atividade (Anexo III) consistiu na realização de uma aula prática laboratorial denominada “Qual a ação da saliva sobre o amido?”. Tal como a primeira atividade laboratorial, esta visava confrontar os alunos com evidências experimentais que permitissem a evolução das suas ideias. Esta atividade tinha como principal objetivo perceber que a digestão do amido se inicia na boca. Através da sua realização pretendia-se também desenvolver os seguintes objetivos de aprendizagem:

- Compreender o papel da amilase salivar no processo de digestão;
- Perceber qual o efeito da temperatura na ação de enzimas digestivas.

No início da aula foi explicado aos alunos o princípio do método utilizado para a deteção da atividade enzimática por forma, a que estes compreendessem os resultados que iriam observar (ver figura 3 e 4). O meio em questão continha agar e apresentava uma tonalidade incolor e transparente depois de preparado. Quando se adicionava o amido, esse meio perdia transparência, ficando branco e opaco.



**Figura 3.** Detecção de atividade da amilase salivar por observação direta



**Figura 4.** Utilização do soluto de lugol para detetar a presença de amido na placa

Para auxiliar na interpretação dos resultados experimentais foram colocadas algumas questões aos alunos sob a forma de um questionário incluído no protocolo. No final, estes foram recolhidos para posterior análise.

A quinta atividade, relativa à discussão dos resultados obtidos na segunda atividade laboratorial, foi desenvolvida com o intuito de pôr em comum as interpretações que os vários grupos da turma obtiveram.

Se a primeira atividade tinha como enfoque a percepção do conceito de enzima assim como os fatores que condicionam a sua ação, a segunda atividade, na sua essência, introduziu o conceito de digestão química realizada pelas enzimas (neste caso pela amilase salivar). Esta atividade teve a duração de três blocos de 50 minutos. Recorreu-se ainda à ferramenta

PowerPoint (ver anexo VI) para projecção dos resultados para posterior discussão no grupo-turma. Foi ainda mostrado um pequeno vídeo relativo à digestão e transformação de alimentos.

Por fim, a sexta e última atividade consistiu na aplicação de um questionário final (igual ao realizado no início da intervenção pedagógica) que permitiu perceber o impacto da intervenção pedagógica na evolução das ideias dos alunos relativamente à temática “Digestão e transformação de alimentos”, cumprindo-se assim um dos objetivos deste estudo.

### **3.6. Recolha de dados**

Os dados obtidos no decorrer da intervenção pedagógica foram recolhidos através de quatro questionários. Importa referir que estes foram apresentados aos alunos em diferentes etapas da investigação pedagógica.

O primeiro questionário (Anexo II), tal como já foi referido anteriormente, foi aplicado no início da intervenção pedagógica. O segundo e terceiro questionário (Anexo III) foram realizados após as atividades laboratoriais e estavam com elas relacionados. O último questionário, igual ao primeiro, foi aplicado no final da intervenção pedagógica. Segundo certos autores o pós-teste deve incluir as mesmas questões que o pré-teste ou questões com nível de dificuldade semelhante. Desta forma, optou-se por realizar apenas um questionário (I-Tech, 2008).

No que concerne ao primeiro questionário (pré-teste), este tinha como objetivo primordial detetar as concepções dos alunos relativamente à temática de estudo “Digestão e transformação de alimentos”. O segundo e terceiro questionários pretendiam ajudar os alunos a interpretar os resultados obtidos nas respetivas atividades laboratoriais. O pós-teste constituiu uma ferramenta indispensável para avaliar o impacto da intervenção pedagógica na evolução das ideias dos alunos inicialmente identificadas relativamente à temática.

#### **Questionário 1 e 4 – Pré-teste e Pós-teste**

O primeiro e quarto questionário foram aplicados no início e no final da intervenção pedagógica, respetivamente e como já foi referido eram iguais.

O referido questionário consta de 9 questões onde se incluíam questões de: resposta aberta, onde os alunos podiam expressar livremente as suas ideias, resposta em que era solicitado a classificação “Verdadeiro” ou “Falso”, resposta que recorre à expressão por

desenho, resposta curta, resposta de múltipla escolha e resposta de associação. Este questionário englobava algumas questões com o objetivo de identificar neste grupo de alunos algumas das concepções prévias descritas na literatura (Anexo II). As questões que visavam esta identificação eram as seguintes: questão 1 do grupo I, questão 1, 2 e 4 do grupo II.

O questionário em questão estava dividido em duas partes: a primeira tinha como objetivo fazer um levantamento das concepções prévias dos alunos relativamente a uma perspetiva anatómica do sistema digestivo e a segunda detetar concepções relacionadas com uma perspetiva fisiológica.

### **Parte A**

Na primeira questão, foi pedido aos alunos que desenhassem na silhueta humana o conjunto de órgãos que integram o sistema digestivo humano. Este tipo de questão permitiu aos alunos expressarem-se livremente e de forma completa as suas ideias sobre a temática proposta. Para tornar o desenho ainda mais enriquecedor e revelador foram solicitadas legendas pois, muitas vezes, são pequenas notas escritas (a acompanhar o desenho) que fazem emergir os verdadeiros problemas. A questão foi complementada ainda com a inclusão de 3 alíneas de forma a ajudar os alunos a compreender o desenho efetuado.

Para a questão 1 deste questionário definiram-se os seguintes objetivos específicos:

- Analisar as possíveis representações do tubo digestivo, desde a boca até ao ânus e das glândulas anexas.
- Analisar a legendagem de órgãos constituintes do tubo digestivo e glândulas anexas;
- Analisar a legendagem de órgãos que não integram o sistema digestivo.

Na primeira e segunda alínea, foi solicitado aos alunos que indicassem, de entre os órgãos que desenharam, aqueles que pertencem aos órgãos do tubo digestivo e aqueles que integram o grupo das glândulas anexas, respetivamente. Com a sua realização pretendia-se analisar uma eventual distinção entre os órgãos que pertencem ao tubo digestivo e os que se inserem no grupo das glândulas anexas.

A terceira alínea pedia para os alunos explicarem os critérios que lhes permitiram distinguir os constituintes. Desta forma, foi possível inferir se estes tinham a concepção de que a passagem dos alimentos acontece ao longo dos órgãos do tubo digestivo onde ocorrem

transformações físicas e químicas e que a função dos órgãos anexos cingia-se à produção de substâncias libertadas para o tubo digestivo e que alteram quimicamente os alimentos.

## **Parte B**

Na primeira questão, os alunos teriam de ligar o conceito de digestão a uma de duas figuras representadas. Ainda no seguimento desta questão, pedia-se numa alínea subsequente que os alunos justificassem as escolhas feitas na resposta anterior. Para tal, era-lhes dada plena liberdade para responderem e interpretarem a imagem da forma que acharem mais correta. Pretendia-se por um lado, recolher dados sobre as ideias dos alunos sobre o conceito de digestão e verificar se estas ideias iam de encontro ao descrito na literatura por alguns investigadores.

A segunda questão, é uma questão de classificação de afirmações sobre enzimas como “Verdadeiras” ou “Falsas” e pretendia-se com a sua realização detetar quais as conceções dos alunos sobre algumas das características das enzimas. Certas afirmações contidas nesta questão correspondem a conceções alternativas identificadas na literatura.

Relativamente à terceira questão, uma questão aberta, o objetivo era saber se os alunos conheciam a importância de mastigação dos alimentos. Para tal, era-lhes dada plena liberdade de resposta para argumentarem a sua opinião. Com a terceira questão pretendia-se verificar se os alunos eram capazes de, por um lado, relacionar o termo “mastigar” ao fenómeno de “digestão mecânica local” e, por outro lado, identificar a importância desta no contexto do processo digestivo. Esta questão é muito pertinente pois, atualmente, há uma certa banalidade do termo “mastigar” na linguagem quotidiana essencialmente no que diz respeito a expressões como “mastiga bem antes de engolires”, “vê se comes devagar”. De certo modo, estas questões permitem compreender o significado científico destas expressões.

A quarta questão, é uma questão de múltipla escolha e visava compreender se os alunos sabiam onde se iniciava a digestão do pão. Assim era requerida a justificação em relação a essa escolha. Importante ainda referir que relativamente à questão 4, pretendia-se também perceber se os alunos conseguiam associar a existência de uma digestão química realizada pelas enzimas, para além da uma digestão mecânica.

A quinta questão tinha como objetivo saber qual a opinião dos alunos no que diz respeito ao pH de certas substâncias. De uma forma geral, esta questão serviu para garantir que os

alunos eram capazes de compreender as atividades laboratoriais uma vez que o pH influencia a atividade enzimática.

A sexta questão visava perceber se os alunos conheciam o pH característico em alguns órgãos do tubo digestivo.

Na sétima questão o objetivo era perceber se os alunos conseguiam associar os diferentes órgãos do sistema digestivo à presença de enzimas.

A oitava e última questão tinha como objetivo principal detetar os conhecimentos dos alunos relativamente ao local onde ocorre a passagem dos produtos de digestão para o sangue, pedindo de seguida que justificassem a sua escolha.

### Questionário 2 – Atividade Laboratorial 1

Relativamente ao segundo questionário (Anexo III), este foi aplicado no seguimento da primeira atividade prática laboratorial e continha três questões, todas elas do tipo *resposta aberta* de forma a os alunos expressarem livremente as suas ideias. Este instrumento foi distribuído individualmente a cada aluno da turma. Porém, como a turma durante o trabalho laboratorial estava dividida em grupos foi sugerido que discutissem as questões dentro de cada grupo de trabalho. As três questões incluídas no questionário relacionavam-se com enzimas e atividade enzimática.

A primeira e a segunda questão pretendiam averiguar se os alunos tinham conseguido cumprir um dos objetivos da aula laboratorial, isto é, inferir a partir dos dados obtidos as conclusões sobre os fatores que afetam a atividade enzimática. Desta forma, foi solicitado aos alunos que evidenciassem a sua opinião sobre os fatores que aceleraram a degradação do peróxido de hidrogénio e aqueles que inibiram esta reação.

Na terceira questão, tal como as outras duas, tencionava-se saber se os alunos tinham percebido o conceito de enzima e desta forma verificar se este objetivo foi atingido.

### Questionário 3 – Atividade laboratorial 2 – Protocolo

O terceiro questionário (Anexo III) foi aplicado no final da segunda atividade laboratorial e continha um conjunto de 4 questões. Este foi distribuído individualmente por cada aluno da turma apesar de a turma ter sido dividida em grupos de trabalho laboratorial.

Na primeira questão, o objetivo era saber se os alunos tinham percebido qual o motivo de se terem colocado as caixas de Petri e condições experimentais diferentes e desta forma averiguarem a influência da temperatura na atividade da enzima.

A segunda questão tinha como objetivo averiguar se os alunos compreenderam alguns dos propósitos da atividade laboratorial, ou seja, inferir as conclusões relativas ao facto de a temperatura interferir na ação de enzimas digestivas (neste caso da amilase salivar) assim como verificar se perceberam o papel das mesmas no processo de digestão.

A terceira questão tencionava perceber se os alunos consideravam a boca como órgão onde se inicia a digestão do pão.

Por último, a quarta questão tinha como objetivo perceber se os alunos tinham compreendido a influência da temperatura bem como qual seria a temperatura ótima para a atuação da amilase salivar.

### **3.7. Tratamento de dados**

#### **Questionários 1 e 4 – Pré-teste e Pós-teste**

Tal como já foi mencionado anteriormente, o questionário estava dividido em duas partes. A primeira continha uma questão de cariz anatómico e a segunda consistia num conjunto de 8 questões relacionadas com uma perspetiva fisiológica do sistema digestivo. Todas as questões do pré-teste foram sujeitas ao mesmo tipo de tratamento de resultados utilizado no pós-teste.

#### **Parte A**

Relativamente à primeira parte do questionário, recorre-se à técnica de expressão por desenho o que implicou uma prévia análise do conteúdo das repostas para posteriormente ser realizada uma distribuição de frequências, organizada sob a forma de tabela. A análise dos desenhos foi feita segundo a identificação dos órgãos que pertenciam ao sistema em estudo assim como na indicação de órgãos não pertencentes por parte dos alunos. A questão 1 é acompanhada por três alíneas cuja análise foi feita após a recolha dos dados do desenho. As duas primeiras alíneas implicaram a realização de uma distribuição de frequências sob a forma de tabela. A terceira alínea foi alvo de uma análise de conteúdo por forma a agrupar em respostas dos alunos em categorias. Posteriormente, procedeu-se à execução da distribuição de frequências, organizada sob a forma de tabela.

## **Parte B**

No que concerne à segunda parte do questionário, a primeira, quarta e oitava questões foram sujeitas a uma análise de distribuição de frequências, organizada sob a forma de tabela. Ainda no seguimento destas questões, pedia-se numa alínea subsequente que os alunos justificassem as escolhas feitas na questão anterior. Para tal, estas foram alvo de uma análise de conteúdo agrupando as respostas dos alunos em categorias. De seguida, foi feita a distribuição dos respetivos grupos de resposta dos alunos, organizada sob a forma de tabela.

Na segunda questão, os alunos tinham que classificar como “Verdadeiro” ou “Falso” um conjunto de afirmações. Desta forma, foi realizada a distribuição de frequências sob a forma de tabela, dessas mesmas classificações.

Na terceira questão procedeu-se a uma análise prévia de conteúdos e posterior, categorização das respostas dos alunos. Em seguida, foi realizada a distribuição de frequências dos grupos de resposta, mais uma vez sob a forma de organização em tabela.

A quinta, sexta e sétima questão questões implicaram em termos de análise, uma distribuição de frequências, organizada sob a forma de tabela.

### **Questionário 2** – Atividade laboratorial 1

A primeira e a segunda questão do segundo questionário foram sujeitas a uma análise prévia de conteúdo e posterior distribuição de frequências sob a forma de gráfico.

Na terceira questão procedeu-se a uma análise de conteúdo agrupando as respostas dadas pelos alunos em categorias. De seguida, foi realizada uma distribuição de frequências sob a forma de gráfico.

### **Questionário 3** – Atividade laboratorial 2

A primeira e segunda questão deste questionário implicaram uma análise prévia de conteúdo agrupando segundo categorias as respostas dadas pelos alunos. Posteriormente foi feita uma distribuição de frequências das categorias de resposta sob a forma de gráfico.

A terceira e a quarta questão foram alvo de uma análise de conteúdo e consequente, distribuição de frequências sob a forma de gráfico.

### 3.8. Apresentação e análise de resultados

De seguida são apresentados os resultados relativos às questões incluídas nos questionários. Em cada questionário, os dados foram analisados questão a questão, seguindo a ordem das mesmas.

#### Questionário 1 – Pré-teste

De forma a analisar a evolução do conhecimento dos alunos no decorrer da intervenção pedagógica foi aplicado o mesmo questionário, no início e no fim da intervenção pedagógica. Os resultados do pré-teste serão apresentados mais adiante conjuntamente com os do pós-teste por forma a facilitar a sua leitura e análise.

#### Questionário 2 – Atividade Laboratorial 1

Como já foi referido anteriormente, este questionário tinha por objetivo ajudar os alunos a interpretar os resultados obtidos na atividade laboratorial 1. As questões colocadas foram apreciadas pelos alunos na posse dos resultados experimentais obtidos na atividade prática laboratorial (ver quadro 2).

**Quadro 2.** Resultados obtidos pela turma na primeira atividade laboratorial

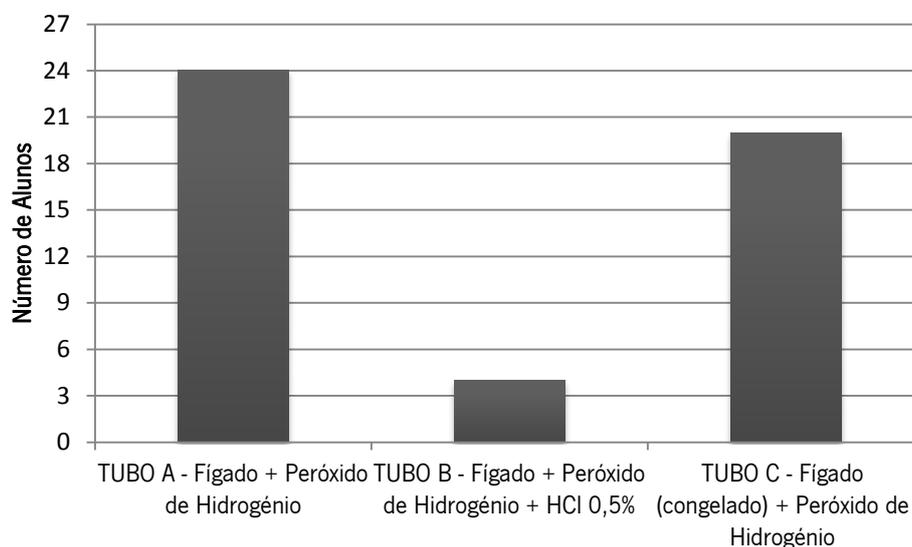
<b>Tubo</b>	<b>Tipo de Reação</b>
<b>Tubo A</b> – Fígado Fresco + Peróxido de Hidrogénio	Reação rápida
<b>Tubo B</b> – Fígado Fresco + Peróxido de Hidrogénio + HCl 0,5%	Reação muito lenta
<b>Tubo C</b> – Fígado Cozido + Peróxido de Hidrogénio	Ausência de reação
<b>Tubo D</b> – Fígado Congelado + Peróxido de Hidrogénio	Reação rápida*
<b>Tubo E</b> – Peróxido de Hidrogénio	Ausência de reação

\*Este resultado não vai de encontro ao esperado e será explicado mais adiante na análise das questões.

As questões que se seguem foram colocadas aos alunos perante os resultados obtidos na presente atividade.

**Questão 1:** *Em que condições experimentais a enzima catalase foi capaz de acelerar a degradação do peróxido de hidrogénio?*

O Gráfico 3 representa a distribuição de frequências de respostas dadas pelos alunos.



**Gráfico 3.** Respostas dos alunos relativamente às condições experimentais em que a enzima catalase foi capaz de acelerar a degradação do peróxido de hidrogénio (n=24)

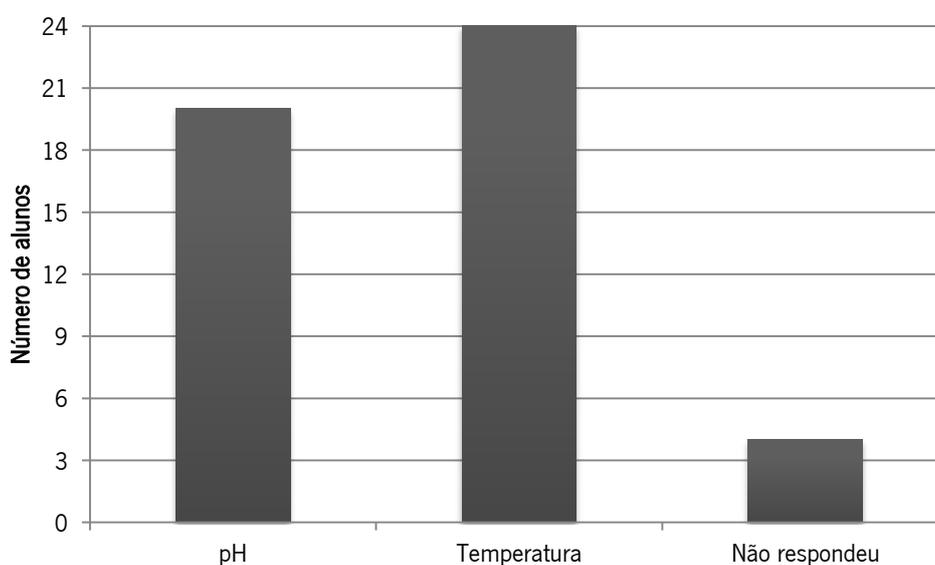
Antes de prosseguir, importa salientar que as enzimas são proteínas com funções catalíticas, isto é, aumentam a velocidade com que se atinge o estado de equilíbrio da reação (Quintas, 2008). O trabalho prático laboratorial, tal como já foi referido, centrou-se no estudo da ação da enzima catalase (existente no fígado) com objetivo de perceber o que são enzimas e quais os fatores que influenciam a sua atividade.

Pela observação do Gráfico 3, constata-se que, quase todos os alunos indicam os tubos A e C (24 e 20 alunos respetivamente) para responder a esta questão. No que concerne ao tubo A, os resultados vão de encontro ao esperado. O mesmo não se poderá dizer para tubo C, uma vez que a diminuição da temperatura leva à queda da reação, podendo até mesmo cessar. Porém, existe uma explicação para este acontecimento, o fígado apesar de ser retirado do gelo no momento da sua colocação no tubo, é um material biológico que se descongela facilmente e o manusear com a pinça ainda potenciou ainda mais esta situação. Desta forma, quando foi introduzido no tubo já estava descongelado e a atividade catalítica reapareceu, quando a temperatura voltou a valores normais.

No que concerne ao tubo B, apesar de se ter verificado uma reação mínima em virtude do baixo valor de pH, este foi assinalado por 4 alunos.

**Questão 2:** *Indica os fatores experimentais que inibem a atividade enzimática catalase presente no fígado.*

O Gráfico 4 seguinte pretende ilustrar as respostas dadas pelos alunos a esta questão.



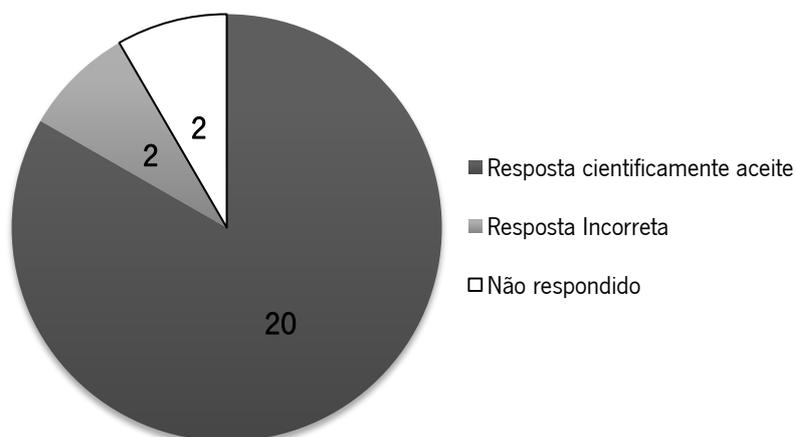
**Gráfico 4.** Respostas dos alunos relativamente aos fatores experimentais em que afetam a atividade enzimática (n=24)

Como se pode observar no Gráfico 4, a temperatura foi o fator referido por todos os alunos seguido do pH (20 alunos). A referência à temperatura deve-se ao facto de no tubo que continha o fígado cozido não se ter verificado qualquer reação devido à desnaturação da proteína. Relativamente ao pH, a quase inexistência de reação levou os alunos considerarem este factor como inibidor da atividade enzimática.

Uma pequena minoria dos alunos não respondeu a esta questão (4 alunos).

**Questão 3:** *Após a conclusão desta atividade com que ideia ficaste sobre o que são enzimas?*

O Gráfico 5 recolhe as respostas dos alunos segundo as categorias “resposta correta”, “resposta incorreta” e “não respondido”.



**Gráfico 5.** Categorização das respostas dos alunos relativamente às conclusões retiradas da primeira atividade laboratorial (n=24)

Pela observação do Gráfico 5 constata-se que grande parte dos alunos respondeu de maneira cientificamente aceite a esta questão, embora na maioria dos casos o tenham feito de forma incompleta. Os alunos cingiram-se à atividade laboratorial afirmando que as enzimas aceleraram a degradação do peróxido de hidrogénio em oxigénio e água, tal como corroboram os seguintes excertos:

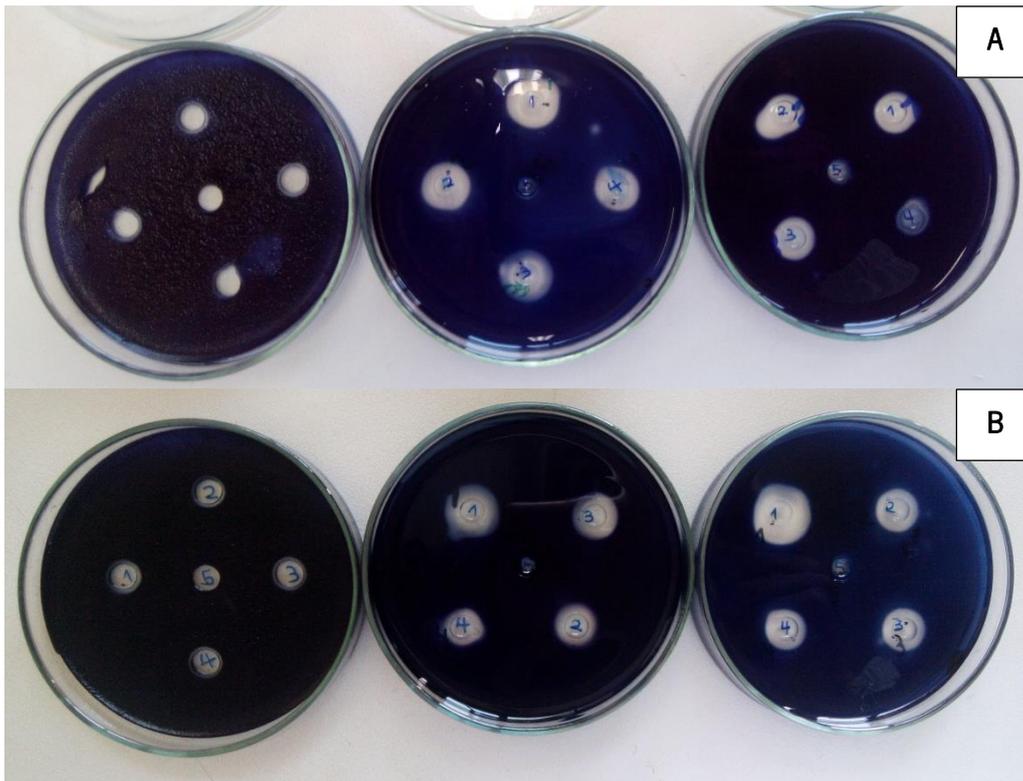
“Eu acho que as enzimas são substâncias que aceleram a velocidade da degradação do peróxido de hidrogénio em água e oxigénio, como vimos na atividade.” (A1).

“Aceleram a reação de degradação do H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> em água e oxigénio” (A10)

Apenas dois alunos foram capazes de afirmar que as enzimas aceleravam a velocidade das reações, em geral. Importa ainda salientar que não foi feita referência às enzimas como substâncias orgânicas de natureza proteica uma vez que viria a ser discutido mais tarde.

### Questionário 3 – Avaliação Laboratorial 2

A realização deste questionário pretendia ajudar os alunos a interpretar os resultados experimentais obtidos na presente atividade. As questões colocadas aos alunos foram apreciadas tendo em conta os resultados obtidos em cada um dos grupos (ver figura 5).

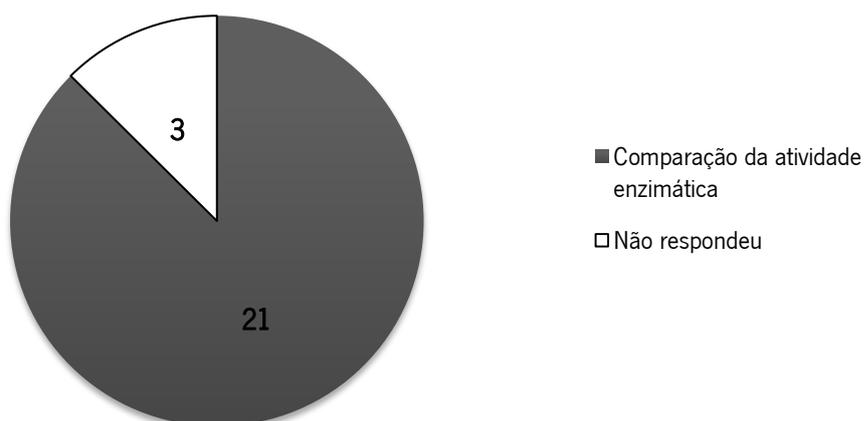


**Figura 5.** Resultados obtidos dois dos grupos de trabalho. Placas de Petri colocadas no gelo, a 37°C e à temperatura ambiente, respetivamente (A). Placas de Petri colocadas no gelo, à temperatura ambiente e a 37°C (B)

As questões que se seguem foram colocadas aos alunos em virtude dos resultados obtidos na atividade laboratorial.

**Questão 1:** *Por que razão se colocou as caixas de Petri em condições experimentais diferentes?*

O gráfico seguinte categoriza as respostas dadas pelos alunos relativamente ao facto das caixas de Petri serem colocadas a temperaturas diferentes.



**Gráfico 6.** Categorização das respostas dos alunos relativamente à questão 1 do questionário (n=24)

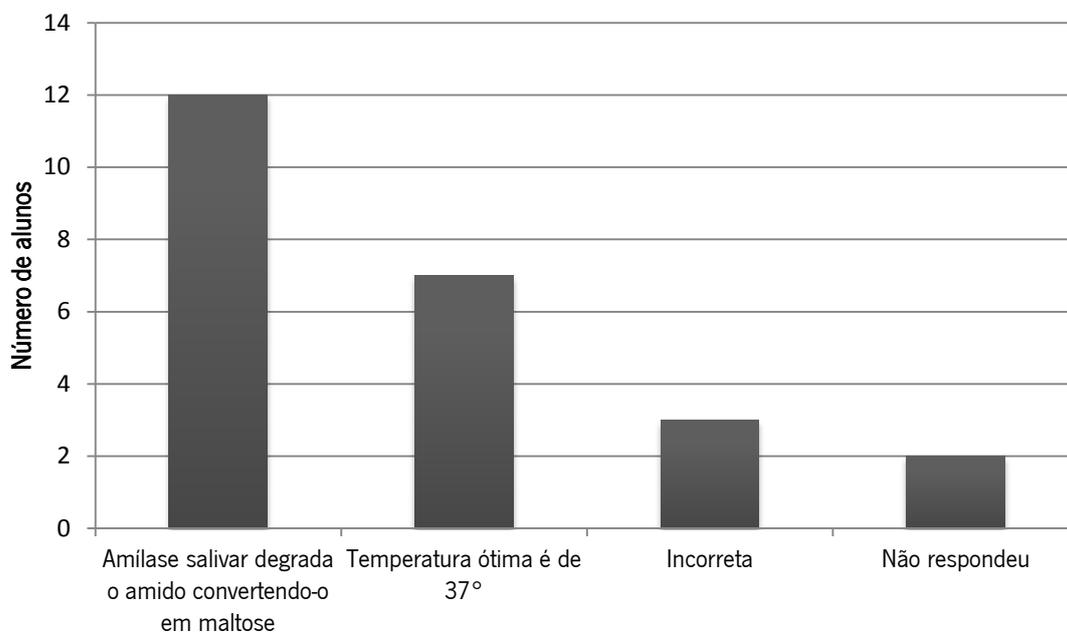
Quando foi solicitado aos alunos que mencionassem as razões de se ter colocado as caixas de Petri em condições experimentais diferentes, todos eles, à exceção de três que não responderam à questão, afirmaram que o intuito era comparar a atividade enzimática da amilase salivar a diferentes temperaturas e verificar qual seria a temperatura ótima de atuação da enzima. A título de exemplo apresentam-se algumas das respostas dadas pelos alunos.

“Para se ver as diferenças na atuação da enzima amilase, de forma a verificarmos qual a temperatura ótima.” (A11)

“Para verificar a velocidade da ação da amilase sobre o amido em diferentes temperaturas e descobrir a temperatura ideal para essa reação.” (A3)

**Questão 2:** *O que podemos concluir da observação das caixas de Petri?*

No Gráfico 7, é possível observar a distribuição das respostas dos alunos à segunda questão do questionário.



**Gráfico 7.** Respostas dos alunos relativas às conclusões retiradas da observação das caixas de Petri (n=24)

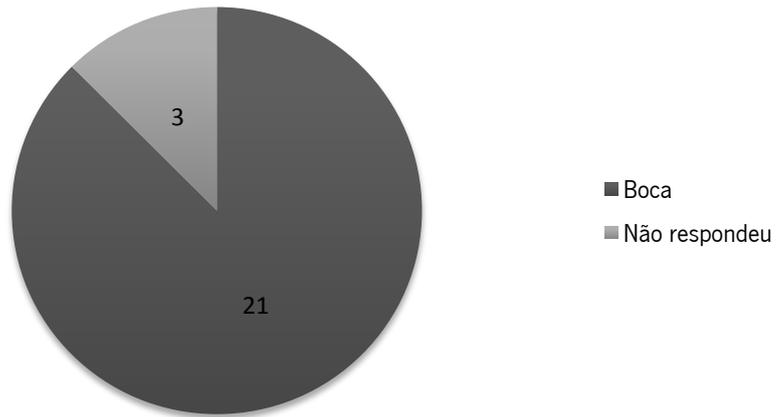
Como podemos observar no Gráfico 7, relativamente à questão 2 do questionário, a maioria dos alunos (12 alunos) concluiu, através da observação das auréolas em redor dos poços, que a amilase degradou o amido presente no meio convertendo-o em maltose, tal como corrobora o seguinte excerto:

“A amilase digeriu o amido ficando com uma auréola à volta do poço.” (A11).

Alguns alunos (7 alunos) referiram ainda a temperatura ótima de atuação da enzima como uma conclusão da observação das caixas de Petri. Uma pequena minoria dos alunos (3 alunos) esboçou uma resposta cientificamente incorreta referindo que a amilase se juntou à água.

**Questão 3:** *Após a conclusão desta atividade, em que parte do sistema digestivo achas que se inicia a digestão do pão?*

No Gráfico 8 podemos observar a distribuição das respostas dos alunos relativamente à terceira questão do protocolo laboratorial.

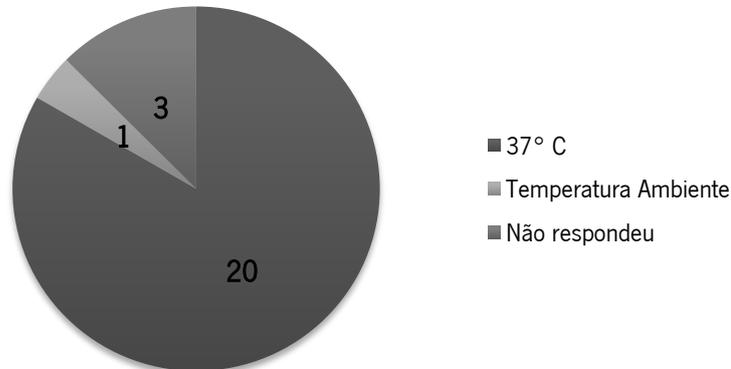


**Gráfico 8.** Respostas dos alunos relativamente ao órgão do sistema digestivo onde se inicia a digestão do pão (n=24)

Como podemos observar no Gráfico 8, relativamente à questão 3 do questionário, a maioria dos alunos indicou a boca como órgão onde se inicia a digestão do pão. Apenas 3 alunos não assinalaram qualquer órgão.

**Questão 4:** *Em teu entender qual será a temperatura ótima de atuação desta enzima?*

O gráfico seguinte reúne as respostas dos alunos à questão 4 do presente questionário.



**Gráfico 9.** Respostas dos alunos relativas à temperatura ótima de atuação das enzimas (n=24)

Como se pode observar no gráfico 9, a maioria dos alunos refere que a temperatura ótima para a atuação da enzima amilase salivar é de 37°C, o que vai de encontro ao esperado.

Na atividade laboratorial pode constatar-se que, geralmente as auréolas que se formaram à volta dos poços possuíam um diâmetro maior a 37°C do que às restantes temperaturas, logo havia maior atividade enzimática. Apenas 3 alunos indicaram que a temperatura ótima da enzima seria a temperatura ambiente talvez pelo facto de, num dos grupos se ter verificado semelhanças no diâmetro dos poços a 37° e à temperatura ambiente.

Em suma, parece ser possível afirmar-se que as atividades práticas laboratoriais exploradas durante o período de intervenção pedagógica constituíram uma ferramenta importante para a promoção da (re)construção do conhecimento dos alunos relativamente à temática de estudo.

#### **Questionário 1 e 4** – Pré-teste e Pós-teste

Tal como já foi referido anteriormente, ambos os testes eram iguais e estão divididos e duas partes. O pré-teste visou detetar as conceções dos alunos acerca da temática de estudo e o pós-teste tinha como objetivo avaliar a evolução das ideias dos alunos. De forma a facilitar a sua leitura e análise são apresentados os resultados simultaneamente e seguindo a ordem das questões.

## Parte A

**Questão 1:** *Desenha, na figura 1, os órgãos pertencentes ao Sistema Digestivo Humano.*

*Não te esqueças de legendar cada um dos órgãos.*

A tabela seguinte dá conta da análise das respostas dos alunos a esta questão.

**Tabela 1.** Órgãos desenhados e identificados pelos alunos como pertencentes ao sistema digestivo

Órgãos do Sistema Digestivo Humano	Pré-teste (n=22*)				Pós-teste (n=24)				
	Desenhado**			Não desenhado	Desenhado**			Não desenhado	
	CL	SL	T		CL	SL	T		
Tubo Digestivo	Boca	17	2	<b>19</b>	3	22	2	<b>24</b>	0
	Faringe	8	10	<b>18</b>	4	23	1	<b>24</b>	0
	Esófago	13	9	<b>22</b>	0	24	0	<b>24</b>	0
	Estômago	21	1	<b>22</b>	1	24	0	<b>24</b>	0
	Intestino Delgado	20	0	<b>20</b>	2	24	0	<b>24</b>	0
	Intestino Grosso	21	0	<b>21</b>	1	23	1	<b>24</b>	0
	Ânus	2	3	<b>5</b>	17	24	0	<b>24</b>	0
Glândulas Anexas	Glândulas salivares	2	2	<b>4</b>	18	18	3	<b>21</b>	3
	Fígado	11	0	<b>11</b>	11	23	0	<b>23</b>	1
	Pâncreas	6	1	<b>7</b>	15	23	0	<b>23</b>	1

**Nota:** \* Dois alunos faltaram\*\* CL – com legenda; SL – sem legenda; T – total.

Pela observação dos dados da tabela 1, verifica-se que, globalmente, em ambos os momentos de testagem, os alunos não tiveram dificuldade em desenhar a maioria dos órgãos constituintes do tubo digestivo, isto é, a boca, a faringe, o esófago, o estômago, o intestino delgado e o intestino grosso, independentemente da qualidade do desenho. Contudo, o mesmo não se pode dizer do órgão ânus que, no pré-teste, não foi desenhado por 77,27 % dos alunos (17 alunos).

Comparando os desenhos efetuados no pré e pós-teste, destaca-se uma subida considerável no número de alunos que desenha o órgão ânus passando de 2 para 24 alunos, respetivamente. O desenho dos restantes órgãos do tubo digestivo também registou uma ligeira

subida servindo o pós-teste para consolidar as concepções evidenciadas pelos alunos no primeiro momento de testagem. Importa ainda referir que, antes do ensino, nenhum aluno conseguiu desenhar a totalidade dos órgãos do tubo digestivo. Por sua vez, no pós-teste, todos os alunos foram capazes de desenhar a totalidade dos órgãos apesar de alguns deles não terem sido legendados.

Relativamente ao desenho das glândulas anexas, pela leitura da tabela 1, constata-se que, este não é tão frequente, especialmente antes do ensino ser ministrado. No que concerne às glândulas salivares e ao pâncreas os alunos apresentaram muitas dificuldades na sua representação. As primeiras foram desenhadas, no pré-teste, por apenas 4 alunos e o pâncreas por 7 alunos. No caso do fígado, o seu desenho é mais recorrente mas a percentagem não ultrapassou os 50% (11 alunos). Ademais, cerca de metade dos alunos não desenhou nenhum órgão pertencente ao grupo das glândulas anexas tendo representado apenas órgãos do tubo digestivo ou de outros sistemas do corpo humano. Em contrapartida, dois alunos foram capazes de indicar a totalidade dos órgãos pertencentes ao grupo das glândulas anexas.

Esta situação alterou-se consideravelmente no pós-teste, com a quase totalidade dos alunos a desenharem o fígado e o pâncreas (96%) e a maior parte a representar as glândulas salivares (75%). Estas apresentaram uma percentagem um pouco inferior, tal resultado pode estar relacionado com a perceção errada dos alunos de que as glândulas salivares são parte integrante da cavidade bucal e por conseguinte o seu desenho é desvalorizado. No segundo momento de testagem, 21 alunos desenharam a totalidade das glândulas anexas.

Na Tabela 1, para além dos dados relativos ao desenho dos órgãos efetuado pelos alunos, figuram igualmente os dados relacionados com a legendagem dos mesmos.

Relativamente à boca, no pré-teste, verifica-se que a maioria dos alunos (77,27%) conseguiu desenhar e legendar este órgão. Em parte, estes resultados podem prender-se ao facto de na cavidade bucal existirem os dentes, estruturas responsáveis pela digestão mecânica dos alimentos e que facilmente é associada pelos alunos no seu quotidiano. No pós-teste, esta tendência acentua-se com todos os alunos, à exceção de 2, a legendarem a boca.

A faringe, no pré-teste, foi identificada por apenas 8 alunos sendo que 10 alunos foram capazes de desenhá-la mas a legenda estava ausente. Após o ensino, constata-se que todos os alunos, à exceção de 1, legendaram a faringe.

Relativamente ao esófago, todos os alunos foram capazes de desenhar este órgão, em ambos os momentos de testagem. No pré-teste, cerca de metade dos alunos legendou-o como parte do sistema digestivo. Após o ensino, verificou-se uma melhoria significativa uma vez que todos os alunos identificaram o esófago como um tubo que se estende desde a faringe ao estômago.

A Tabela 1, mostra ainda que o estômago é um dos órgãos mais legendados pelos alunos em ambos os questionários, 95,45% (21 alunos) no pré-teste e 100% no pós-teste. Estes resultados poderão estar relacionados com o facto de este órgão ser relativizado em conversas do quotidiano relacionadas com a alimentação e digestão dos alimentos.

Tal como o estômago, o intestino delgado e o intestino grosso foram identificados, no pré-teste, pela maioria dos alunos, 90,91% (20 alunos) e 95,45% (21 alunos) respetivamente. Após o ensino ser ministrado, a percentagem subiu uma vez que todos os alunos foram capazes de identificar estes dois órgãos.

O ânus foi o órgão menos referido de entre aqueles que integram o tubo digestivo tendo sido legendado por apenas dois alunos no pré-teste. A situação alterou-se consideravelmente no pós-teste pois a totalidade dos alunos foi capaz de o legendar.

No que concerne aos órgãos que integram o grupo das glândulas anexas, constata-se que, do pré para o pós-teste, houve um aumento significativo na sua legendagem. Antes do ensino, as glândulas salivares foram legendadas por apenas 2 alunos e o pâncreas por 6 alunos. O fígado, ao contrário das outras duas glândulas anexas, foi legendado por metade da amostra.

Após o ensino, o fígado e o pâncreas foram os que registaram percentagens mais elevadas na sua legendagem (95,83%) contrariamente às glândulas salivares que apresentaram uma percentagem de 75%.

Ainda na análise da questão 1 do questionário salienta-se que alguns alunos representaram órgãos não pertencentes ao sistema digestivo humano como que é possível observar na Tabela 2.

**Tabela 2.** Órgãos de outros sistemas do corpo humano desenhados e identificados pelos alunos

Órgãos não pertencentes ao sistema digestivo	Pré-teste (n=22)	Pós-teste (n=24)	Diferença Pós-Pré*
Indicação de 1 órgão	6	0	-6
Indicação de 2 órgãos	2	0	-2
Indicação de 3 ou mais órgãos	0	0	0

\* Estimativa obtida pela diferença de resultados obtidos entre o pós-teste e pré-teste.

Pela leitura da Tabela 2, constata-se que, no pré-teste, 8 dos 22 alunos que realizaram o questionário inicial desenharam e identificaram, na silhueta, órgãos que não integram o sistema digestivo humano. Os alunos, na sua maioria, indicaram apenas 1 órgão, sendo os mais referidos a laringe e a traqueia. Na indicação de dois órgãos, os alunos da amostra referiram os rins e a bexiga. Alguns estudos mostram que as crianças associam o sistema digestivo a duas funções: saída de fezes e saída de urina (Driver et al., 2001). Esta concepção pode levar a que, muitas vezes, os alunos considerem alguns órgãos do sistema urinário como pertencentes ao sistema digestivo. Relativamente à laringe, por vezes, esta é confundida com a faringe, que integra tanto o sistema respiratório como o digestivo, talvez pela sua semelhança fónica e semântica.

Em suma, pela análise desta primeira questão, parece poder afirmar-se que a intervenção executada influenciou de forma positiva a evolução das ideias dos alunos. Porém, esta foi particularmente eficaz na evolução do conhecimento sobre os órgãos que integram o grupo das glândulas anexas (glândulas salivares, fígado e pâncreas). O mesmo se poderá afirmar para o órgão ânus que integra o tubo digestivo.

**Questão 1.1:** *Dos órgãos que desenhas-te, indica os que constituem o tubo digestivo.*

A Tabela 3 dá conta das respostas dadas pelos alunos relativamente aos órgãos que integram o tubo digestivo: boca, faringe, esófago, estômago, intestino delgado, intestino grosso, e ânus.

**Tabela 3.** Órgãos do tubo digestivo indicados pelos alunos na alínea 1.1 dos questionários

Órgãos do Tubo Digestivo		Pré-teste (n=22*)	Pós-teste (n=24*)	Diferença Pós-Pré**
Tubo Digestivo	Boca	3	23	+20
	Faringe	5	23	+18
	Esófago	10	24	+14
	Estômago	4	23	+19
	Intestino Delgado	3	24	+21
	Intestino Grosso	3	24	+21
	Ânus	0	20	+20
Não pertencentes		7	0	-7
Não respondido		8	0	-8

**Nota:** \* o número de alunos assinalado supera o esperado porque se considerou mais do que um órgão nas respostas dos alunos; \*\* Estimativa obtida pela diferença de resultados obtidos entre o pós-teste e pré-teste.

Como se observa na Tabela 3, o órgão mais referido pelos alunos, no pré-teste, foi o esófago talvez pela aparente semelhança com o termo tubo digestivo. O esófago apresenta um aspeto tubular extenso desde a faringe ao estômago sendo, em algumas situações, substituído em deterioramento do termo tubo digestivo. Os outros órgãos (boca, faringe, estômago, intestino delgado e intestino grosso) foram indicados por uma pequena minoria dos alunos à exceção do do ânus que, não foi indicado por nenhum dos alunos da amostra. Destaca-se ainda que, nenhum aluno mencionou a totalidade dos constituintes do tubo digestivo, embora uma pequena parte tenha apontado cerca de metade dos órgãos (13,65% dos alunos).

Dos órgãos não pertencentes ao tubo digestivo os alunos indicaram na sua maioria a laringe mas também referiam a traqueia e as glândulas salivares. No tocante às glândulas salivares esta aparente confusão com os órgãos do tubo digestivo estará, possivelmente relacionada com uma incompreensão do termo tubo digestivo ou com a baralhação entre os órgãos que constituem o tubo digestivo e o sistema digestivo.

Após o ensino, analisando os dados representados na tabela 3, observa-se que os resultados foram muito distintos dos obtidos no pré-teste. Globalmente, todos os órgãos que integram o tubo digestivo foram indicados por quase todos os alunos sendo a boca, o intestino delgado, o intestino grosso e o ânus os que registaram subidas mais acentuadas. É ainda de referir que o esófago, o intestino delgado e o intestino grosso foram indicados por todos os

alunos. Desta forma, é possível afirmar que a intervenção pedagógica promoveu a evolução do conhecimento dos alunos sobre os órgãos que integram o tubo digestivo.

**Questão 1.2:** *Dos órgãos que desenhaste, indica os que pertencem ao grupo das glândulas anexas.*

Analisando os dados que figuram na Tabela 4, em resposta à questão 1.2, percebe-se que existe uma enorme discrepância de resultados entre os dois momentos de testagem.

**Tabela 4.** Órgãos do grupo das glândulas anexas indicados pelos alunos na alínea 1.2 dos questionários

Órgãos do grupo das Glândulas Anexas		Pré-teste (n=22*)	Pós-teste (n=24*)	Diferença Pós-Pré**
Glândulas Anexas	Glândulas Salivares	3	21	+18
	Fígado	5	23	+18
	Pâncreas	5	23	+18
Não pertencentes		4	1	-3
Não respondido		12	0	-12

**Nota:** \* O número de alunos assinalado supera o esperado porque se considerou mais do que um órgão nas respostas dos alunos; \*\* Estimativa obtida pela diferença de resultados obtidos entre o pós-teste e pré-teste.

No pré-teste, mais de metade dos alunos, (54,55%) não responderam à questão. Comparativamente com os resultados obtidos na questão anterior, no pré-teste, as glândulas anexas foram referidas por uma minoria dos alunos. O fígado e o pâncreas foram indicados por 5 alunos e as glândulas salivares por apenas 3 alunos, à semelhança do que aconteceu no desenho dos órgãos na silhueta humana. Tal como foi extrapolado no parágrafo anterior dos órgãos que integram o grupo das glândulas anexas, as glândulas salivares foram as menos referidas, aspeto esse que poderá estar relacionado com a incerteza à sua pertença ao sistema digestivo como órgão anexo e não como uma estrutura inerente à boca tal como os dentes e a língua. Convém salientar que uma minoria dos alunos (4 alunos) indicam alguns órgãos que não pertencem ao grupo das glândulas anexas tais como o estômago, intestino delgado e intestino grosso o que pressupõem uma aparente baralhação entre os órgãos que integram o tubo digestivo e o grupo das glândulas anexas. Não menos importante referir, é o facto de o desenho das glândulas anexas na silhueta humana ser escasso e em alguns casos quase inexistente logo,

seria de prever que a sua indicação como órgão anexo do sistema digestivo seria também pouco frequente.

Após o ensino, um primeiro aspeto a realçar, pela leitura da Tabela 4, é a mudança radical no panorama de respostas dos alunos. Contrariamente ao primeiro momento de testagem, no pós-teste, todos os alunos tentaram responder a esta questão e cerca de 83% dos alunos acertaram na totalidade dos órgãos pertencentes ao grupo das glândulas anexas.

Perante os resultados, pode-se afirmar que a intervenção pedagógica teve um impacto positivo na evolução do conhecimento dos alunos relativamente aos órgãos que constituem o grupo das glândulas anexas (glândulas salivares, fígado e pâncreas).

**Questão 1.3:** *Em que critério te baseaste para distinguir os constituintes que indicaste em 2.1 e 2.2?*

Na questão 1.3, tal como corrobora a Tabela 5, procedeu-se à categorização das respostas dadas pelos alunos.

Nesta alínea, era-lhes solicitado que explicassem o critério que usaram para distinguir os constituintes do tubo digestivo e glândulas anexas. Para tal, era necessário que os alunos explanassem de forma clara os conceitos de tubo digestivo e glândulas anexas. Entende-se por resposta cientificamente correta aquela que indicasse que o tubo digestivo é um tubo onde se dá a passagem dos alimentos (desde a boca até ao ânus) e onde ocorrem transformações dos mesmos (os alunos poderiam indicar os termos digestão mecânica e digestão química). Por sua vez, as glândulas anexas são órgãos que produzem e segregam fluidos para o tubo digestivo e que alteram (quimicamente) os alimentos (Seeley, 1995).

**Tabela 5.** Respostas dos alunos à questão 1.3 dos questionários

Distinção Tubo Digestivo e Glândulas Anexas			Pré-teste (n=22)		Pós-teste (n=24)	
Tubo Digestivo	Cientificamente aceite	Completa	0	<b>0</b>	7	<b>19</b>
		Incompleta	0		12	
	Incorreta		1		1	
	Não respondido		21		4	
Glândulas Anexas	Cientificamente aceite	Completa	0	<b>2</b>	7	<b>18</b>
		Incompleta	2		11	
	Incorreta		0		3	
	Não respondido		20		3	

**Nota:** A negrito encontra-se as repostas consideradas cientificamente aceites; \* Estimativa obtida pela diferença de resultados obtidos entre o pós-teste e pré-teste.

No pré-teste, de acordo com os dados da Tabela 5, o conceito de tubo digestivo não foi referido pela grande maioria dos alunos (95,45%) assim como nenhum aluno foi capaz de formular uma resposta cientificamente aceite para justificar a sua escolha nas alíneas anteriores. Importa ainda referir que um aluno tentou responder à questão mas incorrectamente. Este associa o tubo digestivo a um conjunto de órgãos que se estende desde a boca até ao estômago, tal como corrobora o seguinte excerto:

“ ... é constituído pelos órgãos que levam o bolo alimentar da boca até ao estômago.” (A3)

No que concerne às glândulas anexas, à semelhança do que aconteceu com os órgãos do tubo digestivo, a maior parte dos alunos (90,91%) não respondeu à questão e apenas 2 alunos apresentaram uma explicação cientificamente aceite (incompletas) para distinguir os constituintes do tubo digestivo e glândulas anexas. Um dos alunos considerou as glândulas como um conjunto de órgãos que secretam fluidos que auxiliam na digestão dos alimentos não fazendo referência ao local para onde são lançados e outro que relaciona os órgãos anexas apenas ao auxílio na digestão.

**(1) Conjunto de órgãos que lançam fluidos que auxiliam na digestão.**

“... são órgãos que libertam substâncias que ajudam na digestão ” (A3)

**(2) Conjunto de órgãos que auxiliam na digestão.**

“... órgãos que apenas ajudam digestão a desintegrar os alimentos “ (A3)

No pós-teste, o panorama encontrado é bem diferente, uma vez que, 19 alunos foram capazes de esboçar, por palavras suas, o conceito de tubo digestivo e 18 alunos de glândulas anexas. Ademais, tal como é possível observar na tabela 5, no pós-teste, encontram-se respostas bem mais elaboradas e completas. No que diz respeito aos órgãos do tubo digestivo, cerca de 79% das respostas dos alunos recaem na categoria cientificamente aceite (19 alunos). Destacam-se agora algumas dessas concepções:

“A boca, faringe, esófago, estômago, intestino delgado, intestino grosso e ânus são órgãos por onde o alimento vai passar e vai sofrer transformações físicas e químicas.” (A8)

“...órgãos do tubo digestivo onde passam os alimentos e sofrem transformações físicas e químicas.” (A11)

“... composto por órgãos por onde passam os alimentos, estando estes sujeitos a alterações químicas e físicas.”

Pelos resultados obtidos constata-se que, é notória a evolução concetual de tubo digestivo pois, no pós-teste, começam a surgir termos como transformações químicas e mecânicas bem como os órgãos que integram o tubo digestivo desde a boca até ao ânus. Quanto às respostas classificadas como cientificamente aceites incompletas a maioria dos alunos faz alusão ao tubo digestivo como um conjunto de órgãos por onde passam os alimentos. Outros salientam apenas as transformações que vão ocorrendo aos alimentos sem referir o tubo digestivo como um local de passagem dos mesmos. Salienta-se a título de exemplo algumas das respostas:

**(1) Órgãos de passagem do alimento**

“Baseie-me no percurso digestivo dos alimentos. Os alimentos percorrem o tubo digestivo.” (A6)

“... no tubo digestivo é onde passa os alimentos.” (A16)

**(2) Órgãos onde ocorrem transformações nos alimentos**

“... são órgãos onde os alimentos sofrem alterações químicas e físicas.” (A21)

“... contribuem para as alterações dos alimentos.” (A18)

No que concerne aos órgãos que integram o grupo das glândulas anexas, pode-se verificar que, no segundo momento de testagem, uma percentagem razoável de alunos, cerca de 30% (7 alunos) forneceu uma resposta considerada cientificamente aceite completa das quais se distinguem as seguintes:

“(...) são os órgãos que produzem substâncias que ajudam na digestão e alteram quimicamente os alimentos no tubo digestivo.”(A24)

“(...) é onde se produzem os fluídos para o tubo digestivo que ajudam na digestão.” (A23)

“(...) as glândulas anexas libertam substâncias (e produzem) para o tubo digestivo que vão alterar quimicamente os alimentos.” (A17)

“(...) produzem e libertam fluidos para o tubo que ajudam na digestão.” (A6)

Não obstante, pela leitura da tabela 5, constata-se que houve uma prevalência de justificações cientificamente aceites incompletas (45,83% - 11 alunos) o que não impede de enaltecer a ocorrência de uma evolução concetual pois, antes do ensino, quase todos os alunos não formularam uma resposta à questão. Na categoria de respostas incompletas os alunos referiam as glândulas anexas como:

**(1) Conjunto de órgãos produtores de sucos digestivos.**

“são produzidas substâncias que ajudam na digestão.” (A14)

**(2) Conjunto de órgãos que auxiliam na digestão.**

“... são órgãos que fazem alterações químicas.” (A18)

“... ajudam na digestão.” (A19)

**(3) Conjunto de órgãos que lançam substâncias para o tubo digestivo**

“libertam substâncias químicas para o tubo digestivo.” (A9)

Ainda, na tabela 5, contrariamente ao que era esperado, 3 alunos foram incapazes de formular uma resposta cientificamente aceite, mesmo depois de sujeitos ao processo de ensino aprendizagem. Distinguímos as respostas que englobavam as glândulas anexas como:

**(1) Órgãos produtores de hormonas que auxiliam na digestão.**

“... libertam hormonas para a digestão.” (A15)

**(2) Órgãos que intervêm na digestão química e mecânica dos alimentos.**

“... libertam substâncias responsáveis pela alteração química e física dos alimentos.” (A3)

## Parte B

**Questão 1:** *Escolhe entre os dois desenhos (figura 2A ou figura 2B) aquele que poderá ilustrar esse processo?*

**Questão 1.1:** *Justifica a tua escolha.*

Os resultados à questão 1.1 encontram-se patenteados na Tabela 6.

**Tabela 6.** Escolha feita pelos alunos relativamente a uma figura que pretendia ilustrar o processo digestivo

Figuras	Pré-teste (n=22)	Pós-teste (n=24)	Diferença Pós-Pré*
A	8	0	-8
B	<b>13</b>	<b>24</b>	<b>+11</b>
Não respondido	1	0	-1

**Nota:** A negrito encontram-se as respostas consideradas corretas. \* Estimativa obtida pela diferença de resultados obtidos entre o pós-teste e pré-teste.

Nesta questão, os alunos teriam de ser capazes de ligar o conceito de digestão a uma de duas figuras representadas. Desta forma, era pertinente que os alunos assinalassem a figura B para representar o processo digestivo. Porém, como vamos ver adiante, alguns deles evidenciaram dificuldades na sua interpretação.

Em resposta à questão 1, no pré-teste, cerca de metade dos alunos (13 alunos) assinalaram a opção correta, a figura B, contrariamente aos 8 alunos que indicaram a figura A, como se pode observar na Tabela 6. Após o ensino, registou-se uma melhoria nos resultados com a totalidade dos alunos a indicar a figura B. o que pressupõem que a intervenção pedagógica influenciou positivamente a aprendizagem dos alunos assim como consolidou algumas conceções pré-existentes.

Posteriormente à escolha da figura, os alunos teriam que justificar essa opção. A Tabela 7 apresenta as respostas dos alunos a esta questão, segundo categorias. Porém, antes de avançar, é importante referir que a digestão consiste na quebra de moléculas mais complexas em moléculas mais simples (os nutrientes). A digestão envolve também dois grandes processos que ocorrem em simultâneo: a digestão mecânica que envolve a mastigação e a mistura dos

alimentos e a digestão química que é realizada pelas enzimas secretadas ao longo do tubo digestivo (Guyton, 2006; Rhoades, 2003; Seeley, 1995).

**Tabela 7.** Justificação dos alunos à escolha realizada na questão 1 do questionário

Opção	Justificação da escolha	Pré-teste (n=22)		Pós-teste (n=24)	
Figura A	Dificuldades na interpretação da figura	6	8	0	0
	Incorreta	2		0	
Figura B	Cientificamente aceite	5	13	19	24
	Incorreta	2		1	
	Não respondido	6		4	
Sem opção	Não respondido	1		0	

**Nota:** A negrito encontram-se as respostas consideradas corretas.

Analisando os dados da Tabela 8, obtidos antes do ensino, é possível verificar que, dos alunos que indicaram a figura B, apenas 5 apresentaram uma argumentação cientificamente aceitável para a sua escolha. Destacam-se, agora, algumas conceções:

“Nós comemos algum alimento e depois esse alimento vai ser transformado” (A5)

“Porque na figura B, os alimentos dividem-se formando vários pedaços de alimento” (A16)

“Nós ao ingerir-mos um pedaço de comida esta vai desfazer-se ao longo que passa pelos órgãos” (A10)

“Pois, o alimento é dividido em pequenas partes para, depois, chegar ao intestino delgado e os nutrientes serem mais facilmente enviados para a corrente sanguínea” (A3)

Estas respostas revelam que, mesmo antes do ensino, uma percentagem minoritária de alunos tinha uma conceção acertada de digestão. De facto, de acordo com Driver et al. (2001), os alunos possuem duas ideias cientificamente aceites sobre a digestão. A primeira é que “a digestão é a quebra da comida” e a segunda é que “a energia é obtida através da comida”.

Os restantes alunos que assinalaram a figura B ou não justificaram a sua escolha (6 alunos) ou argumentaram de forma incorrecta (2 alunos), tal como corrobora o seguinte excerto:

“Pois apesar da comida ser engolida vai ser desfeita no estômago para haver uma mais facilidade do organismo absorver nutrientes ” (A18)

Relativamente aos 8 alunos que, no pré-teste, indicaram a opção incorreta (Figura A), constata-se que a maioria (6 alunos) demonstrou sérias dificuldades na sua interpretação referindo, globalmente, a ideia de que os vários alimentos se juntam para formar algo de maiores dimensões. Ora vejamos:

“É o A porque os vários alimentos que ingerimos juntam-se (...) e formam uma espécie de massa”

(A24)

“Porque comemos vários alimentos que ao longo da digestão se juntam todos” (A14)

No pós-teste, de acordo com os dados da tabela 8, houve uma alteração significativa nos resultados uma vez que cerca de 80% dos alunos (19 alunos) argumentam a sua escolha de forma coerente com o conceito científico de digestão. Aliás, as justificações são bem mais elaboradas em relação às referidas no pré-teste e é visível a utilização de uma linguagem mais correta. Esta evolução positiva face ao pré-teste é perceptível nas respostas a seguir apresentadas:

“Eu escolhi a imagem B uma vez que a digestão é o desdobramento de moléculas mais complexas em moléculas mais simples; o processo de digestão transforma quimicamente e fisicamente os alimentos” (A28)

“Porque a digestão é um processo onde ocorre desdobramento de moléculas complexas em moléculas simples” (A3)

“É o desdobramento de moléculas mais complexas em moléculas mais simples para que a digestão seja mais fácil”

Assim, visto que, todos os alunos da amostra optaram pela figura B para representar o processo digestivo e justificaram a sua escolha (à exceção de 5 alunos) de forma cientificamente aceite, parece poder afirmar-se que a intervenção pedagógica influenciou a evolução do conhecimento dos alunos relativamente ao conceito de digestão. Esta tendência traduz-se num ganho de 11 alunos que optaram pela figura B e num maior número de respostas cientificamente aceites.

**Questão 2:** *Verifica o que sabes sobre enzimas assinalando como verdadeiro (V) ou falso (F) todas as afirmações que acompanham a seguinte questão:*

Na questão 2.1, cujos resultados se encontram expostos na Tabela 8, os alunos teriam de classificar como verdadeiro (V) ou falso (F) um conjunto de afirmações relacionadas com enzimas.

**Tabela 8.** Classificações atribuídas pelos alunos a afirmações relativas a enzimas

Afirmações	Pré-teste (n=22)			Pós-teste (n=24)			Diferença Pós-Pré*
	V	F	NR	V	F	NR	
A – As enzimas são substâncias orgânicas.	<b>10</b>	2	10	<b>24</b>	0	0	+14
B – As enzimas são feitas de células.	6	<b>7</b>	9	0	<b>24</b>	0	+17
C – As enzimas são proteínas.	<b>3</b>	9	10	<b>21</b>	3	0	+18
D – Na digestão, as enzimas têm um papel secundário.	6	<b>7</b>	9	1	<b>22</b>	1	+15
E – As enzimas intervêm apenas na digestão.	7	<b>6</b>	9	6	<b>18</b>	0	+12
F – As enzimas são importantes na digestão.	<b>12</b>	1	9	<b>24</b>	0	0	+12
G – As enzimas que intervêm na digestão são ingeridas junto com os alimentos.	5	<b>7</b>	10	5	<b>19</b>	0	+12
H – As enzimas são produzidas ao longo do sistema digestivo.	<b>5</b>	7	10	<b>21</b>	3	0	+16

**Nota:** A negrito encontram-se as respostas consideradas corretas.; \* Esta estimativa foi feita relativamente à classificação correta das afirmações.

No pré-teste, verifica-se que uma parte significativa dos alunos não classifica as diferentes afirmações. No que respeita à alínea A) “As enzimas são substâncias orgânicas.”, 10 alunos mostraram concordar que as enzimas são substâncias orgânicas, o que é cientificamente correto contrariamente aos 2 alunos que rejeitaram essa hipótese.

A alínea B) “As enzimas são feitas de células.”, foi escolhida como verdadeira por 6 alunos. Este resultado não é surpreendente uma vez que se trata de uma conceção alternativa sobre as enzimas referida na literatura (Driver et al., 2001).

No que diz respeito à alínea C) “As enzimas são proteínas”, pode-se verificar que uma parte considerável dos alunos (9 alunos) considera-a falsa o que não vai de encontro ao conceito cientificamente aceite uma vez que as enzimas são proteínas com funções catalíticas, ou seja,

aumentam a velocidade com que se atinge o estado de equilíbrio da reação, não afectando contudo esse estado (Quintas, 2008). De acordo com Driver et al. (2001), os alunos possuem a concepção de que as proteínas fornecem a maioria da energia necessária ao corpo humano e são mais frequentemente identificadas com os alimentos.

A alínea D) “Na digestão, as enzimas têm um papel secundário ” foi classificada como verdadeira por 6 alunos o que não corrobora com a concepção científica de que as enzimas, presentes nos sucos digestivos, são fundamentais na quebra de moléculas complexas em moléculas mais simples, os nutrientes, para que possam ser absorvidos. A ideia extrapolada anteriormente foi partilhada por 7 alunos pelo que estes assinalaram esta afirmação como falsa. Perante este cenário, é evidente a existência de lacunas no conhecimento do tema em questão, não havendo uma ligação entre o conceito de enzima e a digestão.

Relativamente à alínea E), 7 alunos mostraram concordar com a ideia de que as enzimas apenas intervêm na digestão o que não corresponde ao conceito científico pois, as enzimas, para além da função digestiva assumem diversas funções biológicas de regulação celular, de geração de movimento (miosina), entre outras (Quintas, 2008). Ademais, 6 alunos não compartilharam da mesma opinião que os outros 7 alunos, classificando esta alínea como falsa.

Os resultados patenteados na tabela 9 indicam que para a alínea F) “As enzimas são importantes na digestão”, cerca de metade dos alunos (12 alunos) considerou-a verdadeira o que vai de encontro à concepção científica e contraria a opinião de 1 aluno que a classificou como falsa.

Na alínea G) verificou-se que 7 alunos não partilharam da opinião de que as enzimas são ingeridas com os alimentos o que é cientificamente correto pois estas substâncias são produzidas nos sucos digestivos libertados por alguns órgãos do sistema digestivo (Mader, 2006). Importa ainda referir que, a maioria das secreções digestivas é formada apenas em resposta à presença dos alimentos no tubo digestivo sendo a quantidade excretada a necessária para a boa digestão. Os outros 5 alunos classificaram a afirmação como verdadeira.

Por fim, na alínea H), 5 alunos concordaram que as enzimas são produzidas no tubo digestivo em oposição a 7 alunos que assinalaram a afirmação como falsa. Estes resultados são um pouco contraditórios com a alínea anterior uma vez que um maior número de alunos tinha discordado de que as enzimas são ingeridas com os alimentos.

No pós-teste, os resultados apresentados na tabela 9 indicam que para a alínea A) “As enzimas são substâncias orgânicas” todos os alunos consideraram esta afirmação verdadeira. Este facto demonstra uma evolução positiva e muito expressiva face ao pré-teste. O mesmo se pode afirmar relativamente à afirmação B “As enzimas são feitas de células”, uma vez que a totalidade dos alunos classificou-a como falsa. Esta ideia de que as enzimas são constituídas por células representava uma conceção alternativa dos alunos que se alterou após a intervenção pedagógica.

Quanto à afirmação C), todos os alunos (21 alunos) assinalaram a afirmação como verdadeira à exceção de 3 alunos que contrariaram esta tendência ao classificarem a alínea em questão como falsa. Esta evolução significativa do pré para o pós-teste demonstra uma mudança positiva do conhecimento pré-existente.

No tocante à afirmação D), à semelhança das alíneas anteriores, a maioria dos alunos (22 alunos) classificou-a como falsa o que vai de encontro à conceção científica.

No que diz respeito à alínea E) “As enzimas intervêm apenas na digestão” constata-se que um pequeno número de alunos (6 alunos) mostrou-se um pouco “resistente” à mudança do conhecimento pré-existente. Tal resistência pode prender-se com o facto de as enzimas assumiram um papel preponderante na digestão dos alimentos e muitas vezes serem descartadas de outras funções vitais para o organismo humano. Porém, a maioria dos alunos (18 alunos) assinalou a afirmação como falsa o que indica uma evolução positiva face ao pré-teste.

Relativamente à afirmação F) “As enzimas são importantes na digestão”, todos os alunos a consideraram verdadeira e, mais uma vez, este resultado revela uma mudança positiva no conhecimento dos alunos sobre enzimas.

Na alínea G) “As enzimas que intervêm na digestão são ingeridas junto com os alimentos” a maioria dos alunos (19 alunos) assinalou-se como falsa contrariamente aos restantes alunos (5 alunos) que se mostraram mais “resistentes” na evolução do conhecimento.

Por último, na alínea H) “As enzimas são produzidas ao longo do tubo digestivo”, à exceção de 3 alunos, todos classificaram a afirmação como verdadeira.

Estes resultados vão de encontro aos esperados e mostram ser apoiados pelas respostas dadas pelos alunos no questionário inerente à primeira atividade laboratorial, evidenciando uma evolução favorável dos conhecimentos dos alunos face ao pré-teste, Desta

forma, pode-se afirmar que a intervenção pedagógica causou um impacto positivo no desenvolvimento do conhecimento dos alunos sobre enzimas.

**Questão 3:** *Por que razão devemos mastigar bem os alimentos?*

A questão 3 do questionário serviu para perceber até que ponto os alunos compreendem o significado científico da mastigação dada a banalidade deste termo na linguagem do quotidiano. Desta forma, pretendia-se verificar se os alunos associam a mastigação ao fenómeno de digestão mecânica promovida pelos dentes e pela língua (trituração) e à sua importância no processo digestivo. A mastigação é fulcral para a digestão de todos alimentos por uma simples razão: as enzimas só agem nas superfícies das partículas. Além disso triturar o alimento em partículas bem pequenas facilita o transporte do alimento ao estômago (Guyton, 2006).

A Tabela 9 dá conta da análise das respostas dos alunos à questão 3.

**Tabela 9.** Respostas dos alunos à questão 3 dos questionários

Resposta	Pré-teste (n=22)	Pós-teste (n=24)	Diferença Pós-Pré*
Cientificamente aceite	<b>14</b>	<b>22</b>	+8
Incorreta	1	2	+1
Não respondido	7	0	-7

**Nota:** A negrito encontram-se as respostas consideradas corretas. \* Estimativa obtida pela diferença de resultados obtidos entre o pós-teste e pré-teste.

No pré-teste, cerca de metade dos alunos (13 alunos) esboçou uma resposta cientificamente aceite. Globalmente, os alunos foram capazes de indicar que o processo de mastigação facilita o processo de digestão dos alimentos o que vai de encontro à conceção científica. No entanto, nenhum deles fez referência à importância da trituração por parte dos dentes e da língua no processo digestivo. A título de exemplo apresenta-se algumas respostas a esta questão:

“Devemos mastigar bem os alimentos pois assim irá facilitar a digestão” (A14)

“Para ser mais fácil digeri-los no estômago.” (A3)

“A razão pela qual nós devemos mastigar bem os alimentos, é para fazer uma boa digestão, ou seja, fazer a digestão de forma mais rápida e fácil.” (A17)

Estes resultados demonstram que, em termos gerais, mesmo antes do ensino, os alunos possuíam uma conceção acertada da importância do processo de mastigação.

No pós-teste, as respostas são bem mais elaboradas face às apresentadas no pré-teste e é visível a utilização de uma linguagem mais correta. Os alunos abordaram a digestão mecânica feita pelos dentes e pela língua bem como a digestão química realizada pela enzima amilase. De seguida, apresentam-se algumas respostas:

“A trituração (pela ação dos dentes e da língua) é bastante importante, pois transformam os alimentos em pedaços mais pequenos, ajudando a digestão.” (A17)

“Para que os alimentos fiquem bem triturados para que facilite a digestão.” (A9)

“Devemos mastigar bem os alimentos pois para irem mais triturados para os outros órgãos e assim facilitarem a digestão.” (A5)

“Para ajudar na ação da amilase.” (A19)

“Para que a atuação da amilase seja mais rápida e eficaz.” (A3)

Por sua vez, apenas 2 alunos não foram capazes de responder corretamente à questão, tal como corrobora o seguinte excerto:

“Devemos mastigar os alimentos devido a proteínas espalharem-se melhor.” (A7)

Desta forma, talvez se possa afirmar que a intervenção pedagógica (nomeadamente a segunda atividade laboratorial) tenha tido uma influência positiva na evolução do conhecimento dos alunos relativamente à importância da mastigação na digestão dos alimentos. Este facto traduz-se pelo ganho de 8 respostas cientificamente aceites face aos resultados do pré-teste.

**Questão 4:** *A digestão do pão começa:*

*A) Imediatamente após o engolirmos*

*B) Na boca*

*C) Só se inicia no estômago*

*D) No intestino delgado*

A tabela seguinte é elucidativa da escolha feita pelos alunos no que toca ao início da digestão do pão.

**Tabela 10.** Escolha feita pelos alunos relativamente ao início da digestão do pão

Órgão onde se inicia a digestão do pão	Pré-teste (n=22)	Pós-teste (n=24)	Diferença Pós-Pré*
<i>(A) Imediatamente após engolirmos</i>	3	0	-3
<i>(B) Na boca</i>	<b>9</b>	<b>24</b>	+15
<i>(C) Só se inicia no estômago</i>	9	0	-9
<i>(D) No intestino delgado</i>	1	0	-1

**Nota:** A negrito encontram-se as respostas consideradas corretas. \* Estimativa obtida pela diferença de resultados obtidos entre o pós-teste e pré-teste.

Nesta questão era pertinente que os alunos assinalassem a boca como órgão onde se inicia a digestão do pão. Quando o alimento é mastigado, mistura-se com a saliva, que contém a enzima digestiva, amilase salivar, excretada pelas glândulas salivares. Esta é responsável pela digestão parcial do amido na boca pois o tempo de permanência do pão neste órgão é muito curto (Guyton, 2006).

Analisando os dados representados na tabela 10, observa-se que do pré para o pós-teste houve uma mudança significativa das ideias dos alunos relativamente ao início da digestão do pão. Assim verifica-se que antes da realização das atividades laboratoriais os alunos estavam um pouco confusos relativamente a esta questão uma vez que cerca de 41% (9 alunos) da amostra indicou que a digestão do pão só se inicia no estômago e outros 41% (9 alunos) assinalou a boca.

No pós-teste, os resultados alteraram-se substancialmente com a totalidade dos alunos a indicar a boca como órgão onde se inicia a digestão do pão.

Assim, parece poder afirmar-se que a intervenção pedagógica, particularmente, a segunda atividade laboratorial, influenciou de forma positiva a evolução das ideias dos alunos, uma vez que, no pós-teste, todos os alunos foram capazes de indicar o órgão onde se inicia a digestão do pão. Para além disso, estes resultados vão de encontro ao esperado e parecem ser apoiados pelas respostas dadas pelos alunos no questionário relativo à segunda atividade laboratorial.

**Questão 4.1: *Justifica a tua escolha.***

Posteriormente à escolha feita na questão 4, os alunos teriam que justificar essa mesma opção.

A Tabela 11 apresenta as justificações dos alunos relativamente a esta questão.

**Tabela 11.** Justificação dos alunos à escolha realizada na questão 4 dos questionários

Órgão onde se inicia a digestão do pão		Pré-teste (n=22)		Pós-teste (n=24)	
Opção	Justificação de escolha				
Correta (b)	Cientificamente aceite	6	9	21	24
	Incorreta	0		2	
	Não respondido	3		1	
Incorretas	(a)	Incorreta	0	3	0
		Não respondido	3		
	(c)	Incorreta	7	9	
		Não respondido	2		
	(d)	Incorreta	0	1	
		Não respondido	1		

**Nota:** A negrito encontram-se as respostas consideradas corretas.

Como se pode observar na tabela 11, no pré-teste, os alunos que assinalaram a opção correta foram capazes, na sua maioria (6 alunos), de argumentar a sua resposta de acordo com a conceção cientificamente aceite. Alguns alunos mencionaram nas suas justificações os seguintes aspetos:

**(1) Início da trituração dos alimentos**

“É na boca que começa pois é lá onde se inicia a trituração dos alimentos.” (A11)

“Começa na boca, uma vez que, o processo digestivo começa quando começamos a mastigar.”  
(A17)

“Na boca é aí que começa a comida a ser dividida em partes pequenas.” (A18)

**(2) Mastigação do alimento e auxílio na digestão**

“B, porque nós estamos a mastigar e desfaz-se tudo para já facilitar a digestão.” (A19)

Por outro lado, verifica-se que os 13 alunos que optaram por alíneas incorretas evidenciaram alguma confusão relativamente ao início da digestão do pão, principalmente naqueles que assinalaram a alínea C) “Só se inicia no estômago”. Ora vejamos:

“Porque é quando o pão se divide, juntamente com o ácido e as substâncias das glândulas anexas.”

“Porque é no estômago que os alimentos são transformados num líquido.” (A5)

“Porque é no estômago que se encontram os alimentos.” (A10)

Do pré para o pós-teste, os resultados mudaram substancialmente. É de notar que, enquanto no pré-teste 13 alunos assinalaram opções incorretas, no pós-teste a totalidade da turma deixou de pensar desta forma optando pela alínea correta, a alínea B. No tocante às justificações cientificamente aceites pode-se afirmar que 11 alunos referem apenas a digestão mecânica na sua argumentação, 5 alunos abordam digestão química e por fim 6 alunos fazem referência tanto à digestão química como à digestão mecânica. Ora vejamos:

**(1) Fazem alusão apenas à digestão mecânica (11 alunos)**

“Porque a digestão mecânica é feita pela língua e pelos dentes.” (A9)

“Pois é na boca que os alimentos são triturados.” (A14)

“Ao ingerir o pão na boca começamos a tritura-lo e assim começa a digestão.” (A16)

**(2) Fazem alusão apenas à digestão química (5 alunos)**

“É na boca que começa a ação da amilase.” (A1)

“Porque é na boca que começa a degradação dos constituintes do pão (o amido é degradado pela amilase *salivar em maltose*.” (A3)

**(3) Fazem alusão à digestão química e mecânica (6 alunos)**

“A digestão começa na boca devido à ação dos dentes e da língua (digestão mecânica) e devido à ação da amilase salivar que atua degradando o amido em maltose (digestão química).” (A6)

“A digestão começa na boca, segundo a ação mecânica e química, por causa da ação dos dentes ao mastigarmos o alimento e da saliva das glândulas salivares que contém amilase.” (A10)

Pela leitura das justificações dos alunos verifica-se que estas são bem mais elaboradas e recorrem a uma linguagem mais correta face ao pré-teste.

Importa ainda referir que 2 alunos que assinalaram a opção B) não justificaram corretamente a sua escolha, tal como comprova o seguinte excerto:

“Pois é na boca que estão as glândulas salivares, ou seja, as enzimas.” (A12)

De facto, tal como já foi referido na análise da primeira questão (Parte A) dos questionários, uma minoria dos alunos (3 alunos) não desenhou as glândulas salivares. Isto poderá estar relacionado com a perceção errada dos alunos de que as glândulas salivares são parte integrante da cavidade bucal e por conseguinte o seu desenho é desvalorizado, tal como corrobora o excerto extrapolado anteriormente.

Este aspeto não invalida a evolução positiva no conhecimento dos alunos relativamente ao início da digestão dos alimentos, em particular o pão, uma vez que 21 alunos evidenciaram uma conceção cientificamente aceite. Esta melhoria talvez tenha sido resultado da influência da segunda atividade laboratorial na evolução das ideias dos alunos. Aliás, esta interpretação vai de encontro aos resultados obtidos no questionário relativo à segunda atividade laboratorial anteriormente analisado.

**Questão 5:** *Já ouviste falar em substâncias ácidas e básicas? Qual deste grupo de substâncias possui um valor de pH baixo?*

A questão 5 serviu para garantir que os alunos eram capazes de compreender as atividades laboratoriais uma vez que o pH influencia a atividade enzimática. Ademais cada enzima tem um pH óptimo (ou intervalo de pH) no qual a sua atividade é máxima, caso os valores de pH estejam abaixo ou acima do pH óptimo, a atividade diminui (Guyton, 2006). Desta forma, era pertinente que os alunos tivessem assente a escala do pH.

A tabela seguinte ilustra as respostas dos alunos à primeira parte da questão 5 (Já ouviste falar em substâncias ácidas e básicas?).

**Tabela 12.** Respostas dos alunos à primeira parte da questão 5 dos questionários

Respostas	Pré-teste (n=22)	Pós-teste (n=24)	Diferença Pós-Pré
Sim	15	22	+7
Não	0	0	0
Não respondeu	7	2	-5

**Nota:** \* Estimativa obtida pela diferença de resultados obtidos entre o pós-teste e pré-teste.

Através da Tabela 12, podemos observar que, no pré-teste mais de metade dos alunos já tinha ouvido falar em substâncias ácidas e substâncias básicas. No pós-teste, esta tendência acentua-se com praticamente todos os alunos a afirmar que já tinha ouvido falar em substâncias ácidas e básicas. Importa ainda referir que, um número significativo de alunos (7 alunos) não esboçou qualquer comentário no pré-teste.

Depois de os alunos responderem à primeira parte da questão 5, era-lhes pedido que identificassem o grupo de substâncias (ácidas ou básicas) que possuía um valor baixo de pH. A Tabela 13 apresenta as respostas dos alunos relativamente a essa escolha.

**Tabela 13.** Respostas dos alunos à segunda parte da questão 5 dos questionários

Grupo de Substâncias que possuiu um pH baixo	Pré-teste (n=22)	Pós-teste (n=24)	Diferença Pós-Pré
Ácidas	10	20	+ 10
Básicas	5	2	-3
Não respondeu	7	2	-5

**Nota:** \* Estimativa obtida pela diferença de resultados obtidos entre o pós-teste e pré-teste.

Analisando os dados da tabela 11, constata-se que, tanto no pós-teste como no pré-teste, os alunos demonstraram ser conhecedores do grupo de substâncias com pH baixo. Porém, esta tendência é mais acentuada no pós-teste com cerca de 83% dos alunos (20 alunos) a responderem acertadamente.

**Questão 6:** *Ligando apenas um elemento da coluna 1 com um elemento da coluna 2 faz a correspondência entre os elementos das duas colunas.*

A tabela que se segue é elucidativa das diferentes respostas dadas pelos alunos no pré-teste e no pós-teste, relativamente ao pH das secreções presentes na boca, estômago e intestino delgado.

A saliva, que contém a enzima amilase salivar, tem um pH entre 6 e 7 (neutro). As glândulas gástricas secretam ácido clorídrico cujo pH é da ordem dos 0,8, ou seja, extremamente ácido. As secreções intestinais têm um pH básico, cerca de 8,0 (Guyton, 2006).

**Tabela 14.** Respostas dos alunos à questão 6 dos questionários

Opção	Pré-teste (n=22)			Pós-teste (n=24)		
	pH ácido	pH básico	pH neutro	pH ácido	pH básico	pH neutro
(A) Boca	1	4	<b>17</b>	0	0	<b>24</b>
(B) Estômago	<b>19</b>	3	0	<b>24</b>	0	0
(C) Intestino Delgado	2	<b>15</b>	5	0	<b>24</b>	0

**Nota:** A negrito encontram-se as respostas consideradas corretas.

Pela leitura da tabela 14, verifica-se que, globalmente, os alunos foram capazes de ligar corretamente o valor do pH às secreções correspondentes de cada um dos órgãos indicados (boca, estômago e intestino delgado). No entanto, é de ressaltar que esta tendência acentua-se ainda mais no pós-teste uma vez que todos os alunos acertaram corretamente nas três correspondências possíveis.

Pelo exposto, parece pois, poder afirmar-se que a intervenção pedagógica veio, essencialmente, consolidar as ideias pré-existentes dos alunos e promover a evolução as ideias de alguns.

**Questão 7:** *Liga, por setas, as partes do sistema digestivo onde pensas que atuam enzimas.*

A tabela 15 da conta das respostas dos alunos à questão 7.

**Tabela 15.** Órgãos assinalados pelos alunos como partes do sistema digestivo onde atuam enzimas

	Pré-teste (n=22)	Pós-teste (n=24)	Diferença Pós-Pré*
Estômago	<b>11</b>	<b>24</b>	+13
Boca	<b>3</b>	<b>24</b>	+21
Intestino Delgado	<b>15</b>	<b>24</b>	+9
Intestino Grosso	7	1	-6

**Nota:** A negrito encontram-se as respostas consideradas corretas. \* Estimativa obtida pela diferença de resultados obtidos entre o pós-teste e pré-teste.

Observando a Tabela 15, verifica-se que, no pré-teste, apenas três alunos assinalaram a presença de enzimas na boca, em contrapartida a maioria indicou os órgãos estômago (11

alunos) e intestino delgado (15 alunos). No pós-teste, houve uma alteração significativa no panorama de respostas uma vez que a totalidade dos alunos indicou o estômago, a boca e o intestino delgado como órgãos onde atuam enzimas. Desta forma, parece poder afirmar-se que a intervenção pedagógica, especialmente a segunda atividade laboratorial, permitiu a evolução das ideias dos alunos sobre a atuação das enzimas no tubo digestivo.

**Questão 8:** *Em que ponto do sistema digestivo, os produtos de digestão passam para o sangue. Assinala a opção correta.*

(A) Estômago;

(B) Boca;

(C) Intestino Delgado;

(D) Intestino Grosso.

A Tabela 16 apresenta as escolhas feitas pelos alunos relativamente ao órgão onde os produtos de digestão passam para a corrente sanguínea. Posteriormente foi pedido aos alunos que justificassem a sua escolha.

**Tabela 16.** Respostas dos alunos à questão 8 dos questionários

Opção	Pré-teste (n=22)	Pós-teste (n=24)	Diferença Pós-Pré*
(A) Estômago	6	0	-6
(B) Na boca	0	0	0
(C) Intestino Delgado	<b>13</b>	<b>24</b>	+12
(D) Intestino Grosso	3	0	-3

**Nota:** A negrito encontram-se as respostas consideradas corretas. \* Estimativa obtida pela diferença de resultados obtidos entre o pós-teste e pré-teste.

Pela observação da tabela 16, constata-se que, no pré-teste, a maioria dos alunos (13 alunos) assinalou que a passagem dos nutrientes para o sangue ocorre no intestino delgado. Ainda neste seguimento, uma parte significativa dos alunos (6 alunos) mencionou que essa passagem ocorre no estômago. No pós-teste, todos os alunos assinalaram a opção intestino delgado. Desta forma, parece poder afirmar-se que a intervenção pedagógica influenciou

positivamente a evolução das ideias dos alunos que se traduziu num ganho de 12 alunos relativamente ao pré-teste.

**Questão 8.1:** *Explica a tua resposta.*

Na tabela 17 encontram-se representadas as justificações dadas pelos alunos à questão 8.1 dos questionários.

**Tabela 17.** Respostas dos alunos à questão 8.1 dos questionários

Órgão onde se inicia a digestão do pão		Pré-teste (n=22)		Pós-teste (n=24)	
Opção	Justificação de escolha				
Correta (C)	Cientificamente aceite	3	13	17	24
	Incorreta	3		2	
	Não respondido	7		5	
Incorretas	(A)	Incorreta	6	0	
		Não respondido			
	(B)	Incorreta	0		
		Não respondido			
	(D)	Incorreta	3		
		Não respondido			

**Nota:** A negrito encontram-se as respostas consideradas corretas.

Através da tabela 17, pode-se observar que, no pré-teste, dos alunos que assinalaram a opção correta apenas 3 foram capazes de argumentar a sua escolha de forma cientificamente aceite, tal como mostram os seguintes excertos:

“Pois na estrutura interna do intestino delgado existem uns filamentos que fazem ligação com a corrente sanguínea e aí os nutrientes passam para o sangue.” (A3)

“No intestino delgado pois é para onde vão os nutrientes após saírem do estômago.” (A13)

Relativamente aos alunos que assinalaram a opção correta mas justificaram em discordância com a explicação científica destaca-se uma confusão na compreensão do processo de absorção de nutrientes para o sangue:

“Porque o intestino delgado liberta uma substância que atrai os produtos de digestão.” (A24)

“Pois no intestino delgado existem algumas glândulas que “sugam” os nutrientes que serão transportados para as células pelo sangue.” (A18)

No pós-teste, o número de respostas cientificamente aceites subiu consideravelmente passando de 3 para 17. Destaca-se algumas das respostas dadas pelos alunos:

“No intestino delgado ocorre a fase final da digestão, onde os alimentos são finalmente digeridos a 100% e, aí, os nutrientes passam para o sangue uma vez que estão prontos a serem absorvidos por se encontrarem finalmente na forma mais simples.” (A6)

“Porque é onde acaba a digestão.” (A8)

“Porque é no intestino delgado que termina a digestão.” (A11)

“Pois é na fase final da digestão que os produtos de digestão passam para o sangue.” (A14)

“Pois na parede do intestino delgado existe uns filamentos que absorvem os nutrientes e transportamo-los até à corrente sanguínea.” (A3)

Importa referir ainda que 2 alunos esboçaram uma conceção incorreta sobre a absorção dos nutrientes:

“Pois é anda acaba a digestão e onde há a absorção dos alimentos.” (A12)

## CAPÍTULO IV – Considerações finais

### 4.1. Introdução

Este capítulo inicia-se com a apresentação das principais conclusões resultantes da avaliação da intervenção pedagógica, tendo em conta os objetivos delineados. Posteriormente, serão expostas algumas recomendações didáticas e de investigação que serão úteis para futuras atividades didáticas no âmbito da temática “Digestão e transformação de alimentos”. Por fim, esclarece-se a importância do projeto de intervenção pedagógica no desenvolvimento pessoal e profissional.

### 4.2. Conclusões do Projeto de Intervenção Pedagógica

A intervenção pedagógica em questão pretendeu dar resposta aos seguintes objetivos:

- Detetar as concepções dos alunos relativamente à temática curricular do 9º ano de escolaridade, “Digestão e a transformação de alimentos”;
- Planear duas aulas laboratoriais em função das concepções previamente detectadas e do tópico programático em estudo;
- Promover a (re)construção das ideias dos alunos relativamente ao tópico de estudo;
- Avaliar o impacto da referida intervenção pedagógica na evolução das ideias dos alunos com a finalidade de verificar a sua aproximação aos conceitos cientificamente aceites.

Os resultados obtidos neste estudo, expostos e analisados no capítulo anterior, demonstram que a intervenção pedagógica promoveu a evolução do conhecimento dos alunos relativamente a generalidades da temática abordada, podendo ser possível afirmar-se que os objetivos sobre os quais esta investigação-ação se debruçou, foram, na sua essência, atingidos.

O questionário de deteção de concepções alternativas (objetivo 1) permitiu fornecer algum *feedback* sobre os conhecimentos dos alunos intervenientes no tocante à “Digestão e transformação de alimentos”. Este englobava algumas das concepções alternativas descritas na literatura por forma a verificar se estas seriam perfilhadas pela turma de estudo.

De facto, foi possível constatar que muitos alunos manifestaram concepções, que confirmaram as ideias identificadas em vários estudos por alguns investigadores e em faixas etárias iguais ou muito próximas do grupo de estudo. Antes do ensino ser ministrado, uma parte

significativa dos alunos mostrou acreditar que a digestão dos alimentos se iniciava no estômago o que vem confirmar a ideia de que, antes do processo de ensino, os alunos entendem o estômago como órgão sede da digestão (Banet & Nuñez, 1988). O grupo de alunos interveniente neste estudo considerou ainda que as enzimas eram feitas de células e recusaram a ideia de serem proteínas (Driver et al, 2001). Estas ideias, vieram confirmar algumas conceções alternativas descritas na literatura por alguns investigadores uma vez que para alunos com uma faixa etária entre os 14 e os 15 anos de idade, tudo o que é estudado em física e química é formado por moléculas e tudo o que é estudado em biologia é formado por células, incluindo as enzimas, proteínas e os glícidos (Driver et al, 2001).

O segundo e terceiro objetivo, estão, de certo modo, interligados uma vez que o pretendido foi planear atividades práticas laboratoriais tendo em conta as conceções prévias dos alunos com vista à (re)construção dessas ideias. Através dos resultados obtidos nas atividades laboratoriais os alunos foram confrontados com evidências experimentais que permitiram a evolução do conhecimento científico.

O tipo de estratégia utilizada, mostrou ser uma forma adequada de integrar os alunos uma vez que este tipo de atividades não era recorrente no grupo de alunos interveniente sendo alvo de maior atenção por parte dos alunos. Simultaneamente, de encontro às competências sobre as quais esta investigação se debruçou, pretendeu-se: desenvolver capacidades de manipulação de equipamento laboratorial, capacidades de execução de técnicas laboratoriais e competências de trabalho de grupo. Importa ainda salientar que a utilização de recursos multimédia no decorrer da intervenção pedagógica surtiu um efeito positivo nos alunos e mostrou ser uma ferramenta eficaz na captação de atenção dos alunos.

Relativamente ao quarto e último objetivo, pretendia-se avaliar o impacto da intervenção pedagógica na evolução das ideias dos alunos relativamente à temática *Digestão e transformação de alimentos*. A análise das respostas dos alunos aos questionários (pré-teste e pós-teste) mostra que houve uma evolução clara das ideias dos alunos. Inicialmente, alguns deles evidenciavam conceções incorretas e alguma confusão acerca da temática estudada. Após a intervenção pedagógica as ideias dos alunos tornaram-se mais consistentes e mais próximas das cientificamente aceites. Os alunos passaram a reconhecer o trajeto dos alimentos no organismo humano, passaram a ser capazes de distinguir os órgãos associados à passagem dos alimentos (órgãos do tubo digestivo) daqueles que integram o grupo das glândulas anexas, passaram a considerar que as enzimas são substâncias orgânicas de natureza proteica e não

feitas de células e passaram ainda a ser capazes de apresentar uma conceção cientificamente aceite para o processo digestivo.

Em suma, destaca-se a pertinência que um projeto desta natureza tem na investigação em educação, nomeadamente no ensino das ciências.

### **4.3. Recomendações didáticas e de intervenção**

A atividade laboratorial foi a principal estratégia de ensino aprendizagem utilizada na intervenção pedagógica e este tipo de atividades de aprendizagem possui um valor educacional “reconhecido por todos os atores envolvidos na conceptualização e operacionalização da educação em Ciências” (Silva, 2009, p.1)

O recurso a atividades práticas laboratoriais no decorrer da intervenção pedagógica mostrou ser uma estratégia eficaz na promoção da evolução dos conhecimentos dos alunos, o que pode advertir para a importância de atividades de cariz mais prático no ensino das ciências. O facto é que Portugal tem sido um país muito pouco equilibrado no tocante à relação que deve existir entre teoria e prática, e aí reside uma das razões para o insucesso deste ensino. Este está centrado, cada vez mais, na teoria e os alunos, desde cedo, são privados de desenvolver capacidades que um ensino mais prático pode facultar (Valadares, 2001).

O trabalho prático assume-se como essencial para o ensino das ciências, devido ao próprio carácter dos conteúdos envolvidos. Uma compreensão acerca do mundo material só é possível observando, experimentando e reflectindo criticamente acerca dos resultados. No entanto, este deve ser usado de forma eficaz, o professor ao implementar uma atividade prática deve definir claramente os objetivos de aprendizagem dos alunos e avaliar se ela é eficaz para os atingir (Carvalho et al, 2012).

O uso de instrumentos de diagnóstico (pré-teste) como meio de deteção de conceções alternativas constitui um passo fundamental neste tipo de investigação uma vez que permite ao docente perceber as ideias prévias dos alunos e planear uma intervenção pedagógica que vá de encontro à (re)construção das mesmas.

#### **4.4. Importância do Projeto de Intervenção Pedagógica no desenvolvimento pessoal e profissional**

O projeto de intervenção pedagógica revelou-se bastante pertinente no meu desenvolvimento pessoal e profissional. No que diz respeito ao contributo pessoal, esta intervenção, permitiu-se um maior contacto e envolvimento com o meio escolar e com os alunos intervenientes neste estudo.

A contribuição destes estudos para o meu desenvolvimento profissional de professora traduz-se no enriquecimento de estratégias de planificação curricular e de sala de aula que permitam a deteção de lacunas nos conhecimentos de cada aluno, constituindo assim poderosas ferramentas para potenciar o processo de aprendizagem.

A concretização de um projeto de intervenção pedagógica desta natureza representa ainda um contributo importante na investigação em educação, especialmente, no ensino das ciências. Este papel simultâneo de professora e investigadora permitiu-me desenvolver competências investigativas, que serão de fulcral pertinência na prática letiva futura. O recurso a atividades práticas laboratoriais no decorrer da intervenção permitiu-me desenvolver aprendizagens nomeadamente no modo como estas devem ser planeadas e implementadas e como estas podem se podem tornar num recurso didática extremamente importante no compreensão de certos fenómenos assim como no desenvolvimento de competências que envolvam a manutenção do equipamento laboratorial, entre outros. A ciência não é só um aglomerado de factos e leis que devem ser interiorizadas pelos alunos, pelo contrário esta permite o desenvolvimento de determinadas competências. Para além disso, este tipo de atividades permite confrontar os alunos com evidências experimentais com vista à (re)construção do conhecimento científico.

Esta experiência pedagógica permitiu-se ainda ter consciência da importância que as conceções alternativas assumem no ensino e como estas podem ser o ponto de partida para promover a evolução das ideias dos alunos.

Em jeito de conclusão, sinto que este ano me enriqueceu muito enquanto pessoa e também em termos profissionais. O percurso não foi fácil mas é muito compensador perceber a influência positiva que este tipo de investigação desenvolve nos alunos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar, O. (2001). Mudanças conceituais (ou cognitivas) na educação em ciências: revisão crítica e novas direções para a pesquisa. *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, 3(1), 67-86.
- Almeida, A. et al. (2001). *Ensino experimental das ciências: (Re)Pensar o ensino das ciências*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Almeida, A. (2001). Educação em Ciências e Trabalho Experimental: emergência de uma nova conceção. In A. Almeida et al., *Ensino experimental das ciências: (Re)Pensar o ensino das ciências* (pp. 51-74). Lisboa: Ministério da Educação.
- Banet, E. & Nuñez, F. (1988). Ideas de los alumnos sobre la digestion: aspectos anatómicos. *Ensenanza de las Ciencias*, 6(1), 30-37.
- Bastos, F. (1991). *O conceito de célula viva entre os estudantes do segundo grau*. Dissertação de Mestrado de Educação. Universidade de São Paulo.
- Cabanas, J. (2002). *Teoria da Educação: concepção antitónica da educação*. Porto: ASA.
- Cabral, J. (2003). *Engenharia Enzimática*. Lisboa: Lidel - Edições Técnicas, Lda.
- Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2002). *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Cakici, Y. (2005). Exploring upper primary level pupil 's understanding of digestion. *Internacional Journal of Science Education*, 27(1), 79-100.
- Carvalho, P., Sousa, A., Paiva, J., & Ferreira, A. (2012). *Ensino experimental das ciências*. Porto: Universidade do Porto.
- Chagas, I. (2000). *Literacia Científica. O grande desafio para a escola*. Centro de Investigação em Educação. Lisboa: Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Cheers. (2006). *Atlas do Corpo Humano*. Lisboa: PASA – Centro Editor & Público - Comunicação Social, S.A.
- CMVNF. (2014). Vila Nova de Famalicão. Município. Retirado de [http://www.cmvnfamalicao.pt/\\_historia](http://www.cmvnfamalicao.pt/_historia) (22/09/2014).
- Dantas, C. (2006). *Conceções sobre a digestão/excreção em alunos, professores e futuros professores do Ensino Básico*. Dissertação de Mestrado. Braga: Universidade do Minho.
- Davies, A., Blakeley, A., & Kidd, C. (2001). *Human Physiology*. Edinburgh: Churchill Livingstone.

- DEB. (2001). *Orientações Curriculares do 3º Ciclo do Ensino Básico - Ciências Físicas e Naturais*. Lisboa: Ministério da Educação.
- DeBoer, G. (2000). Scientific Literacy: another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of research in science teaching*, 37(6), 582-601.
- DGE. (2012). Ministério da Educação e Ciência. Retirado de <http://metasdeaprendizagem.dge.mec.pt/ensino-basico/apresentacao/> (23/09/2014).
- DGE. (n.d.). Ministério da Educação e Ciência. Retirado de <http://www.dge.mec.pt/metascurriculares/?s=directorio&pid=1> (25/09/2014).
- Dourado, L., & Leite, L. (2008). As atividades laboratoriais e o ensino de fenómenos geológicos. In *Actas do XXI Congresso de ENCIGA*, Carballiño.
- Dourado, L. & Nunes, L. (2009). Concepções e práticas de professores de Biologia e Geologia relativas à implementação de ações de Educação Ambiental com recurso ao trabalho laboratorial e de campo. *Enseñanza de las Ciencias*, 8(2), 671-689.
- Driver, R. (1988). The pupil as scientist? Metaphor in science education. *Research in Science Education*, 18, 35-41.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (2001). *Making sense of secondary science: research into children's ideas*. London: RoutledgeFalmer.
- Ferreira, W. (1998). *Microbiologia*. Lisboa, Lidel, Edições Técnicas, Lda.
- Guyton, A. H. (2006). *Textbook of Medical Physiology*. Philadelphia: Saunders Company.
- I-Tech. (2008). *Orientações para a pré e pós teste - um guião de implementação técnica*. Washington: University of Washington.
- Leite, L. (2001). Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. In H. Caetano, & M. Santos, *Cadernos didáticos de ciências* (pp. 77-96). Lisboa: Ministério da Educação.
- Leite, L. (2002). As atividades laboratoriais e o desenvolvimento conceitual e metodológico dos alunos. In *Actas do XV Congresso de ENCIGA*. Santiago de Compostela: Boletín das Ciencias, 83-92.
- Machado, F., & Gonçalves, M. (1991). *Currículo e Desenvolvimento Curricular: problemas e perspectivas*. Rio Tinto: Edições Asa.
- Mader, S. (2006). *Human Biology*. Boston: McGraw-Hill Higher Education.

- Matui, J. (1998). *Construtivismo: Teoria construtivista sócio-histórica aplicada ao ensino*. São Paulo: Editora Moderna.
- Menino, H., & Correia, S. (2001). Concepções Alternativas: Ideias das crianças acerca do sistema reprodutor humano e reprodução. *Educação & Comunicação*, 6, 97-117.
- Nelson, C. (2004). *Lehninger Principles of Biochemistry*. New York: W. H. Freeman.
- Portal Educação. (2012). Retirado de <http://interna.coceducacao.com.br/ebook/pages/681.htm> (25/09/2014).
- Quintas, A. (2008). *Bioquímica. Organização Molecular da Vida*. Lisboa: Lidel - Edições Técnicas, Lda.
- Rhoades, R. (2003). *Human Physiology* (4th). Pacific Grove, Cal: Brooks/Cole.
- Rigui, M. e. (2012). Concepções de estudantes do ensino fundamenta sobre alimentação e digestão. *Revista Ciências e Ideias*, 4(1), 1-17.
- Santos, M. (2001). Ensino das ciências e formação de professores: a realização de trabalho experimental de investigação. In C. Gomes, & J. Cunha, *Actas do VIII Encontro nacional de educação em ciências* (pp. 325-337). Departamento de Ciências da Educação. Universidade dos Açores.
- Seeley, R. (1995). *Anatomy & Fisiology*. Boston: McGraw-Hill.
- Silva, J. (2009). Atividades laboratoriais e autonomia na aprendizagem das ciências. In F. Vieira, M. Moreira, J. Silva, & M. Melo, *Pedagogia para a autonomia - reconstruir a esperança na educação. Atas do 4º encontro do Grupo de Trabalho - Pedagogia para a Autonomia*. Braga: Universidade do Minho, Centro de Investigação em Educação.
- Smith, M. (2001). *The Digestive System*. Edinburgh: Churchill Livingstone.
- Solomon, E. (1993). *Biology*. For Worth: Sunders College Publishing.
- Teixeira, A. (2011). *Concepções Alternativas em Ciência: um instrumento de diagnóstico*. Lisboa: Universidade Nova de Lisboa.
- Valadares, J. (1995). *Concepções Aternativas no ensino da física à luz da filosofia da ciência*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Valadares, J. (2001). *O Ensino Experimental das Ciências: do conceito à prática: Investigação/Ação/Reflexão*. Lisboa: Universidade Aberta.



## ANEXOS



**Anexo I - Planificação das aulas pertencentes ao Plano de Intervenção Pedagógica**



<b>Logotipo da escola</b>	Departamento de Ciências Físico - Naturais	Ano Letivo 2013/2014
	Planificações de aulas da intervenção pedagógica	Turma _
	Nome: _____	Rúbrica do professor: _____

# Organismo Humano em Equilíbrio

## Planificação Concretizada

### **Sistema Digestivo – Digestão e transformação dos alimentos**

Maio de 2014

Professora Estagiária: Cláudia Andreia Castro Araújo

Logotipo da escola

UNIDADE: Organismo Humano em Equilíbrio

SUBUNIDADE: Sistema Digestivo

Disciplina: Ciências Naturais

Ano de escolaridade: 9º

2013/2014

CONTEÚDOS:

*Unidade Temática – Organismo Humano em Equilíbrio*

*Subunidade – Sistema Digestivo*

QUESTÕES PROBLEMA

**TERMOS E CONCEITOS**

- Enzima;
- Atividade Enzimática;
- Temperatura;
- Ph;
- Fatores que afetam a atividade enzimática;
- Digestão;
- Digestão química.

**FORMAS DE DETECÇÃO DE IDEIAS PRÉVIAS RELATIVAS AOS PROBLEMAS**

- Observação direta dos alunos nas aulas.
- Levantamento das ideias pré-existentes dos alunos através de um questionário de deteção de concepções prévias (pré-teste).

**Quais os fatores que influenciam a atividade enzimática?**

**Qual a ação da saliva sobre o amido?**

Logotipo da escola

UNIDADE: Organismo Humano em Equilíbrio

SUBUNIDADE: Sistema Digestivo

Disciplina: Ciências Naturais

Ano de escolaridade: 9º

2013/2014

QUESTÃO-PROBLEMA

**Quais os fatores que influenciam a atividade enzimática?**

**OBJETIVO GERAL**

Estudo da ação da enzima catalase existente no fígado e simultaneamente uma das enzimas com maior capacidade de transformação do respetivo substrato. Perceber quais os fatores enzimáticos que afetam a ação deste enzima.

**1 BLOCO - 50 MINUTOS**

**IDEIAS PRÉVIAS CONHECIDAS**

- As enzimas são feitas de células;
- As enzimas são gordura.

**ESTRATÉGIAS**

Compreensão do conceito de enzima com recurso a uma **Atividade Laboratorial** de forma a relacionar as enzimas e os fatores que afetam a atividade enzimática.

Em **Grupos de quatro elementos**, os alunos iniciam o procedimento experimental. A enzima em estudo é a catalase (presente no fígado) e os fatores enzimáticos são a temperatura e o pH.

O professor vai acompanhando a atividade laboratorial.

A partir das orientações cedidas pelo professor, cada grupo, após a realização da Atividade Laboratorial vai responder às questões inerentes à atividade. Os alunos têm a liberdade de discutir os resultados e conclusões no pequeno grupo.

Salienta-se ainda que como trabalho de pesquisa os alunos devem realizar uma atividade experimental (mentalmente) para testar o efeito da concentração da enzima na velocidade de reação.

**FORMAS DE DETEÇÃO**

- Observação direta dos alunos nas aulas.
- Levantamento das ideias pré-existentes dos alunos através de um questionário de deteção de conceções prévias (pré-teste).

**AVALIAÇÃO**

Os alunos, aquando da atividade laboratorial vão sendo observados e avaliados pelo docente. São avaliados parâmetros como: traz material de apoio; obedece às regras de segurança do laboratório; segue o procedimento experimental; reconhece e utiliza corretamente o material necessário; executa corretamente as tarefas a seu cargo; regista o que observa (esquematiza e legenda; anotações); integra e mobiliza os conhecimentos teóricos adequados; colaboração em grupo. Registo em **Grelha de Avaliação**.

Os resultados e conclusões podem ser discutidos no pequeno grupo entre os vários elementos de cada grupo.

Aplicação de um **questionário final** igual ao pré-teste para verificar a evolução das ideias dos alunos.

<p style="text-align: center;"><b>Logotipo da escola</b></p>	<p><b>UNIDADE:</b> Organismo Humano em Equilíbrio <b>SUBUNIDADE:</b> Sistema Digestivo</p>	<p style="text-align: right;"><b>Disciplina:</b> Ciências Naturais <b>Ano de escolaridade:</b> 9º <b>2013/2014</b></p>
<p><u><b>QUESTÃO-PROBLEMA</b></u> <b>Quais os fatores que influenciam a atividade enzimática?</b></p>	<p><b>OBJETIVO GERAL</b> Discussão dos resultados relativos à atividade laboratorial: Fatores que afetam a atividade enzimática.</p>	<p style="text-align: center;"><b>2 BLOCOS – 50+50 MINUTOS</b></p>
<p><b>IDEIAS PRÉVIAS CONHECIDAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- As enzimas são feitas de células;</li> <li>- As enzimas são gordura.</li> </ul>	<p><b>ESTRATÉGIAS</b> Com recurso à ferramenta <b>PowerPoint</b> e a um pequeno cartaz elaborado pelo docente, o professor incentiva a discussão no grupo de turma dos resultados obtidos na atividade laboratorial.</p> <p>A discussão no pequeno grupo durante a realização das atividades laboratoriais tem uma grande relevância permitindo uma troca de ideias e opiniões que possam existir entre os elementos do grupo mas, a discussão no grupo de turma acaba por ser um amplificador do número de opiniões que podem surgir, permitindo aos alunos um leque maior de situações diferentes. O debate gerado entre os alunos e professora é fundamental para potenciar a aquisição de novos conhecimentos e competências.</p>	
<p><b>FORMAS DE DETEÇÃO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Observação direta dos alunos nas aulas.</li> <li>- Levantamento das ideias pré-existentes dos alunos através de um questionário de deteção de conceções prévias (pré-teste).</li> </ul>	<p><b>AVALIAÇÃO</b> Os alunos, no decorrer das aulas vão sendo observados e avaliados seja ao nível do comportamento, participação, entre outros. São avaliados parâmetros como: traz material de apoio; obedece às regras da sala de aula; é pertinente na participação; estimula a participação dos colegas; executa corretamente as tarefas; integra e mobiliza os conhecimentos teóricos adequados. Registo em <b>Grelha de Avaliação</b>. Aplicação de um <b>questionário final</b> igual ao pré-teste para verificar a evolução das ideias dos alunos.</p>	

Logotipo da escola

UNIDADE: Organismo Humano em Equilíbrio

SUBUNIDADE: Sistema Digestivo

Disciplina: Ciências Naturais

Ano de escolaridade: 9º

2013/2014

QUESTÃO-PROBLEMA

Qual a ação da saliva sobre o amido?

**OBJETIVO GERAL**

Perceber a ação da enzima amilase sobre o amido utilizando um meio próprio à detecção dessa atividade por observação direta bem como a influência da temperatura na ação desta enzima. Perceber que a digestão do amido se inicia na boca.

**1 BLOCO – 50 MINUTOS**

**IDEIAS PRÉVIAS CONHECIDAS**

- As enzimas são feitas de células;
- O estômago é o órgão mais importante no processo digestivo;
- Não associação entre a boca e a existência de enzimas
- A digestão começa e termina no estômago;

**ESTRATÉGIAS**

Compreensão do papel das enzimas no processo de digestão com recurso a uma **Atividade Laboratorial** de forma a relacionar ambos os conceitos.

Em **Grupos de quatro elementos**, os alunos iniciam o procedimento experimental. A enzima em estudo é a amilase salivar (presente na saliva) e os fatores enzimáticos são a temperatura.

O professor vai acompanhando a atividade laboratorial.

A partir das orientações cedidas pelo professor, cada grupo, após a realização da Atividade Laboratorial vai responder às questões inerentes à atividade. Os alunos têm a liberdade de discutir os resultados e conclusões no pequeno grupo.

**FORMAS DE DETECÇÃO**

- Observação direta dos alunos nas aulas.
- Levantamento das ideias pré-existentes dos alunos através de um questionário de detecção de concepções prévias (pré-teste).

**AVALIAÇÃO**

Os alunos, aquando da atividade laboratorial vão sendo observados e avaliados pelo docente. São avaliados parâmetros como: traz material de apoio; obedece às regras de segurança do laboratório; segue o procedimento experimental; reconhece e utiliza corretamente o material necessário; executa corretamente as tarefas a seu cargo; regista o que observa (esquematiza e legenda; anotações); integra e mobiliza os conhecimentos teóricos adequados; colaboração em grupo. Registo em **Grelha de Avaliação**.

Os resultados e conclusões podem ser discutidos no pequeno grupo entre os vários elementos de cada grupo. Aplicação de um **questionário final** igual ao pré-teste para verificar a evolução das ideias dos alunos.

Logotipo da escola

UNIDADE: Organismo Humano em Equilíbrio

SUBUNIDADE: Sistema Digestivo

Disciplina: Ciências Naturais

Ano de escolaridade: 9º

2013/2014

QUESTÃO-PROBLEMA

**Qual a ação da saliva sobre o amido?**

**OBJETIVO GERAL**

Discussão dos resultados relativos à atividade laboratorial: Qual a ação da saliva sobre o amido? iniciando o estudo do Sistema Digestivo

**2 BLOCO – 50 + 50 + 50  
MINUTOS**

**IDEIAS PRÉVIAS CONHECIDAS**

- As enzimas são feitas de células;
- O estômago é o órgão mais importante no processo digestivo;
- Não associação entre a boca e a existência de enzimas.
- A digestão começa e termina no estômago;

**ESTRATÉGIAS**

Com recurso à ferramenta **PowerPoint**, a professora incentiva a discussão no grupo de turma dos resultados obtidos na segunda atividade laboratorial.

A discussão no pequeno grupo durante a realização das atividades laboratoriais tem uma grande relevância permitindo uma troca de ideias e opiniões que possam existir entre os elementos do grupo mas, a discussão no grupo de turma acaba por ser um amplificador do número de opiniões que podem surgir, permitindo aos alunos um leque maior de situações diferentes. O debate gerado entre os alunos e professora é fundamental para potenciar a aquisição de novos conhecimentos e competências.

A docente mostra ainda um vídeo elucidativo da Digestão e transformação de alimentos no interior do organismo humano.

**FORMAS DE DETEÇÃO**

- Observação direta dos alunos nas aulas.
- Levantamento das ideias pré-existentes dos alunos através de um questionário de deteção de conceções prévias (pré-teste).

**AVALIAÇÃO**

Os alunos, no decorrer das aulas vão sendo observados e avaliados seja ao nível do comportamento, participação, entre outros. São avaliados parâmetros como: traz material de apoio; obedece às regras da sala de aula; é pertinente na participação; estimula a participação dos colegas; executa corretamente as tarefas; integra e mobiliza os conhecimentos teóricos adequados. Registo em **Grelha de Avaliação**.

Aplicação de um **questionário final** igual ao pré-teste para verificar a evolução das ideias dos alunos.

**Anexo II - Questionário de deteção das conceções prévias dos alunos sobre a temática  
“Digestão e Transformação de Alimentos”**

(Pré teste e pós teste)



Nome: \_\_\_\_\_

N.º de Ordem: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2014

Professor:  
\_\_\_\_\_

Este teste diagnóstico tem por objetivo perceber as vossas conceções sobre a “Digestão e a Transformação de Alimentos” **não tendo qualquer influência na avaliação final da disciplina.**

### **Parte A**

1. Desenha, na figura 1, os órgãos pertencentes ao Sistema Digestivo Humano. **Não te esqueças de legendar** cada um dos órgãos.

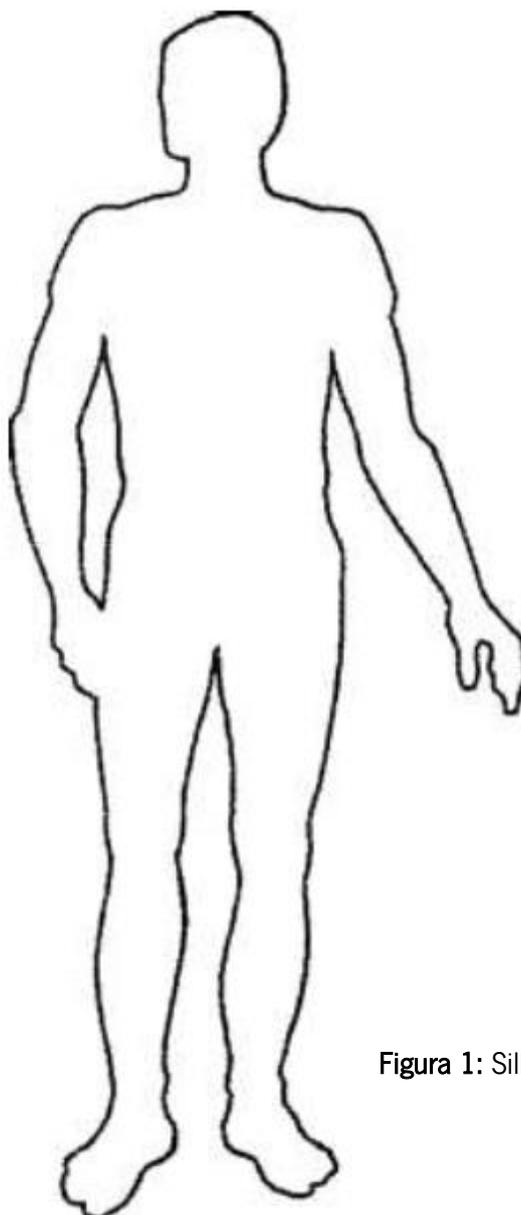


Figura 1: Silhueta Humana

1.1. Dos órgãos que desenhaste, indica os que constituem o tubo digestivo.

---

---

1.2. Dos órgãos que desenhaste, indica os que pertencem ao grupo das glândulas anexas.

---

---

1.3. Em que critério te baseaste para distinguir os constituintes que indicaste em 2.1 e 2.2?

---

---

---

**Parte B**

1. Um destes dois esquemas pretende representar o processo digestivo.

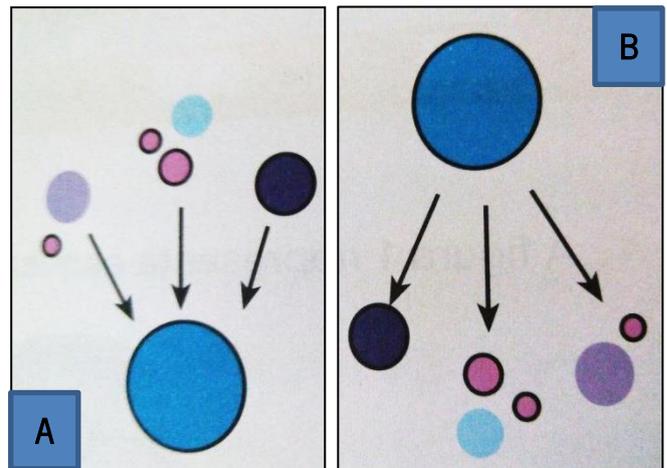


Figura 2. Representações

Escolhe, entre os dois desenhos (Figura 2A ou figura 2B) aquele que poderá ilustrar esse processo?

---

1.1. Justifica a tua escolha.

---

---

---

2. No livro de Ciências Naturais o Afonso leu que as enzimas são importantes para a sobrevivência dos seres humanos. Ficou intrigado e tratou de as estudar. Verifica o que sabes sobre enzimas assinalando como verdadeiro (V) e Falso (F) todas as afirmações que acompanham a seguinte questão.

- (A) As enzimas são substâncias orgânicas;
- (B) As enzimas são feitas de células;
- (C) As enzimas são proteínas;
- (D) Na digestão, as enzimas têm um papel secundário;
- (E) As enzimas intervêm apenas na digestão.
- (F) As enzimas são importantes na digestão;
- (G) As enzimas que intervêm na digestão são ingeridas junto com os alimentos;
- (H) As enzimas são produzidas ao longo do sistema digestivo.

3. Por que razão devemos mastigar bem os alimentos?

---



---



---

4. Assinala a **opção correta**. A digestão do pão começa:

- A) Imediatamente após o engolirmos;
- B) Na boca;
- C) Só se inicia no estômago;
- D) No intestino delgado.

4.1. Justifica a tua escolha.

---



---

5. Já ouviste falar em substâncias ácidas e básicas? Qual deste grupo de substâncias possui um valor de pH baixo?

---



---

**6. Ligando apenas um elemento da coluna 1 com um elemento da coluna 2** faz a correspondência entre os elementos das duas colunas.

**Coluna 1**

- (A) Boca
- (B) Estômago
- (C) Intestino

**Coluna 2**

- 1. Tem um pH ácido
- 2. Tem um pH básico
- 3. Tem um pH neutro

**7. Liga, por setas, as partes do sistema digestivo onde pensas que atuam enzimas.**

**Coluna 1**

- (A) Enzimas

**Coluna 2**

- 1. Estômago
- 2. Boca
- 3. Intestino Delgado
- 4. Intestino Grosso

**8. Assinala a opção correta.** Em que ponto do sistema digestivo, os produtos de digestão passam para o sangue.

- A) Estômago;
- B) Boca;
- C) Intestino Delgado;
- D) Intestino Grosso.

**8.1. Explica a tua resposta.**

---

---

---

---

### **Anexo III –Atividades Laboratoriais**

Atividade 1 – Fatores que afetam a atividade enzimática

Atividade 2 – Qual a ação da saliva sobre o amido?



Logotipo da escola	Departamento de Ciências Físico - Naturais	Ano Letivo 2013/2014
	<b>Atividade Laboratorial</b>	Turma 9º__
	Nome: _____ N.º de Ordem: _____ Data: ___ de _____ de 2014	Professor: _____

**Duração:** 50 minutos

Certamente recordas-te de ter respondido a algumas questões sobre enzimas. Neste sentido, vamos realizar uma atividade laboratorial que possa fornecer-te mais algumas informações sobre este assunto e clarificar algumas dúvidas que possam existir.

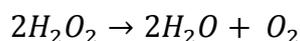
---

## FATORES QUE AFETAM ATIVIDADE ENZIMÁTICA

---

### INTRODUÇÃO

A catalase é uma enzima presente nas células animais que acelera a degradação intracelular do peróxido de hidrogénio em água e oxigénio. Trata-se de um composto tóxico formado nas células como produto secundário de muitas reacções metabólicas. Neste sentido, a catalase assume um papel importante no processo de desintoxicação das células, de acordo com a seguinte reacção:



O presente trabalho prático centra-se no estudo da ação da enzima catalase existente no fígado e simultaneamente uma das enzimas com maior capacidade de transformação do respetivo substrato.

### MATERIAL POR GRUPO DE TRABALHO

- 5 Tubos de ensaio;
- 1 suporte para tubos de ensaio;
- 1 Pinça;
- 1 Balança;
- 2 Pipetas (5 ml);
- Fio Norte;
- Papel de alumínio;
- 1 Bisturi;
- 1 Caneta de acetato.
- Ácido clorídrico (HCl) a 0,5%;
- Peróxido de Hidrogénio ( $H_2O_2$  – água oxigenada);
- Fígado de galinha;

## PROCEDIMENTO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

### PARTE 1

1. Numera os tubos de A a E;
2. Adiciona 2ml de Peróxido de Hidrogénio (  $H_2O_2$  ) a todos os tubos;
3. Adiciona 4 ml de *HCl* 0,5% ao tubo B;
4. Pesa 0,6 g de fígado fresco e adiciona ao tubo A classificando a velocidade da reação de acordo com a tabela fornecida (tabela 1).
5. Pesa 0,6 g de fígado fresco e adiciona ao tubo B classificando a velocidade da reação;
6. Antes de prosseguires com a realização da atividade experimental responde à seguinte questão:
  - 6.1. Que explicação encontras para as diferenças observadas entre o que aconteceu no tubo B relativamente ao tubo A?

---

---

---

7. Adiciona agora ao tubo C uma porção de 0,6g de fígado cozido (previamente pesado) e classifica a velocidade da reação.
8. Adiciona agora ao tubo D uma porção de 0,6g de fígado congelado (previamente pesado) e classifica a velocidade da reação.
9. Antes de prosseguires com a realização da atividade experimental responde à seguinte questão:
  - 9.1. Como explicas as diferenças que observaste entre o que aconteceu nos tubos C e D e o verificado no tubo A?

---

---

---

10. Qual terá sido a função do tubo E nesta atividade?

---

---

11. Com auxílio da professora coloca o “pavio” (fio norte) em brasa na boca de cada tubo e regista o que observas. **Nota importante:** na presença de oxigénio as combustões são ativadas.

**Tabela 1:** Velocidade da reação.

<b>Tipo de Reação</b>	<b>Código</b>
Ausência de reação	0
Reação muito lenta	+
Reação lenta	++
Reação rápida	+++

**Tabela 2:** Tabela de registo da velocidade de reação.

<b>Tubo</b>	<b>Código da Velocidade de Reação</b>
A	
B	
C	
D	
E	

## QUESTÕES

1. Em que condições experimentais a enzima catalase foi capaz de acelerar a “degradação” do peróxido de hidrogénio?

---

---

2. Indica os fatores experimentais que inibem a atividade da enzima catalase presente no fígado.

---

---

---

4. Após a conclusão desta atividade com que ideia ficaste sobre o que são enzimas?

---

---

---

---

<b>Logotipo da escola</b>	<b>Departamento de Ciências Físico - Naturais</b>	<b>ANO LETIVO 2013/2014</b>
	<b>Atividade Laboratorial</b>	<b>Turma 9._</b>
	Nome: _____ N.º de Ordem: _____      Data: ____ de _____ de 2014	<b>Professor:</b> _____

**Duração:** 50 minutos

Certamente recordas-te de ter respondido a algumas questões sobre “A digestão e a transformação química dos alimentos”. Neste sentido, vamos realizar uma atividade laboratorial que possa fornecer-te mais algumas informações sobre este assunto e clarificar possíveis dúvidas relativas a esta temática.

---

### QUAL A AÇÃO DA SALIVA SOBRE O AMIDO?

---

#### INTRODUÇÃO

A amilase salivar é uma enzima presente na saliva que digere parcialmente o amido e converte-o em maltose.

O presente trabalho prático centra-se no estudo da ação da enzima amilase sobre o amido utilizando um meio propício à deteção dessa atividade por observação direta.

O meio escolhido (agar) apresenta uma tonalidade incolor e transparente depois de preparado. Quando se adiciona o amido, esse meio perde transparência, ficando branco e opaco. Por sua vez, a amilase (presente na saliva), ao digerir o amido, devolve ao meio a sua transparência inicial.

#### MATERIAL POR GRUPO DE TRABALHO

- 3 Caixa de Petri com meio de Agar 2% e Amido 1% com seis poços numerados;
- 4 Copos para salivas;
- 5 Pipetas de plástico;
- Solutos de lugol;
- Tabela para registo de resultados
- Água Destilada;
- Régua;
- Marcador;
- Vidro de relógio;
- Saliva.

### PROCEDIMENTO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

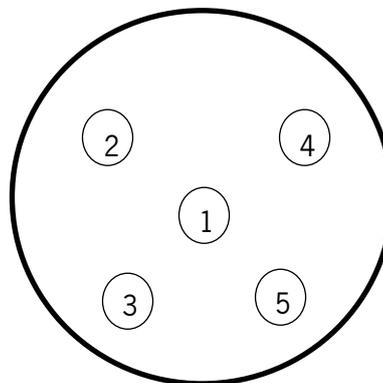
1. No poço nº1 das caixa de Petri colocar 2 gotas de água destilada;
2. Recolher a saliva de 4 dadores diferentes, numerar os respetivos copos de 2 a 5 e identificar na tabela fornecida a correspondência ao dador;
3. Nas caixa de Petri colocar duas gotas de saliva de cada um dos dadores no respetivo poço de acordo com:

Poço nº 2 —————> Saliva de A

Poço nº 3 —————> Saliva de B

Poço nº 4 —————> Saliva de C

Poço nº 5 —————> Saliva de D



4. Em seguida, colocar uma das caixas de Petri na estufa a 37°, outra no gelo e outra à temperatura ambiente. Deixar atuar durante 4 a 5 horas;
5. Responde agora às seguintes questões.

5.1. Que resultados esperas obter nas respetivas caixas de Petri?

---

---

---

---

5.2. Qual a razão de se ter colocado água num dos poços?

---

---

---

6. Terminando este tempo, interromper a atividade enzimática da amílase através da lavagem das caixas de Petri. Lavar com água e escorrer a caixa de Petri (não utilizar jacto de água pois o meio pode descolar);
7. Verter sobre o meio uma quantidade de solução de lugol suficiente para cobrir a placa. Deixar atuar durante alguns segundos e escorrer;

8. Lavar com água e escorrer;
9. Medir o diâmetro das auréolas da caixa de Petri e anotar os valores correspondentes na tabela 1.
10. Regista os resultados na tabela seguinte:

**Tabela 1:** Tabela de registo dos resultados

Poço	Identificação	Diâmetro Total	Diâmetro Corrigido (Diâmetro Total menos o Diâmetro do poço)
Poço nº 1			
Poço nº 2			
Poço nº 3			
Poço nº 4			
Poço nº 5			
Poço nº 6			

### QUESTÕES

Responde agora às seguintes questões.

1. Por que razão se colocou as caixas de Petri em condições experimentais diferentes?

---



---



---

2. O que podes concluir da observação das caixas de Petri?

---



---



---

3. Após a conclusão desta atividade em que parte do sistema digestivo se inicia a digestão d pão?

---



---

4. Em teu entender, qual será a temperatura óptima de atuação desta enzima?

---

---



5. Aquilo que observaste nesta atividade está de acordo com o que esperavas?  
Justifica.

---

---

---

---

Anexo IV – Apresentação PowerPoint utilizada na discussão dos resultados da primeira atividade prática laboratorial





# SISTEMA DIGESTIVO

## 1. ENZIMAS

Ciências Naturais 9º ano  
Prof. Cláudia Castro Araújo

Diapositivo 1



## ENZIMAS

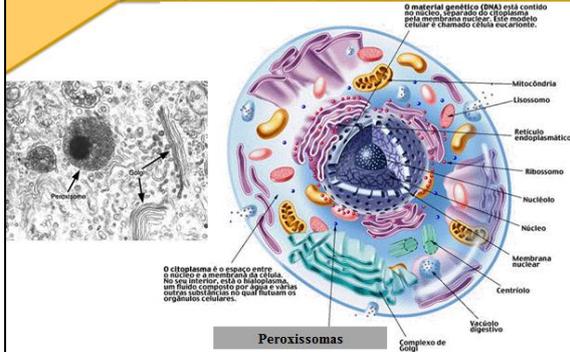
### Catalase

Ação da enzima

$$2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$$

Acelera a degradação do Peróxido de Hidrogénio em água e oxigénio.

Diapositivo 2

O material genético (DNA) está contido no núcleo, separado por uma membrana nuclear. Este modelo celular é chamado célula eucariótica.

O citoplasma é o espaço entre o núcleo e a membrana da célula. No seu interior, está o citoplasma, um fluido. Contém por dentro a maioria dos organelos celulares.

Diapositivo 3



## ENZIMAS

### Peróxido de Hidrogénio

Composto tóxico para as células  
Produto do metabolismo celular

$$2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$$

Acumulação de Peróxido de Hidrogénio pode trazer algumas lesões para as células.

Diapositivo 4



# RESULTADOS

## Atividade Laboratorial

Diapositivo 5



### Tubo A

Fígado Fresco  
+  
Peróxido de Hidrogénio



Diapositivo 6



**Tubo B**

**Figado Fresco**  
+  
**Peróxido de Hidrogénio**  
+  
**HCl 0,5%**



Diapositivo 7



**Tubo C**

**Figado Cozido**  
+  
**Peróxido de Hidrogénio**



Diapositivo 8



**Tubo D**

**Figado Congelado**  
+  
**Peróxido de Hidrogénio**

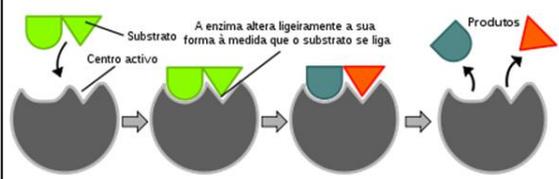


Diapositivo 9



**ENZIMA E SUBSTRATO**

$2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$



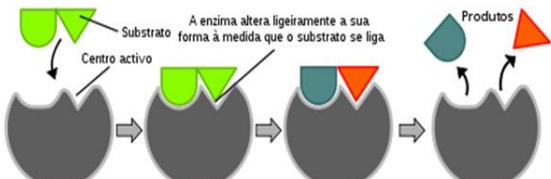
Substrato entrando no centro activo da enzima    Complexo enzima/substrato    Complexo enzima/produto    Produtos deixando o centro activo da enzima

A enzima altera ligeiramente a sua forma à medida que o substrato se liga.

Diapositivo 10



$2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$

Substrato    Centro activo    Produtos

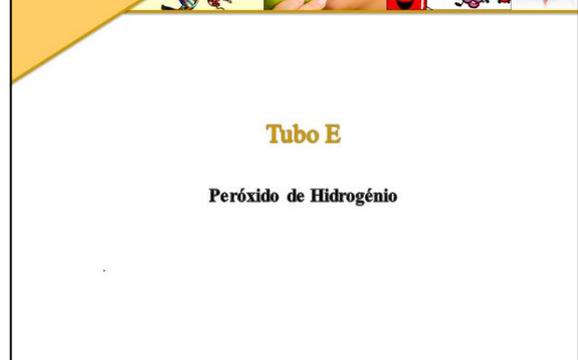
A enzima altera ligeiramente a sua forma à medida que o substrato se liga.

Diapositivo 11

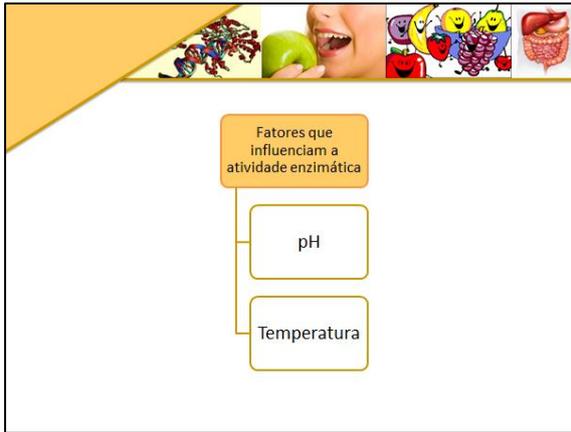


**Tubo E**

**Peróxido de Hidrogénio**



Diapositivo 12



Diapositivo 13

**O QUE SÃO ENZIMAS?**

SÃO SUBSTÂNCIAS ORGÂNICAS DE NATUREZA PROTEICA QUE TÊM UMA FUNÇÃO CATALÍTICA, OU SEJA, ACELERAM A VELOCIDADE DE REAÇÃO SEM SEREM CONSUMIDAS.

This slide has the same decorative header as slide 13. The main content is a definition of enzymes in bold, uppercase letters.

Diapositivo 14



**Anexo V – Apresentação PowerPoint utilizada na discussão dos resultados da segunda  
atividade prática laboratorial**



# SISTEMA DIGESTIVO

## 2. DIGESTÃO E A TRANSFORMAÇÃO DE ALIMENTOS

Ciências Naturais 9º ano  
Prof. Cláudia Castro Araújo

Diapositivo 1

## ENZIMAS

### Amlase Salivar

Qual a ação da amilase sobre o amido?

**Amido** → Maltose

Diapositivo 2

Meio com Agar e Amido

Saliva

Diapositivo 3

Temperatura ambiente

37°C

Dispositivo 4

LUGOL

Diapositivo 5

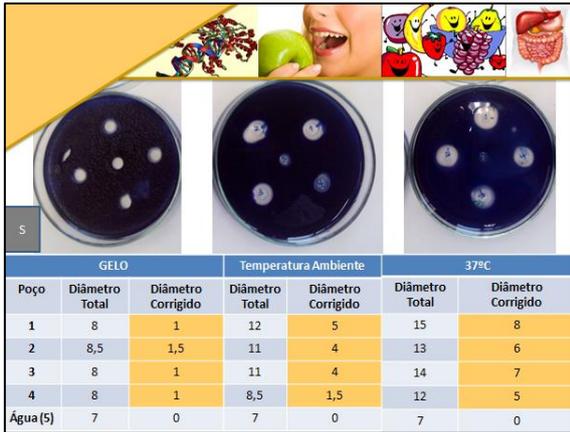
Auréola

Poço com saliva

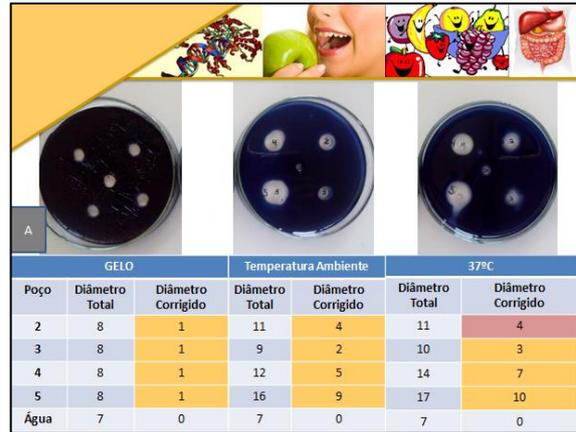
Poço com água

**Amido** → Maltose

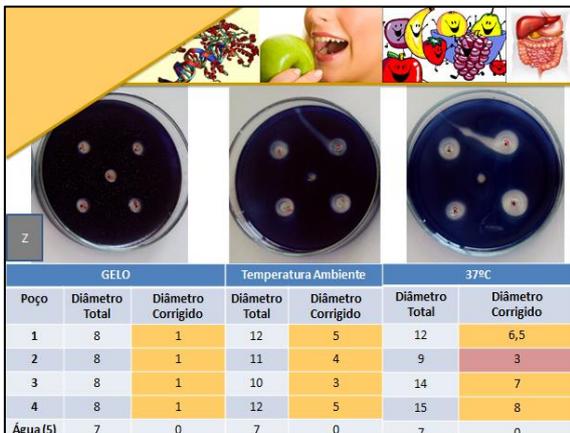
Diapositivo 6



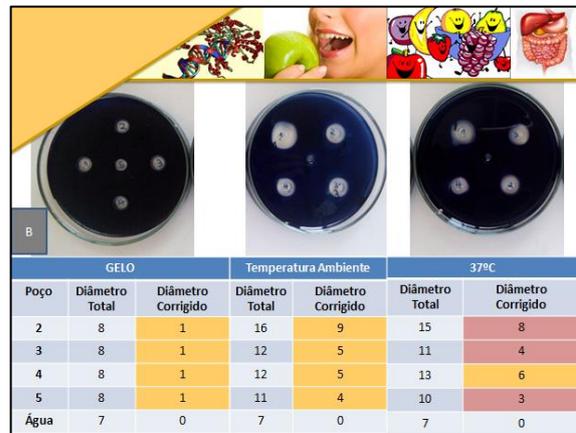
Diapositivo 7



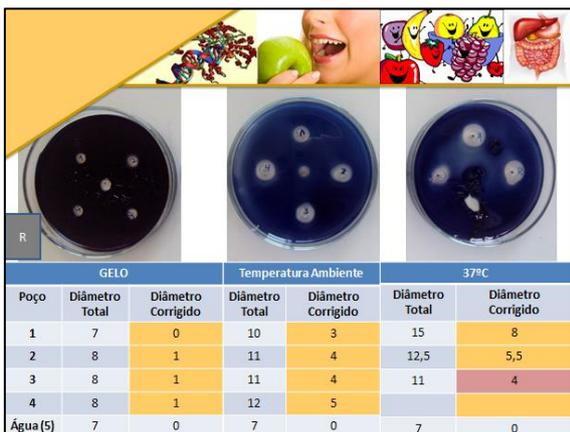
Diapositivo 8



Diapositivo 9



Diapositivo 10



Diapositivo 11

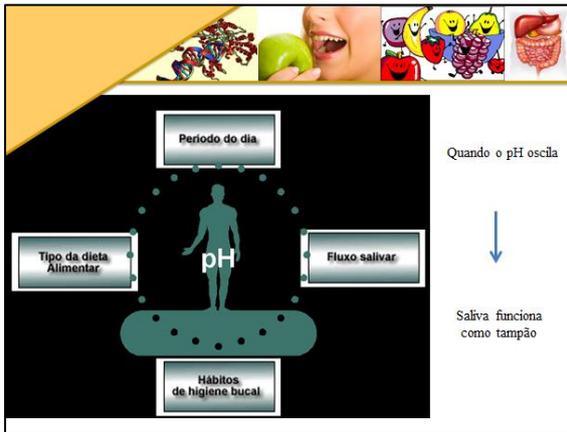
**ENZIMAS**

**Possíveis Erros**

---

- Erros de Medição das salivas
- Atividade enzimática nas placas colocadas no gelo pode dever-se ao facto de não serem imediatamente postas no congelador.

Diapositivo 12



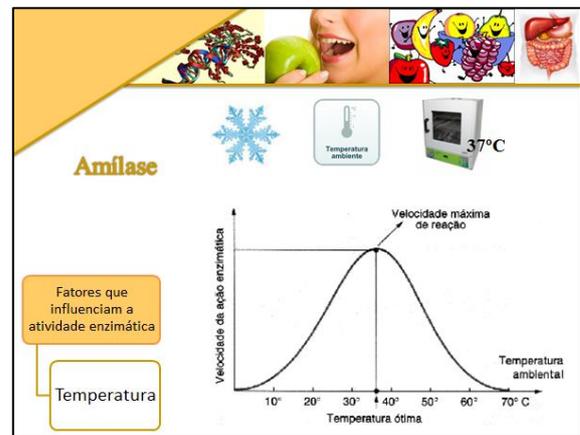
Diapositivo 13



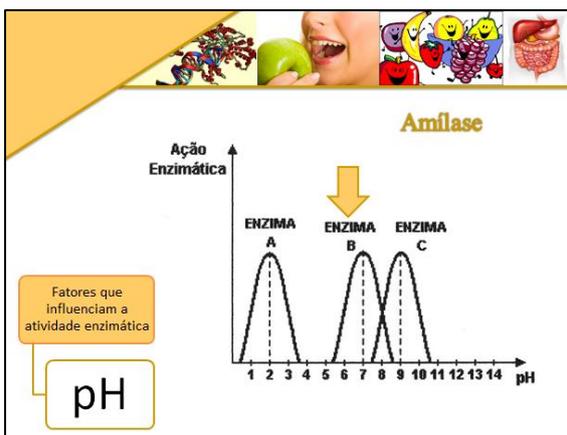
Diapositivo 14



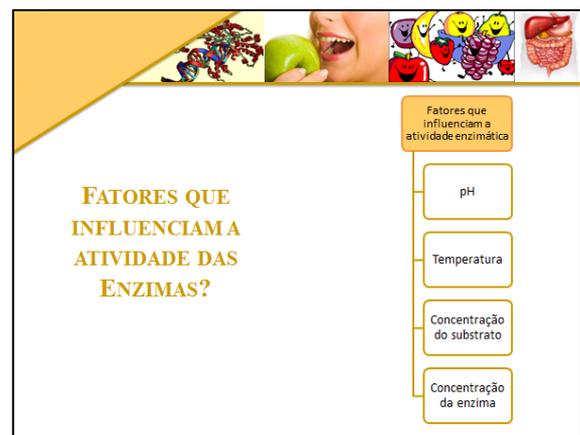
Diapositivo 15



Diapositivo 16



Diapositivo 17



Diapositivo 18

## DIGESTÃO NA BOCA

**Digestão mecânica** – Mastigação feita pelos dentes e língua.

Digestão Química			
pH	Suco Digestivo	Enzima	Ação da enzima
Neutro	Saliva	Amilase Salivar	Desdobra o amido em Maltose.

Diapositivo 19

Diapositivo 20

### Digestão do pão inicia-se na boca

### Tubo Digestivo

### Glândulas Anexas

**Boca**

**Glândulas Salivares**

**Fígado**

**Intestino Delgado**

**Intestino Grosso**

**Faringe**

**Esófago**

**Estômago**

**Pâncreas**

**Ânus**

Diapositivo 21

**Tubo Digestivo**

- Boca
- Faringe
- Esófago
- Estômago
- Intestino Delgado
- Intestino Grosso
- Ânus

ÓRGÃOS POR ONDE PASSAM OS ALIMENTOS E ATRAVÉS DOS QUAIS SOFREM TRANSFORMAÇÕES FÍSICAS E QUÍMICAS.

**Glândulas Anexas**

- Glândulas Salivares
- Fígado
- Pâncreas

ÓRGÃOS QUE PRODUZEM SUBSTÂNCIAS QUE SÃO LIBERTADAS PARA O TUBO DIGESTIVO E QUE ALTERAM QUÍMICAMENTE OS ALIMENTOS.

Diapositivo 22

## Digestão

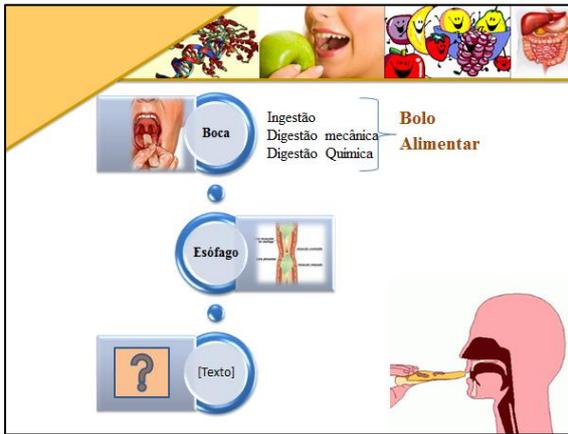
- Desdobramento de moléculas mais complexas em moléculas mais simples.
- Os alimentos são sujeitos a um conjunto de transformações:
  - Físicas ou Mecânicas**
  - Químicas:** Ação das Enzimas.

Diapositivo 23

## ESÓFAGO

**Digestão Mecânica** – Movimentos Peristálticos

Diapositivo 24



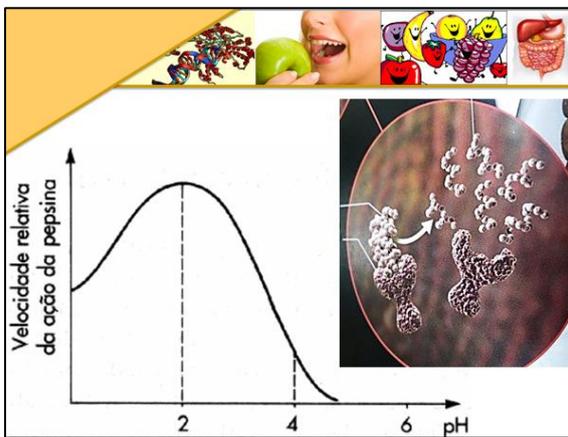
Diapositivo 25

### DIGESTÃO NO ESTÔMAGO

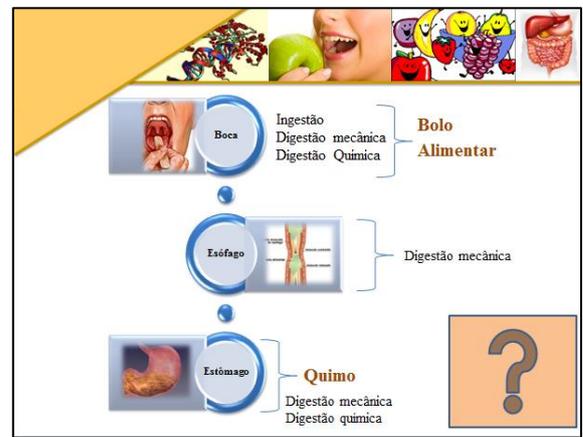
**Digestão mecânica** Movimentos peristálticos

Digestão Química			
pH	Suco Digestivo	Enzima	Ação da enzima
Ácido	Suco Gástrico (contém ácido clorídrico)	Pepsina	Desdobra as proteínas em péptidos.

Diapositivo 26



Diapositivo 27



Diapositivo 28

### DIGESTÃO NO INTESTINO DELGADO

**Bilis**

- O fígado produz a Bilis que é armazenada na vesícula biliar.
- A bilis não é uma enzima e tem como função emulsionar as gorduras, de modo, a facilitar a sua atuação.
- Ajuda a neutralizar o quimo.

**Suco intestinal.**

- Segregado pelo intestino delgado. Contém enzimas.

**Suco Pancreático**

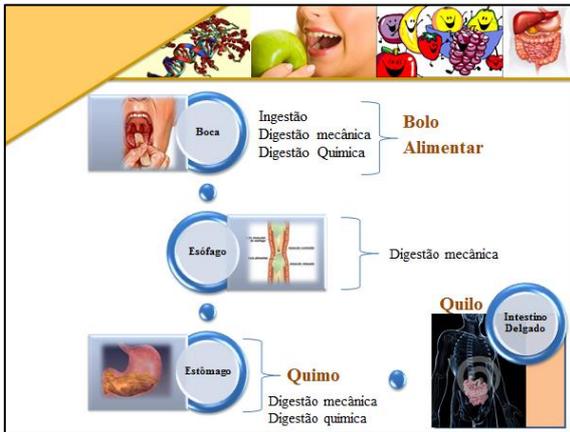
- Segregado pelo pâncreas. Contém enzimas.

Diapositivo 29

### DIGESTÃO NO INTESTINO DELGADO

Órgão	Digestão Química			
	pH	Suco Digestivo	Enzima	Ação da enzima
Intestino Delgado	Básico	Suco Intestinal	Maltase Sacarase Lactase Lipase intestinal	Maltose Sacarose Lactose Lípidos
		Suco Pancreático	Amilase Pancreático Lipase Pancreática Tripsina	Amido (que ainda resta) Lípidos Proteínas

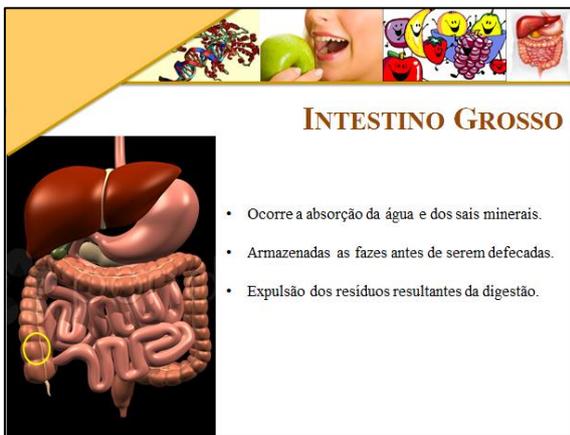
Diapositivo 30



Diapositivo 31



Diapositivo 32



Diapositivo 33

