

UNIVERSIDADE DO PORTO

Faculdade de Ciências do Porto

Dissecação virtual on-line vs. Dissecação Real

"Um estudo comparativo no Ensino Básico"

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Educação Multimédia, realizada sob a orientação do Doutor Jorge Ventura, Professor no Departamento de Engenharia Biológica, na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro e Doutor Duarte Costa Pereira, Professor no Departamento de Química da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

Susana Patrícia de Sousa Arouca

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Departamento de Química

2007

Biblioteca
Faculdade de Ciências
Universidade do Porto
D000119412

FACULDADE DE CIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DO PORTO

UNIVERSIDADE DO PORTO

Faculdade de Ciências do Porto

Dissecação virtual on-line vs. Dissecação Real

"Um estudo comparativo no Ensino Básico"

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Educação Multimédia, realizada sob a orientação do Doutor Jorge Ventura, Professor no Departamento de Engenharia Biológica, na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro e Doutor Duarte Costa Pereira, Professor no Departamento de Química da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

Susana Patrícia de Sousa Arouca

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
Departamento de Química

2007

Universidade do Porto
FACULDADE DE CIÊNCIAS

Dissecação virtual on-line vs. Dissecação Real

"Um estudo comparativo no Ensino Básico"

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA PARA SATISFAÇÃO PARCIAL DOS REQUISITOS DO CURSO DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO MULTIMÉDIA

UNIVERSIDADE DO PORTO
BIBLIOTECA
Sala
Coloc. TMUP-124
N.º 9542
Depart. Química

Está conforme
O Presidente do júri

ORIENTADORES: PROF. DOUTOR DUARTE COSTA PEREIRA
PROF. DOUTOR JORGE VENTURA

Ao meu marido, com todo o meu carinho.

Agradecimentos

Este espaço é dedicado àqueles que deram a sua contribuição para que esta dissertação fosse realizada. A todos eles deixo aqui o meu agradecimento sincero.

O principal prejudicado com esta minha dissertação foi o Hélder. A ele, antes de a quaisquer outros, devo o profundo agradecimento pelo modo como me aturou, pelo modo como sempre me apoiou e acompanhou ao longo desta árdua e custosa caminhada. Sempre que necessário soube aconselhar e soube criticar, como sempre e em tudo na vida. Pelas alegrias, momentos felizes, desânimos, angústias e essencialmente pela compreensão.

Aos meus pais, Adriano e Delfina pela forma como me incutiram a alegria de viver, fazer tudo o melhor possível e a confiança necessária para realizar os meus sonhos.

Ao meu irmão pelo apoio prestado, pela compreensão e claro por estar sempre a torcer por mim.

Ao meu orientador, Professor Duarte Costa Pereira a forma como orientou o meu trabalho. As notas dominantes da sua orientação foram a utilidade das suas recomendações e a cordialidade com que sempre me recebeu. Estou grato por ambas e também pela liberdade de acção que me permitiu, que foi decisiva para que este trabalho contribuísse para o meu desenvolvimento pessoal.

Ao meu orientador, Professor Doutor Jorge Ventura, pelo apoio e orientação disponibilizados na realização deste trabalho, conselhos e sugestões, além das palavras de ânimo que imprimia sempre que achava necessário.

Ao Romãozinho, meu colega de mestrado que sempre me incentivou, mesmo quando estava mais desanimada.

Deixo também uma palavra de agradecimento à UTAD por me deixar utilizar as instalações.

Ao Professor Doutor Eurico Carrapatoso, pela atenção e dispor que sempre demonstrou.

Ao Professor Doutor João Paiva pelo interesse, apoio, disponibilidade que demonstrou na etapa final.

Finalmente, gostaria de deixar dois agradecimentos muito especiais, Ana Maria Fraga e Donzília Costa, excelentes técnicas do laboratório da UTAD e bem dispostas que me auxiliaram na dissecação e técnicas histológicas.

Obrigada!

Resumo

A dissecação de espécies animais é uma tradição das aulas de Biologia. A maioria dos estudantes não tem mais nenhuma opção se não a de assistir à morte do animal e observar os órgãos, pelo menos de uma forma realística.

Com o aumento das novas tecnologias e as possibilidades que oferecem, surgem alternativas para a dissecação, contudo, levantam a questão da eficácia. Actualmente, com a utilização da World Wide Web encontram-se algumas dissecações virtuais em modo de demonstração, essencialmente com animais como sapos, por ser o animal mais utilizado nas escolas a nível mundial.

A grande questão é: "Será que estudar o sistema digestivo numa dissecação virtual on-line consegue obter resultados favoráveis ou comparáveis quando comparada com a dissecação real. Será o virtual uma alternativa sustentável?" Visto que quando ocorre uma dissecação se efectuam recolhas para a elaboração de lâminas, foi acrescentado à dissecação a área da histologia. Foi escolhido o sistema digestivo, por ser um dos sistemas mais importantes e complexos leccionados desde o ensino básico até ao ensino superior.

Este trabalho procura apresentar os resultados respeitantes à implementação de um modelo, levada a cabo com dois grupos de alunos que efectuaram a dissecação virtual, os grupos experimentais, confrontando-os com os obtidos em dois outros grupos que seguiram o modelo "tradicional", os grupos controlo. Os resultados dizem respeito a cinco níveis de análise: comportamento do pré-teste e pós-teste aos alunos, entrevista, observação participante e questionário a professores e alunos.

Com base nos resultados obtidos foi possível concluir sobre a existência de um paralelismo entre os grupos de controlo e os experimentais. Esta conclusão, indica que o laboratório virtual é uma alternativa viável, uma vez que não se matam animais, pode-se realizar inúmeras vezes, não se tem tantos gastos de material, todos os alunos podem realizar a experiência, pois, podem distribuir-se por vários computadores e não há problema em danificar a espécie, entre outras. No entanto, para muitos alunos a dissecação real é mais motivadora, porque existe um contacto efectivo com a espécie e com os instrumentos de dissecação.

Abstract

The dissection of animal species is a tradition in Biology lessons. Most of the students don't have any other option but to watch the killing of the animal and to observe the organs, at least in a real way.

With the increase of the new technologies and the possibilities that they offer, new alternatives appear to the dissection. However, we can arise the question of the effectiveness. Nowadays, with the use of World Wide Web we can easily find virtual dissections in a demonstration way, essentially with animals as toads, because it is the most used worldwide at school.

The great question is: "Will the study of the digestive system in an on-line virtual dissection obtain effective results when compared with the real dissection? Can the "virtual" be a sustainable alternative? "When a dissection occurs some samples are collected for the elaboration of slides, so histology was added to the dissection area. The digestive system was chosen, because it was one of the most complex and important systems taught from the basic to the superior teaching.

This work aim is to present the results of the implementation of a model, carried out with two groups of students who made the virtual dissection, the experimental groups, confronting them with those that were obtained by two other groups that followed the "traditional" model, the control groups. The results include five analysis levels: behaviour of the pre and after testing to the students, interview, participant observation and questionnaire both to teachers and students.

With the obtained results it was possible to reach the conclusion of the existence of a parallelism among the control and the experimental groups. This conclusion, indicates that the virtual laboratory is a viable alternative, once they don't kill animals, it can be accomplished innumerable times, there is not so many material expenses, all the students can perform the experience, because, they can be seated in front of several computers and there is no damaging of the species, among other reasons. However, for many students the real dissection is more challenging, because there is a close contact with the species and with the dissection tools.

Índice

REFERENCIAIS TEÓRICOS **1**

INTRODUÇÃO **2**

1. RELEVÂNCIA DO ESTUDO 2
2. OBJECTIVOS DO ESTUDO 7
3. ORGANIZAÇÃO DO ESTUDO 8

CAPÍTULO I **10**

1. As novas tecnologias da informação no ensino-aprendizagem *10*
2. A alfabetização científica *21*
3. Concepção, vantagens e inconvenientes das aplicações multimédia *25*
4. Concepção da aplicação multimédia *28*
5. Contextualização da constituição do organismo humano, nos actuais *30*
Curricula do Ensino Básico e Secundário *30*
6. Principais características histológicas e fisiológicas do aparelho digestivo *31*

"DA GÉNESE DA INVESTIGAÇÃO AOS RESULTADOS DO TRABALHO" **69**

CAPÍTULO II **70**

LABORATÓRIOS VIRTUAIS: PLANIFICAÇÃO E DESENVOLVIMENTO 70

CAPÍTULO III **82**

METODOLOGIA 82
1. Questão da Investigação *83*
1.1 Caracterização da Amostra *83*
1.2 Selecção da Metodologia de Recolha de Dados *84*
1.3 Recolha dos dados *87*
1.4 Escala de Avaliação das Actividades das Dissecações – Dimensões em Análise *91*
1.5 Descrição e Selecção da Metodologia de Análise e Tratamento de Dados *94*
1.6 Validade da Investigação *96*

CAPÍTULO IV **99**

RESULTADOS DA INVESTIGAÇÃO 99
1. Análise dos dados quantitativos *99*
2. Análise dos dados qualitativos *103*
2.1 Questionário aos Professores *103*
2.2 Questionário aos Alunos *105*
2.3 Entrevista à Professora *106*
2.4 Observação pela investigadora aos alunos do grupo experimental e controlo *106*

CONCLUSÕES DA INVESTIGAÇÃO **108**

INTRODUÇÃO *108*
1. Conclusões *108*
2. Dificuldades encontradas na execução do projecto e limitações do estudo *111*

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS **114**

APÊNDICES **119**

APÊNDICE I 120
Figuras *120*
APÊNDICE II 127
Questionário dos Professores *127*
APÊNDICE III 129
Respostas dos professores ao questionário *129*
APÊNDICE IV 137
Escala de Avaliação das Actividades das dissecações *137*
APÊNDICE V 140
Gráficos das escalas de avaliação das actividades das dissecações *140*
APÊNDICE VI 145
Pré-teste e pós-teste *145*

APÊNDICE VII 147
Correcção do pré-teste e do pós-teste *147*
APÊNDICE VIII 148
Resultados do pré-teste e do pós-teste do grupo controlo e experimental A e B *148*
APÊNDICE IX 152
Grelha de observação participante *152*
APÊNDICE X 153
Guião da entrevista *153*
APÊNDICE XI 154
Transcrição da entrevista *154*
APÊNDICE XII 156
Exemplo de uma sequência didáctica para o estudo do Sistema Digestivo, utilizando a aplicação *156*
APÊNDICE XIII 157
Alguns comentários de alunos e colegas *157*
APÊNDICE XIV 158
E-mail enviado para Susana Arouca pela Associação Animal *158*

Índice de Figuras

Figura 1 – Objectos de avaliação 16
Figura 2 – Concepção de aplicações multimédia. Fases de processo e produtos. 28
Figura 3 – Página inicial, onde são feitas as apresentações do site. 76
Figura 4 – Constituição do menu do laboratório 77
Figura 5 – Exemplo de uma página da lição. 77
Figura 6 – Exemplo de uma imagem ampliada 78
Figura 7 – Microfotografia de uma lâmina histológica de fígado 78
Figura 8 – Exemplo da janela de glossário após clicar no hyperlink. 79
Figura 9 – Exemplo do vídeo da dissecação e das técnicas histológicas. 79
Figura 10 – Exemplo da simulação. 80
Figura 11 – Exemplo de um jogo. 80
Figura 12 – Página de abertura do fórum. 81
Figura 13 – Esquema do aparelho digestivo humano (Tavares, 1994) 120
Figura 14 – Cavidade da boca (Tavares, 1994) 120
Figura 15 – Face dorsal da língua (Tavares, 1994) 121
Figura 16 – Constituição do dente (Tavares, 1994) 121
Figura 17 – Secção de corte do estômago (Seeley, 1997) 122
Figura 18 – Secção histológica da parede do estômago (Seeley, 1997) 122
Figura 19 – Constituição estrutural da parede do duodeno (Seeley, 1997) 123
Figura 20 – Disposição e estrutura das vilosidades intestinais (Seeley, 1997) 123
Figura 21 – Intestino grosso e o canal anal (Seeley, 1997) 124
Figura 22 - Localização das três grandes glândulas salivares (Seeley, 1997) 124
Figura 23 – Face anterior (A) e face inferior (B) do fígado (Seeley, 1997) 125
Figura 24 – Lóbulo hepático com o sistema porta (Seeley, 1997) 125
Figura 25 – Anatomia (A) e histologia do pâncreas (B) (Seeley, 1997) 126

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Número de alunos e alunas do Grupo Experimental A e B..... 83
Tabela 2 – Número de alunos e alunas do Grupo Controlo A e B..... 84
Tabela 3 – Caracterização sumária dos professores que preencheram os questionários..... 88
Tabela 4 – Comparação estatística da M (Média) do pré-teste e do pós-teste do GCA..... 99
Tabela 5 - Comparação estatística da M (Média) do pré-teste e do pós-teste do GEA..... 100
Tabela 6 – Comparação estatística da M (Média) do pré-teste e do pós-teste do GCB..... 100
Tabela 7 – Comparação estatística da M (Média) do pré-teste e do pós-teste do GEB..... 101
Tabela 8 – Comparação estatística da M (Média) para o GCA e GEA..... 102
Tabela 9 – Comparação estatística da M (Média) para o GCB e GEB..... 102
Tabela 10 – Resposta à pergunta número dois do questionário aos professores..... 129
Tabela 11 – Resposta à pergunta número três do questionário aos professores..... 130
Tabela 12 – Resposta à pergunta número cinco do questionário aos professores..... 131
Tabela 13 – Resposta à pergunta número seis do questionário aos professores..... 132
Tabela 14 – Resposta à pergunta número sete do questionário aos professores..... 133

Índice de Gráficos

Gráfico 1 – Resultados médios referentes à análise do site nas seis dimensões..... 67
Gráfico 2 – Valores atribuídos ao parâmetro relevância práticos e ideias úteis..... 91
Gráfico 3 – Valores atribuídos ao parâmetro ambiente interactivo..... 91
Gráfico 4 – Valores atribuídos ao parâmetro propósito e importância do projecto..... 92
Gráfico 5 – Valores atribuídos ao parâmetro interface do site..... 92
Gráfico 6 – Valores atribuídos ao parâmetro requisitos técnicos..... 93

Lista de Abreviaturas

A	**SELECÇÃO ALEATÓRIA**
ET AL.	***ET ALII* (E OUTROS)**
ETC.	***ET CETERA* (E O RESTO)**
GC	**GRUPO CONTROLO**
GE	**GRUPO EXPERIMENTAL**
M	**MÉDIA**
MBLS	**MICROCOMPUTER-BASED LABORATORIES**
P	**PROFESSOR**
O	**PRÉ-TESTE**
O	**PÓS-TESTE**
X	**UTILIZAÇÃO DO SITE "LABORATÓRIO VIRTUAL"**

REFERENCIAIS TEÓRICOS

INTRODUÇÃO

1. Relevância do estudo

Mensagem

> **Como foi referido por Ribeiro (1990), os meios tecnológicos, crescentemente sofisticados e acessíveis, (media, vídeo, computadores, entre outros) permitem a auto-formação em contextos informais e aumentam significativamente o potencial de informações e conhecimentos disponíveis. No entanto, para que essa aprendizagem seja mais significativa e relevante, deve insistir no desenvolvimento de aptidões, motivações e atitudes necessárias para tornar mais eficaz a aprendizagem dos indivíduos ao longo da sua vida e em outros enquadramentos sociais diferentes do escolar.**

Assim, segundo Ribeiro (1990):

- O processo de ensino-aprendizagem deveria, ainda, privilegiar a formação e treino de operações mentais ou métodos de pensar e agir, em vez de aquisição e transmissão de conteúdos;

- A aprendizagem fundamental na escola deveria focar-se, sobretudo, no pôr em prática métodos de pensamento analítico e crítico na resolução de problemas, sejam de que naturezas forem;

- A escola deveria promover o desenvolvimento de atitudes e valores nos alunos;

- O processo de ensino-aprendizagem deveria ser, igualmente, cada vez mais individualizado, respeitando o ritmo de aprendizagem de cada um e a profundidade e amplitude que melhor se adeqúe.

Neste contexto, Canavarro (1999) refere que o mundo tem sofrido alterações profundas nos últimos trinta anos, ao nível científico, tecnológico e social, algumas delas com particular relevância para o ensino das ciências. Keevs e Aikenhead (1995) destacam quatro dessas mudanças, que consideramos ser relevantes para o tema em foco:

(i) A massificação do ensino. Conduziu a um tipo de ensino mais geral e menos selectivo, frequentando por um número elevado de sujeitos.

(ii) A educação ao longo da vida e a noção de que a educação deve ser um processo dinâmico. Processo que acompanha o indivíduo ao longo da sua existência, como forma de lhe possibilitar encarar o desenvolvimento progressivo do conhecimento, as inovações tecnológicas e a mobilidade social a que estamos sujeitos no mundo actual.

(iii) A aprendizagem pela aprendizagem, para que o referido no ponto anterior possa ser bem sucedido. Torna-se imperioso que a escola ensine o indivíduo a pensar e aprender, permitindo-lhe o auto-conhecimento das capacidades cognitivas no sentido duma actualização contínua dos seus conhecimentos e capacidades.

(iv) A constante inovação tecnológica, nomeadamente nas áreas da microelectrónica, da energia, da biologia e das telecomunicações, que promove e origina mudanças radicais na vida em sociedade.

Segundo Canavarro (1999), o ensino das ciências tem vindo a procurar dar respostas a estas mudanças e às solicitações delas decorrentes, no sentido de contribuir para uma sociedade mais letrada, mais apta a lidar com a mudança, devendo, para tal, a educação científica:

(i) adaptar-se às exigências da sociedade que segundo Keeves e Aikenhead (1995) resulta da abordagem e cursos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade – com a apresentação da Ciência numa perspectiva de interligação à Tecnologia e à Sociedade) e, ainda, do reconhecimento da tecnologia como uma área formativa de maior importância;

(ii) permitir aos indivíduos pensar e agir de forma independente, devendo, para tal, apresentar ideias novas e treinar competências de investigação como forma a permitir-lhes a auto-regulação das aprendizagens, a satisfação pessoal e a responsabilidade pessoal.

Harms (1977) salientou esta ideia ao identificar quatro grandes objectivos que justificam a inclusão da ciência na escola:

(i) A Ciência deve permitir a satisfação das necessidades pessoais e sociais. O ensino da ciência deve preparar os alunos para a utilização da ciência no sentido da melhoria da qualidade de vida.

(ii) A Ciência deve permitir a resolução de problemas sociais correntes. O ensino da Ciência deve preparar cidadãos informados, capazes de lidar de maneira responsável com questões sociais com implicações ou fundamentos científicos.

(iii) A Ciência deve apoiar escolhas vocacionais. O ensino da ciência deve possibilitar aos estudantes um conhecimento da natureza e características das profissões da base científica e tecnológica, bem como deve permitir aos estudantes o teste das capacidades e aptidões necessárias para o desempenho dessas profissões.

(iv) A Ciência deve preparar para o prosseguimento dos estudos. O ensino da ciência deve favorecer o encorajamento da continuidade da aprendizagem académica de questões científicas e tecnológicas por parte dos estudantes.

Este trabalho tem por objectivo principal discutir a introdução de uma simulação de uma dissecação virtual de um coelho e a respectiva histologia ao nível do sistema digestivo, na escola a partir de uma perspectiva metodológica definida, onde os processos de ensino-aprendizagem são concebidos como fruto de um trabalho interactivo, no qual os alunos constroem o seu conhecimento.

Desta maneira, procura-se discutir as possíveis contribuições da informática para os processos de ensino-aprendizagem numa perspectiva que se opõe à mera transmissão de conhecimentos que, infelizmente, ainda predomina em grande parte das escolas portuguesas.

A informática tem sido introduzida muito mais como uma "inovação conservadora", não provocando mudanças e alterações substanciais nos modos de ensinar e aprender, exactamente por se manterem as práticas pedagógicas tradicionais onde o conhecimento é visto como uma mera informação a ser transmitida e assimilada, passivamente, pelos alunos, e não como fruto de um processo colectivo e socializado de construção.

Paulo Cysneiros (1999) relatou um estudo de Larry Cuban sobre a introdução de tecnologia na sala de aula, desde 1920, onde o autor chega à conclusão de que "o uso de artefactos tecnológicos na escola tem sido uma história de insucessos. Cysneiros acrescenta

que "a presença da tecnologia na escola, mesmo com bons softwares, não estimula os professores a repensarem os seus modos de ensinar nem os alunos a adoptarem novos modos de aprender".

Menciona ainda, que a introdução de novas tecnologias não mexe "qualitativamente com a rotina da escola, do professor ou do aluno, aparentando mudanças substantivas, quando na realidade apenas mudam-se as aparências".

O autor refere que, isto se dá, precisamente, porque as mudanças se fazem apenas ao nível técnico, mantendo-se a base pedagógica intacta: fluxo unidireccional de informações, "tipicamente um professor falando ou comentando imagens para alunas e alunos passivos".

O autor comenta que, a informática tem sido introduzida como um recurso técnico para ilustrar aulas tradicionais, substituindo o retroprojector ou o quadro negro ou para simplesmente auxiliar na transmissão de informações. Mesmo grande parte dos softwares produzidos com finalidades educativas participam desta concepção, não estimulando qualquer mudança na postura de alunos e professores frente ao conhecimento.

Assim, sem se transformarem as metodologias, a informática continuará a ser introduzida nas escolas, mais uma vez, como mero recurso técnico, subaproveitado, e sem qualquer contribuição ao aperfeiçoamento dos processos de ensino-aprendizagem.

No estudo desenvolvido por Jacinta Paiva no ano lectivo de 2001/2002 sobre a utilização das TIC pelos professores, 91% dos professores inquiridos usam computador, mas dessa amostra, a maioria (74%) não utiliza o computador com os seus alunos em sala de aula. Apenas 19% dos professores dizem ter utilizado o computador com os seus alunos mais de quatro vezes, no ano de 2001. No entanto, verificou-se que na amostra correspondente ao 3º ciclo/ secundário (53%) da amostra a maior representatividade se encontrava nas Ciências.

No entanto, os professores de Biologia em alguns conteúdos apresentam uma atitude céptica face aos computadores, porque encaram a sua área como o estudo de organismos vivos. Todavia, esta atitude devia ser seriamente encarada: existem muitas limitações que impedem o estudo directo da natureza e a realização de experiências em computador pode ser uma experiência de aprendizagem de sucesso.

Desde a década de sessenta que a dissecação de espécies animais se tornou uma tradição nas aulas de Biologia, nomeadamente nas Técnicas Laboratoriais de Biologia. Porém, começam a ocorrer objecções por alunos, alguns professores e organizações de defesa dos animais, tendo em conta a ética ou religião, contra a dissecação dos animais em laboratórios. Já existem praticamente em todo o Mundo, procedimentos legais que requerem alternativas para a dissecação de espécies animais em escolas, como é o caso da Holanda, Suiça e Polónia.

Em Portugal, ainda não existe legislação para a dissecação nas escolas. Por um variado nº de razões devem ser encontrados métodos alternativos. Muitas escolas e universidades portuguesas já não o fazem devido a preocupações ambientais, ou seja, preservar a espécie, segurança no laboratório devido ao uso de instrumentos cortantes, o custo dos materiais de laboratório e das espécies animais e objecções éticas de alunos[1] e alguns professores.

Desta forma, pretende-se investigar as percepções de alunos e professores em relação a uma dissecação virtual e uma dissecação real. Pretende-se observar também se a dissecação virtual elimina a barreira entre computador, estudantes e experiência real.

Em Portugal, não existe nenhum recurso multimédia, que possa ser utilizado no processo de ensino/aprendizagem da dissecação animal, etapas da técnica histológica e interpretação das imagens nas lâminas. Os produtos que existem nem sempre se adaptam às necessidades dos alunos, pois, encontram-se redigidos em línguas estrangeiras, o que dificulta a sua utilização pelos alunos mais jovens ou por aqueles que não dominem línguas. A concepção desta aplicação multimédia constitui também uma tentativa de contribuir para a produção de materiais multimédia, em língua portuguesa, de modo a proporcionar uma aprendizagem mais activa e motivadora no âmbito das Ciências da Vida.

A aplicação multimédia, desenvolvida, constitui uma tentativa de melhorar a eficácia do processo de aprendizagem dos alunos, atentando às propriedades únicas que os computadores e o seu software apresentam. São disso exemplo, a capacidade de simulação e a capacidade de apresentar ilustrações animadas e interactivas e demonstrações multimédia autênticas, a capacidade de reprogramação o que torna possível, em princípio, o aperfeiçoamento constante e sistemático dos materiais de aprendizagem e a capacidade de interagir adaptativamente com cada aluno individualmente.

[1] - Visualizar apêndice XIV.

2. Objectivos do estudo

Esta investigação teve como objectivos principais:

- Avaliar se estudo do sistema digestivo através de uma dissecação virtual resulta em melhores ou iguais resultados de aprendizagem, aos obtidos com o estudo suportado na realização de uma dissecação real;
- Avaliar o potencial dos Laboratórios Virtuais como ferramentas para ajudar os alunos a compreender melhor a anatomia e fisiologia do sistema digestivo;
- Identificar diferentes aspectos a ter em conta quando se pretende construir recursos digitais para o ensino da Biologia.
- Comparar o comportamento dos alunos do grupo controlo e experimental a questões de anatomia no pré-teste e no pós-teste;
- Promover a alfabetização científica.

3. Organização do Estudo

O presente trabalho de investigação encontra-se organizado em duas partes.

Na primeira parte deste trabalho que designamos "Referenciais Teóricos", procedemos à apresentação do enquadramento teórico que apoiou o estudo realizado.

No capítulo I procedemos a uma revisão da literatura de estudos desenvolvidos como as actividades que, de algum modo, contribuíram para o presente estudo de investigação. Uma revisão no âmbito da didáctica e um conjunto de leituras sobre temas de Biologia abordados neste estudo. Efectuamos, ainda, uma referencialização teórica das dimensões que presidiram à construção do laboratório virtual e uma escala de avaliação deste tipo de actividades.

Na segunda parte, que designamos "Da génese da investigação aos resultados do trabalho", apresentamos a metodologia utilizada e sua referenciação teórica.

No capítulo II falamos dos laboratórios virtuais, desde a planificação até ao desenvolvimento de toda a aplicação.

No capítulo III procedemos à descrição e fundamentação teórica da metodologia utilizada no decurso da investigação, que tem por objectivo a avaliação do impacte das actividades nos alunos de uma turma. Para tal, apelou-se a metodologias qualitativas e quantitativas, tendo-se recorrido às técnicas de observação participante, entrevista e questionário, com a finalidade de efectuar uma triangulação dos dados obtidos. Ao longo do capítulo efectuamos, para cada um dos métodos, uma fundamentação teórica e a descrição do instrumento construído e a sua aplicação.

No capítulo IV apresentam-se os resultados obtidos e a sua análise.

Finalizamos o nosso trabalho com a apresentação das conclusões, dificuldades e limitações que consideramos mais relevantes e recomendações para outros estudos.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

CAPÍTULO I

1. As novas tecnologias da informação no ensino-aprendizagem

Os recursos abrangem todos os materiais com que o professor trabalha para fazer com que o processo de aprendizagem seja mais eficaz. Constituem um material precioso no ensino e um suplemento necessário para atingir os objectivos de aprendizagem. O professor deve recorrer a meios variados, tê-los à sua disposição e utilizá-los do modo mais conveniente para os alunos.

A utilização do computador em Educação, como instrumento de trabalho de grandes potencialidades, só recentemente, começou a dar os primeiros passos. É um recurso que permite explorações de situações que, de outra forma, seria muito difícil ou mesmo impossível de realizar. Faculta ainda, a professores e alunos, a utilização de recursos e a produção materiais de qualidade muito superior aos métodos convencionais. Disponibiliza ferramentas que deslocam o centro do processo ensino-aprendizagem para o aluno, favorecendo a sua autonomia.

O computador é um entre os vários meios auxiliares de ensino, no entanto, tem potencialidades de que nenhum outro meio dispõe.

Assim, e entre outras:

- permite que os alunos programem a maneira de resolver os seus próprios problemas, participando activamente na sua aprendizagem;
- pode ser um tutor paciente e adaptável às capacidades de cada aluno;
- permite a criação de micromundos de aprendizagem e de exploração desta, por exemplo, proporcionando de modo rápido, barato e inofensivo simulações de experiências que são: rápidas ou lentas demais para serem controladas, inacessíveis à escola, excessivamente perigosas, ou mesmo artificiais exigindo condições impossíveis de obter na prática;
- dispõe de potencialidades gráficas exímias que podem ser rentabilizadas para uma aprendizagem significativa;
- pode contribuir para diagnosticar dificuldades de aprendizagem e bloqueios de conhecimento;
- facilita as explorações lúdicas, principalmente, por meio de actividades centradas em jogos;
- proporciona medidas rigorosas de grandezas físicas e o controlo de equipamento laboratorial com interfaces e sensores adequados;

• permite a criação de redes de comunicação entre utilizadores afins, passando a existir comunidades intelectuais, sem restrições de ordem geográfica;

• permite manipular grande volume de informação;

• permite poderosas ferramentas intelectuais para professores e alunos.

Apesar de todas as potencialidades, a utilização educativa do computador deve ser envolvida em cuidados especiais, pois, se for mal utilizado, pode ser nefasto.

Como avaliar adequadamente os computadores em educação, segundo Ponte (1988), o computador pode ter os mais variados efeitos enquanto instrumento educativo, que tanto pode ser positivo como negativo. A este propósito refere que "... Pode constituir um novo meio de expressão, desenvolvendo a autoconfiança do aluno, estimulando e diversificando as suas actividades cognitivas, e proporcionando-lhe um papel mais determinante no seu processo de construção do conhecimento. Mas o computador também pode ser reduzido à dimensão de professor electrónico, controlando e condicionando os alunos, e remetendo-os para uma situação de ainda maior passividade do que no ensino tradicional..."

As utilizações educacionais dos computadores podem ser descritas e sistematizadas segundo uma perspectiva taxonómica, em três grandes modalidades: modo tutor, modo ferramenta e o modo instruendo.

O modo tutor caracteriza-se pelo computador assumir de forma mais ou menos directiva o papel de orientador do processo de aprendizagem. Podem referir-se como exemplos, o ensino assistido por computador, em que é proposto aos alunos dialogar com um programa didáctico e os jogos educativos.

No modo ferramenta, o papel do computador é muito mais neutro e independente das matérias a aprender. O aluno utiliza o computador como um instrumento que lhe permite realizar tarefas muito diversificadas, directas ou indirectamente ligadas ao processo de aprendizagem. Os processadores de texto, os sistemas de gestão de bases de dados e as folhas de cálculo são exemplos, a realçar, deste modo de utilização dos computadores.

O modo instruendo é o inverso do modo tutor. O computador assume-se como aluno e deixa a este o papel de tutor. Estão nesta situação, por exemplo, as aprendizagens de geometria, com a linguagem de programação LOGO, em que as crianças vão aprendendo a movimentar a tartaruga e desenhando com ela várias figuras geométricas.

Existem casos em que o software contempla desenvolvimentos com sobreposições de duas ou mesmo três modalidades.

Os programas tutoriais, por imporem aos alunos um papel passivo, têm-se mostrado pouco adequados a um ensino para o desenvolvimento das capacidades cognitivas dos alunos, mas

bastante eficientes para treino ou adestramento. No entanto, actualmente, em resultado da investigação em inteligência artificial, crê-se ser possível vir a conseguir obter bons programas tutoriais, que propiciem situações bastante criativas.

O modo instruendo tem revelado potencialidades mais notáveis, propiciando situações de aprendizagem, em que os alunos desenvolvem de forma bem visível as suas capacidades cognitivas.

1.1 O computador e a Biologia

Neste momento, algumas das potencialidades de um computador no ensino da Biologia já são aproveitadas como: no armazenamento e uso de informação, na representação gráfica de dados e estruturas, na análise numérica, na aquisição de dados e controlo experimental, na modelação e simulação, etc.

Bases de dados

As bases de dados são programas de utilização polivalente («utilitário») que possibilitam desenvolver, nas aulas de Biologia, diversas actividades. Contudo, uma base de dados nunca está acabada. Pode ser sempre completada ou melhorada. Os alunos poderão eles próprios organizar sistemas de dados sobre assuntos do seu interesse, recolhendo, eles próprios, os elementos necessários à sua construção (concepção e recolha/inserção dos dados). Construindo e usando bases de dados, os alunos começam a ganhar uma noção de como se pode estruturar uma grande quantidade de informação, de forma a poder utilizá-la eficientemente.

Animação Gráfica

Um animador permite sequenciar uma série de desenhos, segundo a técnica do desenho animado, isto é, cada imagem apresenta uma ligeira modificação relativamente à anterior. Se essas imagens forem passadas rapidamente, teremos a ilusão do movimento. Pode-se, assim, representar vantajosamente sistemas animados de difícil ou impossível visualização por outros métodos.

Sendo os modelos em Biologia, na sua maior parte, dinâmicos, o computador presta-se a ser utilizado sem grandes custos e com bastante sucesso para criar representações animadas da realidade (modelos animados). Por outro lado, e uma vez que os conteúdos a transmitir

implicam, na sua maior parte, memorização auditiva ou visual, os esquemas animados, utilizando a memória visual, apresentam vantagens acrescidas na aquisição de novos conhecimentos.

Simulação em Computador

As possibilidades de cálculo, armazenamento e manipulação de dados e construção de gráficos tornam o uso de computadores particularmente interessantes em Biologia, nomeadamente na elaboração de modelos de simulação.

Software Educativo

É considerado software educativo o produto especificamente concebido para o ensino-aprendizagem, envolvendo normalmente um ou mais programas de computador, manuais e, eventualmente, outros materiais de suporte. Deve ser desenvolvido por equipas mistas que integram vários especialistas: professores, programadores, etc. É um processo moroso e dispendioso, o que explica que esse tipo de material prime pela ausência.

É cada vez mais difícil propor uma tipologia de Software Educativo, já que cada vez são em maior número os programas que oferecem várias componentes integradas num mesmo produto. Assim, de entre os mais conhecidos podemos citar:

- Tutoriais/Treino
- Hipertexto
- Animação
- Traçado de gráficos
- Simulações
- Aquisição e controlo

Destes, alguns já foram apresentados, passando-se a resumir os restantes.

Tutoriais/Treino

A primeira geração de software educacional era constituída, essencialmente, por programas tutoriais e de treino.

Num programa tutorial, o computador apresenta os vários tópicos, obedecendo a uma sequência determinada pelo computador e/ou utilizador. A informação é maioritariamente no sentido máquina-utilizador. No programa de treino, o computador coloca questões que

deverão ser respondidas, encarregando-se o computador de verificar as respostas e produzir comentários adequados. É comum estas duas componentes encontrarem-se associadas.

Hipertexto

Um outro produto capaz de apoiar de forma poderosa um trabalho é o hipertexto. Pode ser olhado grosseiramente como uma fusão do processamento de texto e da base de dados. Esta designação corresponde a um processo de apresentar a informação de forma não – linear, atribuindo dessa forma ao leitor, e não ao escritor, a escolha da informação a ler e a ordem do seu processamento.

Actualmente, o hipertexto tem evoluído para o chamado hipermédia. Neste utilizam-se mais abundantemente imagens, fixas ou animadas, com ou sem som. Tem ainda a possibilidade de ligação a uma diversidade muito grande de outras aplicações e meios audiovisuais. Este sistema, permite outras possibilidades, não cumpridas por outros media.

Gerador de gráficos

O sistema gerador de gráficos permite, com grande facilidade, a obtenção de um gráfico a partir de uma tabela numérica e/ou de fórmulas. Esses gráficos são completamente parametrizáveis: tamanho, forma, tipo, amplitude de escalas, efeitos tridimensionais, etc.

Aquisição e controlo

A aquisição e o controlo são um dos sectores menos explorados, até hoje, ao nível da utilização das Tecnologias de Informação no ensino das Ciências em Portugal. São, porém, um dos campos mais promissores.

O controlo do equipamento e a aquisição de dados através do uso de um computador permitem o rigor e o automatismo impossíveis de ter paralelo humano. Podemos utilizá-lo como mero facilitador da utilização de instrumentos científicos (microscópios, microssondas, etc., nomeadamente em conjugação com programas de tratamento de imagem), especialmente, sempre que o processo se desencadeie num ritmo incompatível com a nossa percepção (demasiado rápido, como na medição da queda de uma gota ou demasiado lento, como nos movimentos de uma folha) ou seja, necessária uma monitorização muito longa (quantas abelhas entraram e saíram da colmeia e a que horas se produziu essa movimentação).

Os dados obtidos, são compreendidos pelos alunos como sendo «seus», com uma valorização e um desejo associado de deles se retirar significados que não encontram em

nenhuma tabela. Os alunos são os descobridores! E serão eles a interpretar os gráficos que os «seus» resultados geraram.

Ponte (1988) opina que as diversas utilizações do computador variam no seu valor pedagógico, mas nenhum deve ser liminarmente posta de parte. O computador pela sua flexibilidade presta-se a múltiplas funções e pode enriquecer o ensino de diversas maneiras. A fixação num único tipo de utilização é, por isso, uma prática educativa a evitar.

1.2 Novas competências para o Professor

A experimentação de métodos e abordagens pedagógicas alternativas à educação formal, baseadas no uso sistemático dos computadores, sujeitas a pesquisa não são ainda suficientes para provar que existe uma vantagem clara nos resultados obtidos, se comparados aos da prática pedagógica tradicional.

É relativamente ao papel do professor que se tem gerado maior controvérsia. Algumas investigações tendem a caricaturar o professor "tradicional", apresentando-o como um simples transmissor de informação – um papel que pode cada vez mais ser desempenhado, pelas novas tecnologias da informação.

No entanto, o papel do professor não perde importância, ganha antes novas dimensões e maior responsabilidade. Mais do que a visão do computador como substituto do professor, interessa fixar a ideia do computador como instrumento de consulta e de trabalho para assistir os alunos nas suas investigações e nos seus projectos. O professor continua a estar presente, mas com um novo papel. Ele é o organizador e coordenador das diversas actividades e o elemento que garante a componente de sociabilização no processo educativo.

A equipa do futuro deverá ser a combinação do computador e do professor, ambos no auge das suas possibilidades.

O professor pode e deve conhecer e utilizar os programas educacionais de qualidade, que tenha ao seu dispor. O software educativo, cada vez mais com características multimédia, é um domínio em grande desenvolvimento. No entanto, Caftori e Paprzycki (1997) e Papert (1996), citados em Costa (1999), sugerem que nem sempre a etiqueta "Software Educativo" corresponde verdadeiramente a produtos com valor educativo.

Ponte (1988) compara a avaliação da qualidade do software à avaliação da qualidade dos manuais escolares. A avaliação de materiais educativos deve contemplar diversas categorias, incluindo a qualidade educacional, a flexibilidade e a adaptabilidade às características dos alunos, a qualidade técnica e a qualidade dos materiais de suporte.

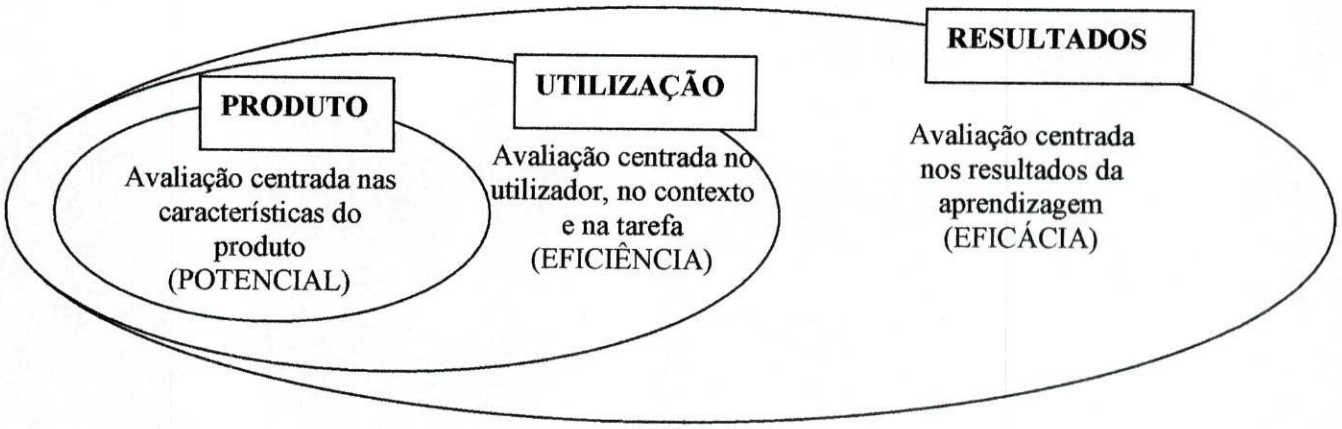
Tal como a elaboração de bons manuais escolares, a criação de bom software educativo constituirá um processo longo de tentativas e erros, que terá de recorrer continuamente à experiência dos professores que melhor observam, compreendem e respondem às necessidades de aprendizagem individual dos seus alunos.

1.3 Avaliação do Software Educativo

De acordo com Costa (1999), a avaliação específica do software multimédia educativo deve contemplar não apenas o produto em si mesmo, mas estender-se à análise do produto em situação real de utilização, em contexto de ensino e aprendizagem e à reflexão sobre o seu contributo em termos de efectividade na aprendizagem.

Uma aplicação multimédia não tem valor em si mesmo, apenas, pela maior ou menor qualidade técnica dos seus atributos. O seu valor educativo, vai depender especialmente, no modo como, na sua concepção, foi considerado o seu utilizador final, a sua forma de aprender e os objectivos de aprendizagem em que se pretendem alcançar.

Na figura 1, toma-se como referência uma avaliação que, embora se inteire em termos de "eficácia" na aprendizagem, permite reflectir sobre as condições de uma utilização pedagógica e didáctica eficientes e forneça informação distinta, relativamente às características e ao potencial de cada produto analisado.



Fonte: Costa (1999)

Figura 1 – Objectos de avaliação

1.3.1 Avaliação centrada nos resultados de aprendizagem

Segundo Costa (1999), Uma avaliação centrada nos resultados depende, em grande dimensão, da natureza da aprendizagem e requisitos da tarefa (objectivos didácticos), dos conhecimentos e capacidades cognitivas dos alunos e de factores contextuais e situacionais.

A avaliação de um produto multimédia tem, de equacionar este conjunto de factores, assumindo-se que os efeitos, em termos de aprendizagem e desenvolvimento de estratégias cognitivas, não se produzem por si mesmo, como consequência automática do uso de aplicações informáticas de natureza multimédia.

1.3.2 Avaliação centrada na utilização em contexto

A análise e avaliação da exploração de produtos multimédia, em situações e ambientes concretos de ensino e aprendizagem, podem fornecer informação muito útil, especialmente, para responder à questão de como podem estes materiais contribuir para o objectivo central de facilitar a aprendizagem e de melhorar a qualidade da mesma.

1.3.3 Avaliação centrada nas características intrínsecas do produto

Apesar de parecer conveniente insistir numa avaliação holística, que tem como principal marco de referência o contexto mais amplo de aprendizagem em que um determinado modelo vai ser utilizado, é indispensável abordar cada produto em si mesmo (produto-objecto) e sobre ele formular juízos de valor, independentemente da utilização propriamente dita, ou da sua eficácia, em termos de aprendizagem.

Segundo Costa (1999), a avaliação está directamente relacionada com os aspectos técnicos de construção (concepção e realização), avaliar o produto, poder fornecer elementos esclarecedores sobre o produto numa perspectiva pedagógica – ou seja, o potencial pedagógico do produto. Com base, nas características específicas de um determinado produto, é possível determinar em que medida esse produto pode ser utilizado na aprendizagem: em que tópicos específicos do currículo, que tipo de competências permite desenvolver, etc.

Em síntese, interessa, particularmente, identificar e tipificar as características próprias dos produtos de natureza multimédia, que mais directamente possam constituir suporte para a aprendizagem e recurso pedagógico para os professores.

1.4 Componentes da Avaliação

Apresentam-se, de seguida, as componentes e sub-componentes que, segundo Costa (1999), parecem ser mais relevantes para uma "avaliação do produto-objecto", de carácter qualitativo e que, sempre que possível, possa envolver e ser desenvolvida pelos próprios professores.

Para facilitar a análise, Costa (1999) organizou as referidas componentes em quatro grupos distintos:

- o primeiro diz respeito, apenas, aos requisitos técnicos necessários à instalação e ao bom desempenho da aplicação (Quadro I);

- o segundo agrupa os atributos referentes ao conteúdo da aplicação e aspectos de carácter predominantemente pedagógico (Quadro II);

- o terceiro reúne as características mais directamente relacionadas com a realização técnica da aplicação, em termos de interface gráfica, interactividade e ferramentas de exploração (Quadro III);

- o quarto é o nível mais abrangente e transversal de análise, agrupando os aspectos geralmente designados de "usabilidade" da aplicação (Quadro IV);

Quadro I – Requisitos Técnicos

GRUPO I	**1. Requisitos técnicos**
	1.1 Equipamento necessário
	1.2 Informação técnica sobre o software
	1.3 Informação sobre o processo de instalação

Quadro 1 – Requisitos Técnicos

Fonte: Costa, 1999

Quadro II – Conteúdos e aspectos pedagógicos da aplicação

GRUPO II	**2. Conteúdo da aplicação** **2.1** Conteúdo Científico **2.2** Conteúdo sócio-cultural, étnico e ideológico **2.3** Conteúdo Pedagógico **2.4** Estrutura e organização da informação **2.5** Extensão e densidade da informação **2.6** Domínio e nível de complexidade do conteúdo
	3. Aspectos pedagógicos **3.1** Público visado **3.2** Contexto curricular de utilização **3.3** Objectivos de aprendizagem **3.4** Estratégias de exploração da informação **3.5** Motivação **3.6** Autonomia na Aprendizagem **3.7** Interacção Social **3.8** Formas e instrumentos de auto-avaliação

Quadro 2 – Conteúdos e aspectos pedagógicos da aplicação

Fonte: Costa, 1999

Quadro III - Interface gráfica, interactividade e ferramentas de exploração

GRUPO III	**4. Interface Gráfica** **4.1** Zonas de comunicação **4.2** Formas de representação da informação
	5. Interactividade **5.1** Estrutura de comunicação **5.2** Feedback **5.3** Grau de participação e controlo por parte do utilizador
	6. Ferramentas de Exploração **6.1** Mecanismos de ajuda **6.2** Meios de navegação **6.3** Sistema de Orientação **6.4** Sistema de Pesquisa **6.5** Registo de Notas **6.6** Impressão e exportação da informação

Quadro 3 – Interface gráfica, interactividade e ferramentas de exploração

Fonte: Costa, 1999

Quadro IV - Usabilidade da aplicação

GRUPO IV	**7. Usabilidade** **7.1** Necessidade **7.2** Utilidade **7.3** Amigabilidade **7.4** Flexibilidade **7.5** Versatilidade **7.6** Fiabilidade/Solidez **7.7** Facilidade de Aprendizagem **7.8** Valor atribuído ao Conteúdo **7.9** Satisfação Global **7.10.** Documentação de Apoio **7.11** Avaliação Global enquanto ferramenta de aprendizagem

Quadro 4 – Usabilidade da aplicação

Fonte: Costa, 1999

2. A alfabetização científica

O termo *alfabetização científica* é usado nas culturas francófonas, podendo, no entanto, assumir a designação de *literacia científica* como nas culturas anglo-saxónicas, ou mesmo *cultura científica*, designação adoptada pela UNESCO (Martins, 2002).

É um termo cuja utilização remonta, pelo menos, ao final dos anos cinquenta (DeBoer, 2000), sendo, no entanto, nos anos noventa que passou a ser amplamente utilizado por investigadores em Ciência, investigadores em Educação e professores de Ciências (Bybee, 1997). É, contudo, um conceito que tem as suas raízes culturais nos anos de 1500, aquando da introdução da ciência moderna na civilização ocidental (Hurd, 1998).

Canavarro (1999) define alfabetização científica como uma "aptidão para lidar com a ciência" (pp. 87); aptidão que engloba basicamente três dimensões: (i) compreensão da abordagem científica das questões, (ii) compreensão dos conceitos básicos da ciência, e (iii) compreensão de questões de política científica.

Hodson (1992) considera três elementos principais na alfabetização científica:

- *Aprender ciência*, adquirindo e desenvolvendo conhecimento teórico e conceptual.
- *Aprender acerca da ciência*, desenvolvendo uma compreensão da natureza e métodos da ciência, e uma consciência das complexas relações entre ciência e sociedade.
- *Fazer ciência* envolvendo-se e desenvolvendo uma experiência de investigação científica e resolução de problemas.

Da equipa de trabalho responsável pela aplicação de inquéritos à *cultura científica dos portugueses* (Gonçalves *et al.*, 1998, pp.1), surge a proposta de conceito de cultura científica como " a capacidade de perceber e lidar com a Ciência e as suas aplicações nos vários contextos em que a ciência se torna relevante para o cidadão. Consideram-se aqui, em particular, os contextos da divulgação científica pelos cientistas, da comunicação da ciências pelos *media*, e dos processos de decisão política de base científica".

Pode pois, concluir-se que, basicamente, os diferentes autores concordam na necessidade de ir mais além da habitual transmissão dos conhecimentos científicos, de incluir uma aproximação da natureza da ciência e da prática científica, e de colocar ênfase nas relações entre a ciência a tecnologia e a sociedade, com vista a favorecer o exercício da cidadania com a participação fundamentada na tomada de decisões.

É, no entanto, necessário reconhecer que as actividades curriculares são insuficientes para atender a todos os aspectos apontados como necessários a uma alfabetização científica dos alunos. Com efeito, a investigação em Didáctica das Ciências demonstrou o grave fracasso

escolar que geram as matérias científicas, assim como a falta de interesse nos estudos científicos por muitos estudantes (Furió & Vilches, 1997; Giordan, 1997). No caso de Portugal, a percentagem de indivíduos cientificamente iliterados é de 91%, entendendo-se por iliterados os indivíduos que não apresentam domínio do vocabulário científico nem compreensão das principais características da investigação científica (Miller, 1998).

O princípio que supõe, em definitivo, aproximar a aprendizagem das ciências a uma pesquisa com o objectivo de alcançar uma alfabetização científica, encontra-se expresso em diferentes trabalhos de investigação em Didáctica das Ciências (Gabel, 1994; Fraser & Tobin, 1998; Perales & Canal, 2000). Estas investigações apontam para a necessidade de realizar a aprendizagem através do tratamento de situações problemáticas, de interesse para os estudantes, conducentes à construção do conhecimento, em detrimento da simples transmissão de conhecimentos já elaborados.

Berger e Good (*in* Mintzes, Wandersee & Novak (2000)) referem que a maioria das pessoas não compreende a maioria dos conceitos científicos e questionam-se se não será o computador, o modo mais eficaz para ajudar a alcançar o objectivo da alfabetização científica. Neste contexto, os autores referem que seria um desafio muito significativo, ensinar ciência para que todos os indivíduos a compreendessem, e não apenas alguns privilegiados. Através de um computador, a ciência poderia ser visualizada com um significado completamente novo.

Linn (*in* Mintzes, Wandersee & Novak (2000) relativamente à função que um laboratório tem na aprendizagem das ciências, afirma:

"Os alunos não aprendem o que é que torna a ciência excitante para os cientistas, se seguirem os procedimentos de laboratório do tipo livro de cozinha. Os MBLs[2] podem fornecer oportunidades para mais investigações científicas excitantes, autónomas e independentes. " (pp. 198)

Linn (*in* Mintzes, Wandersee & Novak (2000) define como principais potencialidades dos MBLs:

" Os MBLs forneceram um novo ímpeto para resolver o dilema aprendizagem por descoberta/construtivista no laboratório. Estas novas ferramentas tornam a aprendizagem no laboratório das ciências muito mais poderosa e potencialmente abstracta. Pode ser conseguida uma grande melhoria no *curriculum* das ciências, através do uso cuidadoso dos MBLs." (pp. 199)

---

[2] Microcomputer-based laboratories, em língua inglesa.

2.1 Laboratórios Virtuais e a alfabetização científica

Como referido na secção anterior, um dos objectivos principais do Laboratório Virtual é promover a alfabetização científica dos seus participantes, sendo, para tal, uma actividade holística que abarca objectivos científicos, tecnológicos e sociais.

Objectivos científicos e tecnológicos são alcançados, na medida em que os Laboratórios Virtuais são desenvolvidos de acordo com as novas orientações do ensino-aprendizagem com vista a uma alfabetização científica. Nomeadamente Reid e Hodson (1993) propõem aspectos que a educação deve abordar, se dirigida para uma cultura científica básica:

- Conhecimento da ciência – certos factos, conceitos e teorias;
- Aplicações do conhecimento científico – o uso do conhecimento científico em situações reais e simuladas;
- Prática científica – familiarização com os procedimentos da ciência e o uso de instrumentos;
- Resolução de problemas – aplicação de destrezas, técnicas e conhecimentos científicos em investigações reais;
- Interacção com a tecnologia – resolução de problemas práticos, enfatização científica, estética, económica e social, e aspectos utilitários das possíveis soluções;
- Questões ético-morais na ciência e na tecnologia;
- História e desenvolvimento da ciência e tecnologia;
- Estudo da natureza da ciência e da prática científica – considerações filosóficas e sociológicas centradas nos métodos científicos, papel e estatuto da teoria científica e actividades da comunidade científica.

Ao serem alcançados estes objectivos os alunos encontram-se preparados para intervirem mais activa e conscientemente na sociedade em que se encontram inseridos (Aikenhead, 1985; National Research Council, 1996; Gil Pérez & Peña, no prelo), quer aquando do exercício de uma profissão, quer participando, com critério científico, nas tomadas de decisões aos níveis político (Marco in Gil Pérez & Peña, no prelo), ético e moral. São, assim, alcançados os objectivos mais amplos – os objectivos sociais.

Denny (1986) e Lock (1987) resumem estes aspectos, ao argumentarem que as actividades práticas:

(i) permitem compreender factos e teorias científicas através de experiências concretas;

(ii) desenvolvem e/ou ilustram a abordagem científica para resolver problemas;

(iii) encorajam o desenvolvimento do raciocínio empírico e as capacidades de inquérito;

(iv) desenvolvem capacidades psicomotoras e promovem a motivação gerando um interesse espontâneo;

(v) fornecem alguma ideia acerca do modo como se constrói a ciência;

(vi) desenvolvem a confiança do aluno em relação às suas capacidades, promovendo satisfação pelo cumprimento das tarefas;

Neste contexto, compreende-se que os laboratórios virtuais constituam um meio para promover nos alunos a alfabetização científica.

3. Concepção, vantagens e inconvenientes das aplicações multimédia

3.1 Introdução

Apresentam-se, neste capítulo, os principais aspectos que caracterizam as aplicações multimédia. As vantagens da utilização das técnicas multimédia/hipermédia na prática educativa em relação às técnicas tradicionais e, ainda, os inconvenientes que constituem também assunto relevante.

3.2 Multimédia

Multimédia é uma palavra composta por *multi* mais *media,* ambas latinas. *Multi* significa *vários* e *media* significa *meios.* À letra, significa *vários meios.* Os vários media podem ser a combinação de texto, imagem e som, em aplicações que se encontram ao nosso dispor a partir de um computador ou outro suporte electrónico.

Por multimédia *on-line* entende-se todo o conteúdo multimédia visionado e consultado remotamente e em tempo real, como por exemplo, um site. O multimédia *off-line* refere-se a todos os conteúdos visionados e consultados em diferido e sobre um suporte local, como por exemplo, um cd-Rom ou um DVD.

Quando o utilizador final do conteúdo pode controlar a quantidade de elementos visionados e os tempos de visionamento, fala-se de *multimédia interactivo.* Designámos por *hipermédia* quando o conteúdo está estruturado, reunindo módulos e nós de interligação e através dos quais o utilizador pode navegar.

Um projecto multimédia não tem, necessariamente, que ser interactivo. Quando um projecto corre do início ao fim sem qualquer interrupção, diz-se *linear*, quando o utilizador tem um controle navegacional e permite uma exploração do conteúdo, seguindo as opções do utilizador diz-se *não-linear* e *interactivo.*

3.3 O hipertexto

Imaginar uma aplicação multimédia sem a inclusão de texto, parece um pouco difícil de imaginar. A mensagem seria imprecisa, obscura, e o recurso compensatório à imagem tornar-se-ia excessivo. O texto pode ser substituído pela locução, mas esta acaba por ser cansativa e, ao fim de algum tempo, a atenção do utilizador pode diminuir.

No texto tradicional, os leitores, normalmente lêem o texto desde o princípio e seguem-no sequencialmente até ao fim, ficando limitados pela estrutura e pela organização do texto. O hipertexto, caracteriza-se por uma forma de escrita não-sequencial, não-linear.

O hipertexto é uma colecção de fragmentos de textos que estão unidos uns aos outros por ligações. Desta forma, o utilizador terá que, constantemente, fazer escolhas sobre o que vai ler a seguir, de tal modo que lhe permite decidir, em qualquer momento, sobre o tipo e a ordem da informação a que pretende ter acesso.

De acordo com Jonassen (1988, referido em Silva, 1996), os utilizadores podem procurar ou seleccionar informação no hipertexto baseando-se em qualquer dos seguintes critérios:

a) relevância pessoal
b) nível de interesse
c) satisfação da curiosidade na informação
d) nível de experiência
e) necessidade de informação
f) exigências da tarefa implicando o acesso ao texto.

3.4 Hipermédia

Frequentemente, o texto é integrado, com outras tecnologias capazes de produzir e apresentar sons, locução, gráficos, vídeo. Num documento hipermédia, existem duas características-chave: os pontos centrais, ou nodos, e os elos de ligação. Os nodos são as unidades de informação e os elos são as relações que ligam esses mesmos nodos.

Sistemas hipermédia têm grandes potencialidades para a aprendizagem e o ensino pois, permitem o acesso a grandes quantidades de informação, numa variedade de formas (textos, gráficos, animação, áudio, simulação, imagem fixa e vídeo em tempo real), sendo a mesma armazenada e de acesso fácil e rápido (Silva, 1996).

Apesar, dos sistemas hipermédia oferecerem potencialidades para criar ambientes ricos em aprendizagem, não deixa de ter limitações. Dois problemas surgem com muita acuidade

relacionados com a exploração de tais documentos: um deles é a possibilidade de perda de focalização do objectivo de pesquisa; o outro é a diminuição progressiva da capacidade de notar os contrastes.

Os utilizadores correm no entanto, o risco de ficarem perdidos no "hiperespaço". Causas desta desorientação serão a quantidade de informação a que o utilizador facilmente tem acesso e os numerosos elos com que o utilizador, constantemente se depara. Os utilizadores exploram e então esquecem onde estão ou como aí chegaram.

3.5 Multimédia e o ensino

Os sistemas de hipermédia oferecem à educação uma boa oportunidade para expandir os métodos convencionais e as estratégias tradicionais de aprendizagem e de ensino. A faceta – chave dos hipermédia é a liberdade de escolha e a interactividade que oferece aos utilizadores.

A integração dos sistemas multimédia no ensino vai permitir a definição de um ambiente conceptual não linear, multifacetado e multidimensionado. Assim, a construção do conhecimento é activamente participada pelo aluno, onde a interacção computador/aluno ganha uma dimensão particularmente relevante. " Dadas as características individuais de cada aluno, existem uma infinidade de sequências de aprendizagem, multidimensionando as possibilidades de aprendizagem uma vez que estas dependem das apetências e tendências individuais, do background e de muitos outros factores" (Pais, 1999).

A interacção não se faz só ao nível do computador/aluno. Alarga-se e dá uma nova perspectiva de toda a complexa a teia das relações que se estabelecem entre o professor/aluno. O uso do computador como recurso à multimédia implica que o professor assuma um papel muito diferente daquele que lhe é atribuído numa pedagogia convencional: o de orientador da aprendizagem e co-aprendiz. O professor, ao recorrer a ferramentas multimédia, vai deparar-se com os mais variados problemas: dos mais simples, como por exemplo, falhas no material utilizado, até aos mais complexos, como a compreensão dos aspectos do material que está a usar. Estas situações colocam o professor numa situação radicalmente nova: já não se assume como fonte infalível do saber, pelo contrário, torna aberto o sistema de ensino/aprendizagem, dando oportunidade aos alunos de observarem o professor no papel de aprendiz e, ao mesmo tempo, aprenderem com ele.

4. Concepção da aplicação multimédia

O desenvolvimento de materiais multimédia passa por diferentes fases, até se chegar à utilização e exploração do produto final, numa dada situação de formação. É pois, um processo de construção gradual e de desenvolvimento interactivo, em que a informação e a experiência adquiridas em fases mais avançadas vão permitir ajustar e melhorar aspectos anteriormente equacionados.

De acordo com Costa (1997), apesar de existirem diferentes modelos de desenvolvimento de aplicações multimédia, observa-se uma certa convergência naqueles que são os principais estádios de desenvolvimento deste tipo de materiais, nomeadamente, se tentarmos idealizar um modelo que integre quer as preocupações de ordem pedagógica e didáctica, quer as preocupações, de cariz mais técnico, relacionado com a realização propriamente dita.

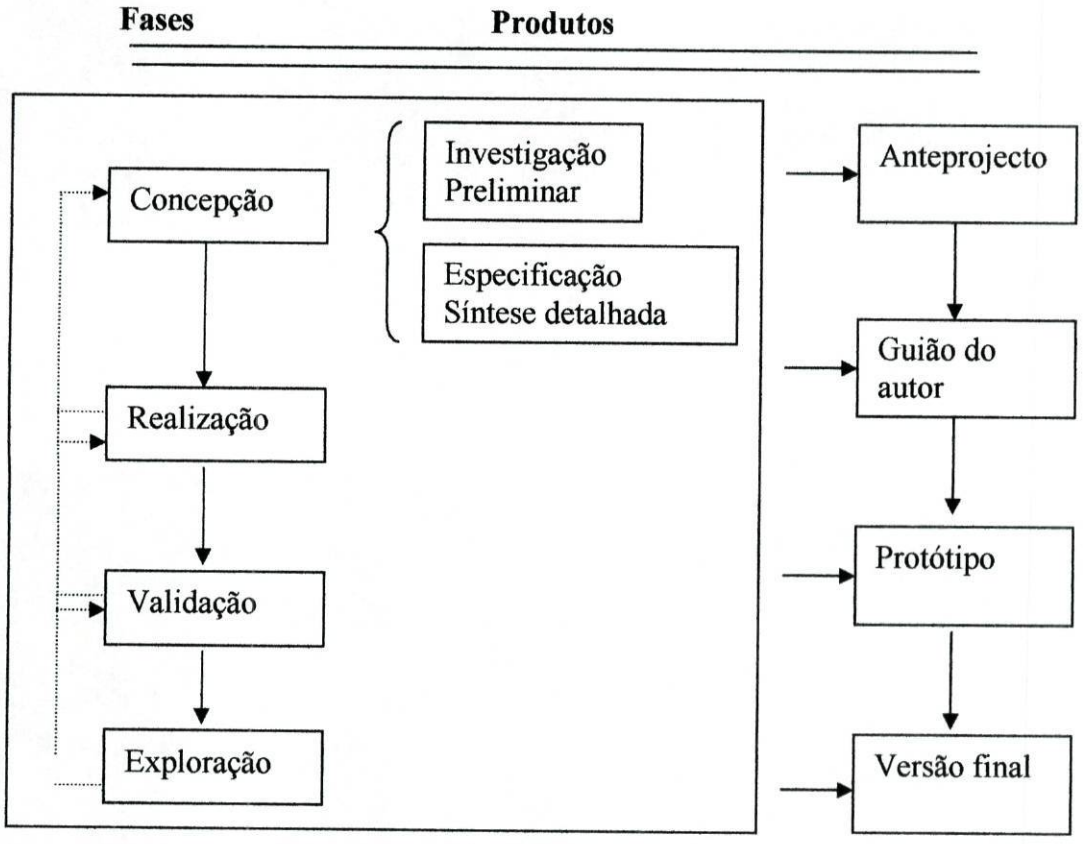


Figura 2 – Concepção de aplicações multimédia. Fases de processo e produtos.

Fonte: Costa, 1997

Segundo Costa (1997) as principais fases por que passa a concepção de uma aplicação multimédia são:

- uma *fase de concepção*, isto é, de pesquisa, estudo e tomada de decisão sobre todos e cada um dos aspectos considerados relevantes, para se conseguir um produto de qualidade e adequado aos objectivos pretendidos. O documento resultante desta fase é o guião de autor que, deve especificar todos os aspectos relativos ao produto desejado;
- uma *fase de realização*, que se caracteriza, fundamentalmente, pela concretização, com recurso às técnicas e meios apropriados, das decisões tomadas na fase anterior sobre o tipo de produto desejado;
- uma *fase de testagem e validação*, que constitui a oportunidade de verificar se a aplicação funciona, se é adequada aos objectivos estabelecidos e se corresponde ao produto desejado, sobre cada um dos diferentes pontos de vista em que pode ser analisada (técnicos, didácticos, estéticos, etc.);
- finalmente, uma *fase de difusão e exploração*, ou seja, a fase que dedica uma especial atenção a todos os aspectos relacionados com a divulgação e distribuição, ou utilização, nas situações para as quais foi desenvolvida.

Como se pode observar na fig. 2, cada uma destas fases termina com a formalização de um produto específico. Os dois primeiros, ante-projecto e guia de autor, sobre a forma de documento escrito, constituem dois níveis diferenciados não só no que se refere ao grau de especificação e de pormenorização das opções feitas, mas também relativamente à função que desempenham no próprio processo.

O ante-projecto constitui um primeiro esboço, ainda difuso, do produto final, que permitirá a tomada de decisões sobre a pertinência e viabilidade em proceder à sua realização. No caso de não ser de todo necessário apresentar um ante-projecto (por exemplo, por não haver necessidade de discutir os benefícios institucionais ou de justificar os investimentos), apenas terá lugar a elaboração do guião de autor.

O guião de autor, com uma visão pormenorizada de cada um dos aspectos (didácticos, técnicos, funcionais, estéticos, etc.) da aplicação pretendida e esboçada na fase anterior.

Os dois últimos, protótipo e versão final, são já resultado do trabalho específico de realização, isto é, de concretização do guião de autor e distinguem-se, também, não só pelo grau de materialização dos conteúdos e meios técnicos envolvidos, como pelo nível de funcionalidade que apresentam.

O protótipo, que serve sobretudo para testar e avaliar a qualidade e a operacionalidade da aplicação.

A versão final, que tem, como finalidade, a exploração pelos utilizadores finais, numa determinada situação de ensino e aprendizagem, embora com a preocupação ainda de se verificar como é aceite e até que ponto se adequa aos fins em vista, antes de se proceder à sua reprodução e difusão.

5. Contextualização da constituição do organismo humano, nos actuais Curricula do Ensino Básico e Secundário

Na elaboração do programa de 10º ano de Biologia e Geologia, Biologia Humana do Curso Tecnológico de Desporto e Saúde e Socorrismo do Curso Tecnológico de Acção Social, os autores procuraram seleccionar temas, cuja aprendizagem constituísse uma ferramenta importante na interpretação do mundo actual. Foi nesta perspectiva que a inclusão de "Que mecanismos garantem a obtenção de matéria pelos seres vivos", e "Como é constituído o organismo humano" teve lugar. Dentro do organismo humano destaca-se o sistema digestivo, com o capítulo "Como obter nutrientes a partir dos alimentos". Nas Ciências Naturais do 9º ano, o tema "Viver Melhor na Terra", com o capítulo Organismo Humano.

O programa da disciplina de Ciências Naturais aponta algumas sugestões metodológicas a utilizar em contexto de sala de aula directamente relacionadas com o Objecto de Ensino sobre o qual versa o presente estudo, nomeadamente as que a seguir se transcrevem:

- "utilização de programas de simulação em computador a fim de que os alunos se apercebam da interacção dos sistemas do organismo"
- " realização de jogos para testarem conhecimentos sobre a morfologia e fisiologia, concretamente do sistema digestivo"

"DA GÉNESE DA INVESTIGAÇÃO AOS RESULTADOS DO TRABALHO"

CAPÍTULO II

LABORATÓRIO VIRTUAL: PLANIFICAÇÃO E DESENVOLVIMENTO

Neste capítulo será feita a caracterização do site. Tal caracterização está organizada em três níveis: características gerais, descrição sucinta e detalhada. Na descrição detalhada a informação encontra-se organizada em seis categorias: Conteúdo, ferramentas, interactividade, interface gráfica e requisitos técnicos.

Para a elaboração da aplicação multimédia, ocorreram as fases de concepção, realização, testagem e validação explicadas na secção 1.4 do capítulo I.

Na fase de concepção, foi feita a pesquisa e escolha do tema "Sistema Digestivo". Foi elaborado o esboço do site "Laboratório Virtual". Reunião de preparação na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro das filmagens para a realização dos vídeos e das fotografias das lâminas histológicas ao microscópio. Foi realizada a revisão bibliográfica sobre as principais características histológicas e fisiológicas do aparelho digestivo dos mamíferos em geral, e particularmente da espécie humana que se podem ler nos diferentes recursos do site. Nesta pesquisa aprofundada foram utilizadas diversas fontes, para que o rigor científico fosse o maior possível. No anexo XIV, encontra-se toda a recolha bibliográfica efectuada para os diferentes recursos.

Uma vez planificados os diferentes recursos que integram o site "Laboratório Virtual" avançou-se para a fase da realização. A realização dos recursos passou por um conjunto de etapas que se descrevem seguidamente.

O estudo constou de uma primeira parte prática de laboratório para elaborar a aplicação. Na primeira parte, elaborou-se uma dissecação do coelho a qual foi filmada na íntegra e a preparação de lâminas histológicas definitivas dos órgãos do sistema digestivo. Seguiu-se a digitalização do mesmo e manipulou-se a imagem de vídeo usando o programa Adobe Premier produzido pela Adobe. Os vídeos são usados para demonstrar as técnicas de dissecação e de preparação de lâminas definitivas, fornecendo informação não visível em fotos, como por exemplo, como fixar a pele com os alfinetes ou com os fórceps quando se fazem as incisões. Utilizou-se depois o programa Flash da Macromedia para colocar as legendas e as barras de stop e play. Por último, fotografaram-se as lâminas ao microscópio, as quais foram tratadas usando o programa Adobe Photoshop da Adobe.

Na concepção da simulação usamos o programa Flash da Macromedia. O programa Flash, permitiu criar a prática interactiva envolvendo os utilizadores na experiência, como por exemplo, perguntando-lhes para localizar órgãos, vários procedimentos de dissecação. O feedback é fornecido e o utilizador pode sempre rever antes de finalizar a actividade. O site foi concebido com o programa Dreamweaver da Macromedia.

Na concepção dos jogos pedagógicos, foi utilizado o "Hot Potatoes 6", com questões de resposta múltipla, grelhas de palavras cruzadas, associação de imagens e pares e texto lacunar. Este programa é gratuito para a educação. Pode ser adquirido no site http://hotpot.uvic.ca/. Qualquer um destes jogos permite a sua correcção automática, a sua execução cronometrada, bem como acesso imediato à apresentação da classificação obtida no jogo. Ou seja, permite aos alunos testar os conhecimentos adquiridos, permitindo uma auto-avaliação, estimulando assim a vontade de saber mais até obter melhor resultado. Activou-se no programa a funcionalidade de que, sempre que o teste é utilizado muda a ordem das questões, evitando assim que os utilizadores se aborreçam.

FICHA DA APLICAÇÃO (Site)

Título	Laboratórios Virtuais
Idade Sugerida	Idades compreendidas entre os 14 a 17 anos.
Grupo-alvo	No âmbito das Ciências da Terra e da Vida e na disciplina de Ciências Naturais, procura-se, com este recurso, motivar os alunos do 3º ciclo do ensino básico, 9º ano de escolaridade e do ensino secundário, 10º ano de escolaridade e 12º ano. Poderá ainda ser utilizado pelos alunos do ensino superior, em cadeiras como por exemplo a Zoologia.
Conteúdo **Área curricular**	No programa de 10º ano de Biologia e Geologia, Biologia Humana do Curso Tecnológico de Desporto e Saúde e Socorrismo do Curso Tecnológico de Acção Social, o capítulo "Que mecanismos garantem a obtenção de matéria pelos seres vivos" e " Como é constituído o organismo humano ". Nas Ciências Naturais do 9º ano, o tema "Viver Melhor na Terra", o capítulo Organismo Humano.

Descrição global, sucinta, da aplicação

Laboratório Virtual é um produto multimédia especialmente dedicado à dissecação animal e histologia dos órgãos.

Destina-se, aos alunos de 9º ano e de 10º de Biologia/Geologia do ensino secundário. Para um estudo de revisão pode ser também utilizado pelos alunos universitários na disciplina de Zoologia.

É uma aplicação com uma fonte de informação cuidadosamente seleccionada e actual, enriquecida com variados recursos multimédia.

A partir do menu principal, o utilizador poderá aceder facilmente a qualquer uma das opções da aplicação. Poderá por exemplo, aprender anatomia, à medida que vai avançando na dissecação, observando os vídeos, aprender acerca da fisiologia humana através da relação com o coelho.

É possível, também, realizar diversas actividades, nas quais o utilizador tem um importante papel de participação, onde terá a oportunidade de simular uma dissecação, após conhecer as técnicas e verificar se está correcto ou não, através do feedback que é fornecido com mensagens de erro.

Disponibiliza, também, vídeos e imagens, uma forma mais atraente de explorar virtualmente este conteúdo.

Contém, ainda, uma secção de jogos e testes em que se pode avaliar os conhecimentos eventualmente adquiridos e um glossário com a terminologia indispensável, adequada ao público-alvo considerado.

O fórum permite realizar debates e actividades, tornando públicas as discussões travadas. São um excelente instrumento de sensibilização dos alunos a respeito das questões relacionadas com o laboratório virtual.

Conteúdo e aspectos pedagógicos da aplicação

Trata-se de um site que pode contribuir para o desenvolvimento de competências de pesquisa e servir de apoio ao estudo da unidade "SISTEMA DIGESTIVO " na disciplina de Ciências Naturais (3º ciclo do ensino básico), Biologia/Geologia (ensino secundário) e Zoologia (ensino superior).

Disponibiliza uma quantidade razoável de informação relativa ao tema.

Conteúdos tratados na aplicação:

- Morfologia do Sistema Digestivo;
- Fisiologia do Sistema Digestivo;
- Histologia do Sistema Digestivo;
- Preparações definitivas de órgãos do Sistema Digestivo.

No final desta actividade, os alunos devem ser capazes de:

- Descrever como se faz uma dissecação;
- Conhecer a importância da realização de uma dissecação;
- Indicar diferentes órgãos, bem como a sua localização;
- Identificar o material necessário para uma dissecação;
- Relacionar os órgãos dissecados com as funções que têm no organismo;
- Identificar pormenores histológicos em lâminas.

Ferramentas

Constituem formas de orientação o menu principal, o feedback sobre o resultado da execução na simulação e qual o caminho a seguir, se essa execução não tiver tido os resultados desejados.

Neste site, existem várias ligações entre as diversas páginas que a constituem, as quais permitem não apenas navegar em sequência (uma página de cada vez, tanto para afrente como para trás), mas também voltar ao menu principal, directamente a partir do local, onde o utilizador se encontre.

Existe, também, a possibilidade de navegar, clicando em palavras destacadas, permitindo aceder ou "saltar" directamente para a informação relacionada com a palavra que foi activada.

Interactividade

O site incorpora mecanismos de feedback associados à execução de determinadas tarefas:

- Simulação
- Jogos e testes

São momentos em que o computador «dialoga» com o utilizador, testando repostas e fornecendo ajudas, sugerindo ao aluno a utilidade de uma atitude avaliativa relativamente ao trabalho que vai realizando.

O próprio sistema de orientação e navegação funcionam como formas de feedback, dando indicação do posicionamento do utilizador e como navegar através da aplicação.

Proporciona o acesso a um «glossário», onde os alunos encontrarão o significado da terminologia específica utilizada.

Interface Gráfica

Possui uma interface simples e de fácil compreensão. No geral, o design adoptado não varia muito, mantendo-se a mesma apresentação e interface ao longo da aplicação, o que facilita a familiarização com a mesma.

A informação é apresentada sob a forma de texto, imagem e vídeo.

O layout principal do site mantém-se sempre presente.

Requisitos técnicos

Uma vez que o que se pretende disponibilizar são essencialmente conteúdos dinâmicos, deve usar-se no mínimo um processador da classe "Pentium" com uma frequência de relógio na ordem, ou acima, dos 1000MHZ bem como 256MB de memória RAM.

Quanto à ligação à Internet esta deve ser de banda larga, uma vez que tem maior capacidade de transferência de dados.

O *site* (figura 3) é constituído por quatro partes fundamentais:

- Laboratório;
- Simulação;
- Jogos e Testes;
- Fórum.

Tem uma página inicial, onde são feitas as apresentações do site. (figura 3).

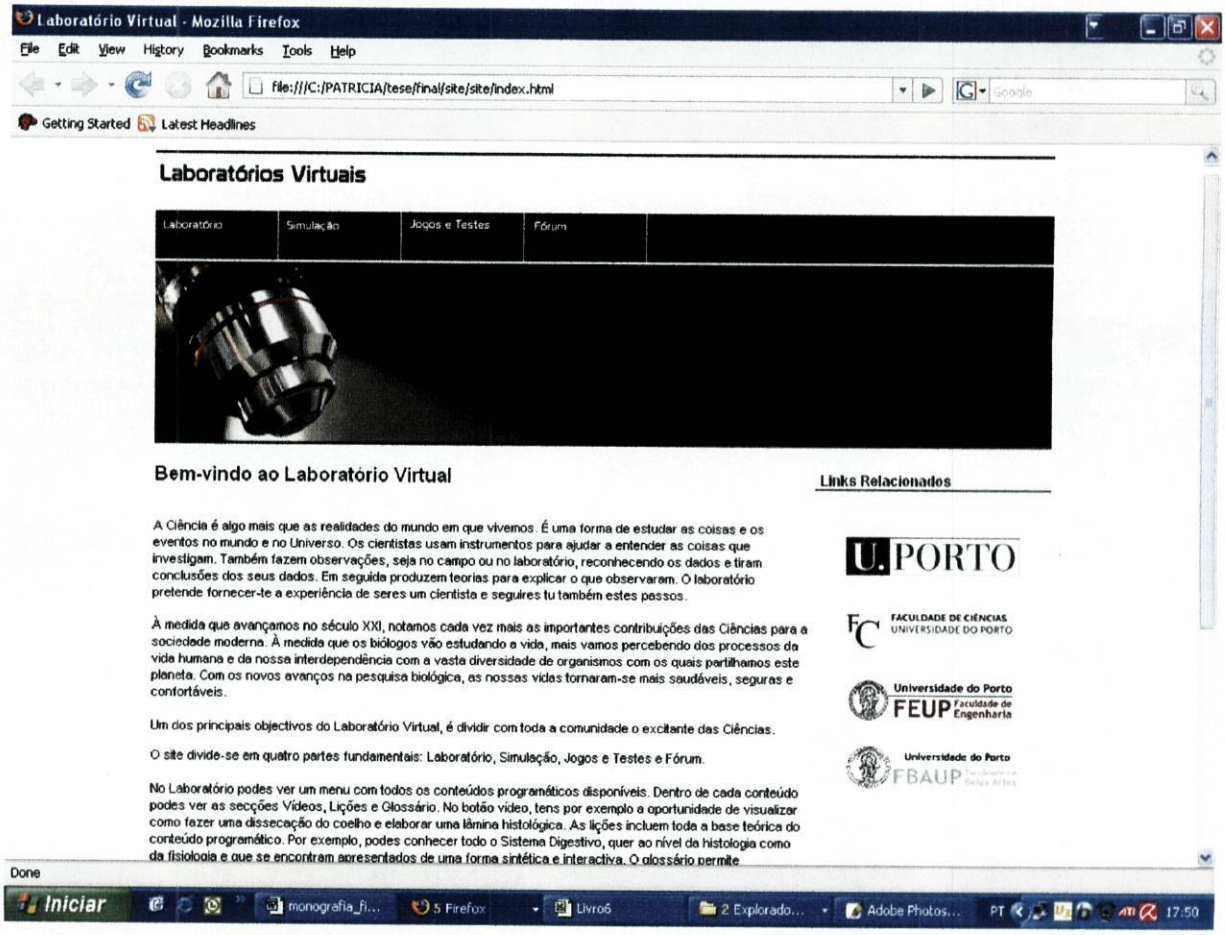


Figura 3 – Página inicial, onde são feitas as apresentações do site.

No laboratório (figura 4), encontramos duas subdivisões, a dissecação e histologia. Estas encontram-se ainda subdivididas em vídeo, lição e glossário (figura 4).

O botão lição permite aceder aos conteúdos programáticos. Os conteúdos foram trabalhados, com recurso a livros didácticos. As imagens ilustrativas dos conteúdos foram seleccionadas a partir de livros didácticos ou da Internet. De momento encontra-se toda a informação sobre o sistema digestivo. Pode-se adquirir, recordar ou consolidar conhecimentos de morfologia, fisiologia e histologia do sistema digestivo (figura 5). Ao nível da morfologia pode-se observar passo a passo como executar uma dissecação e estudar em pormenor toda a morfologia e fisiologia do sistema digestivo do coelho. Na morfologia e fisiologia pode-se clicar sobre as imagens para ampliar (figura 6).

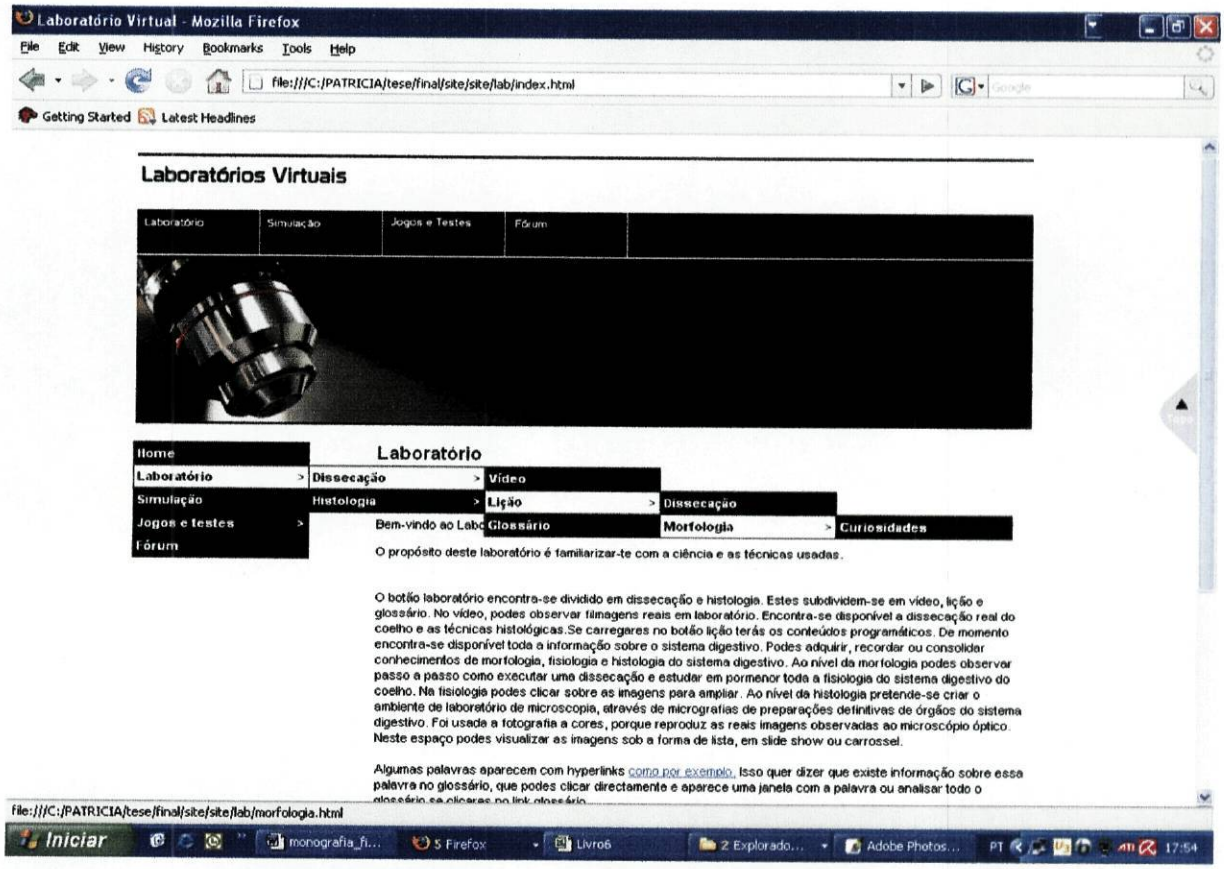


Figura 4 – Constituição do menu do laboratório.

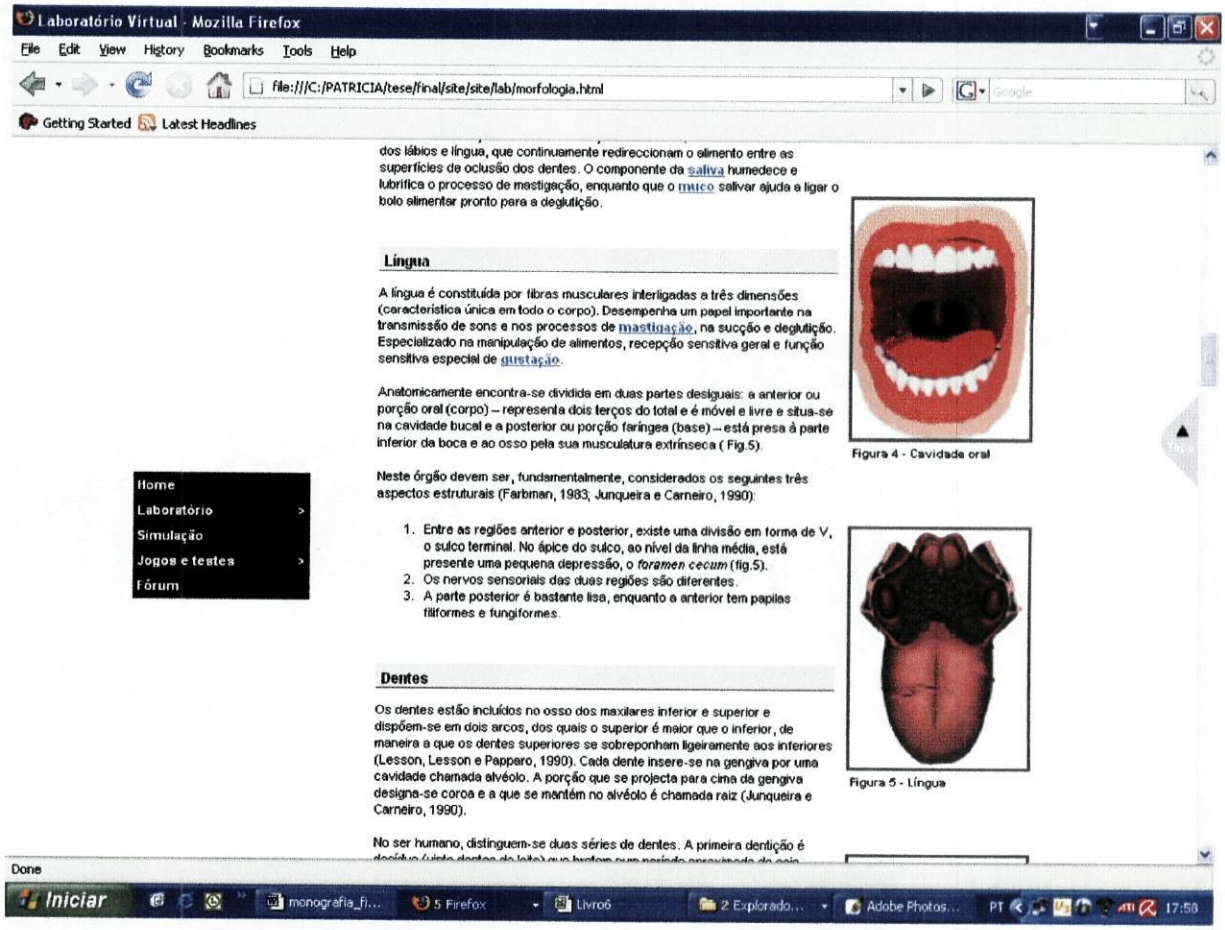


Figura 5 – Exemplo de uma página da lição.

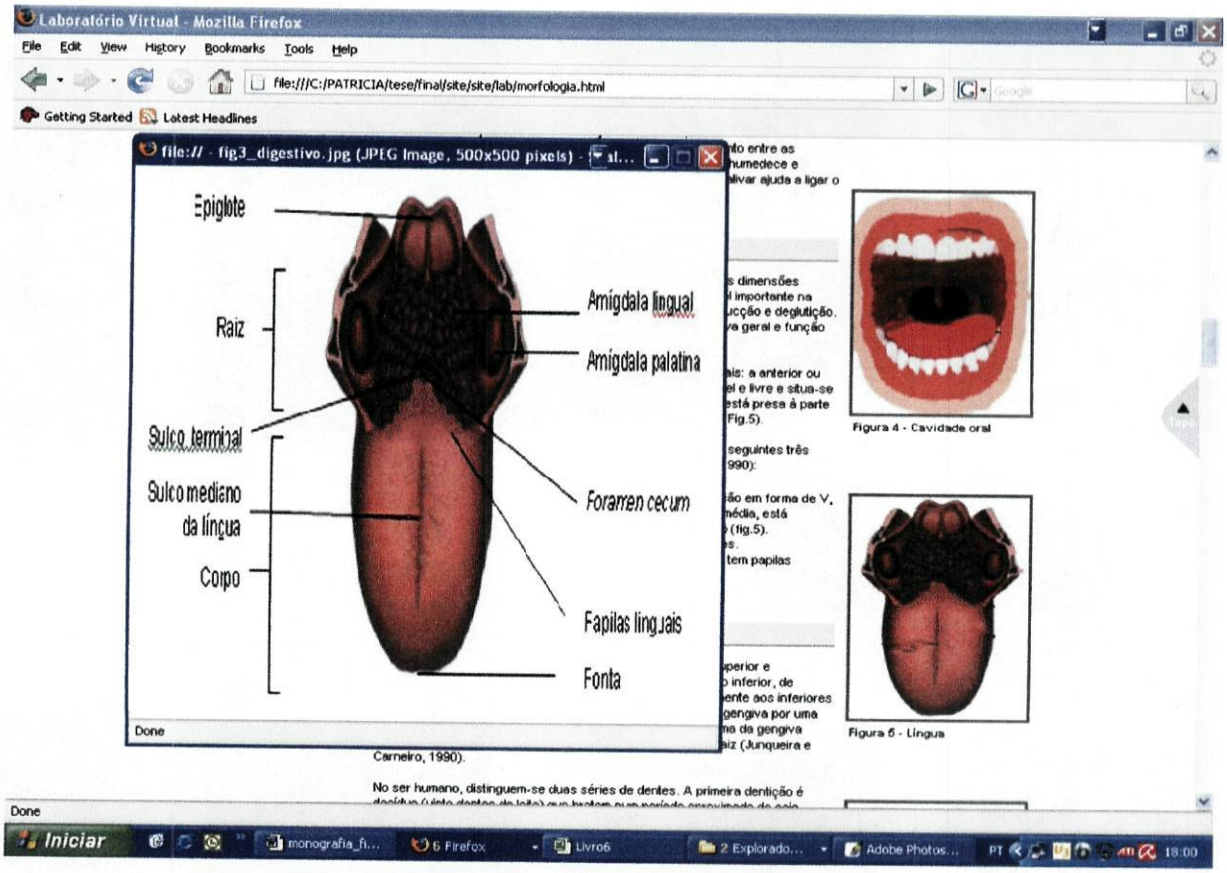


Figura 6 – Exemplo de uma imagem ampliada.

Ao nível da histologia pretende-se criar o ambiente de laboratório de microscopia, através de micrografias de preparações definitivas de órgãos do sistema digestivo (figura 7). Foi usada a fotografia a cores, porque reproduz as reais imagens observadas ao microscópio óptico. Neste espaço pode-se visualizar as imagens sob a forma de lista, em slide show ou carrossel.

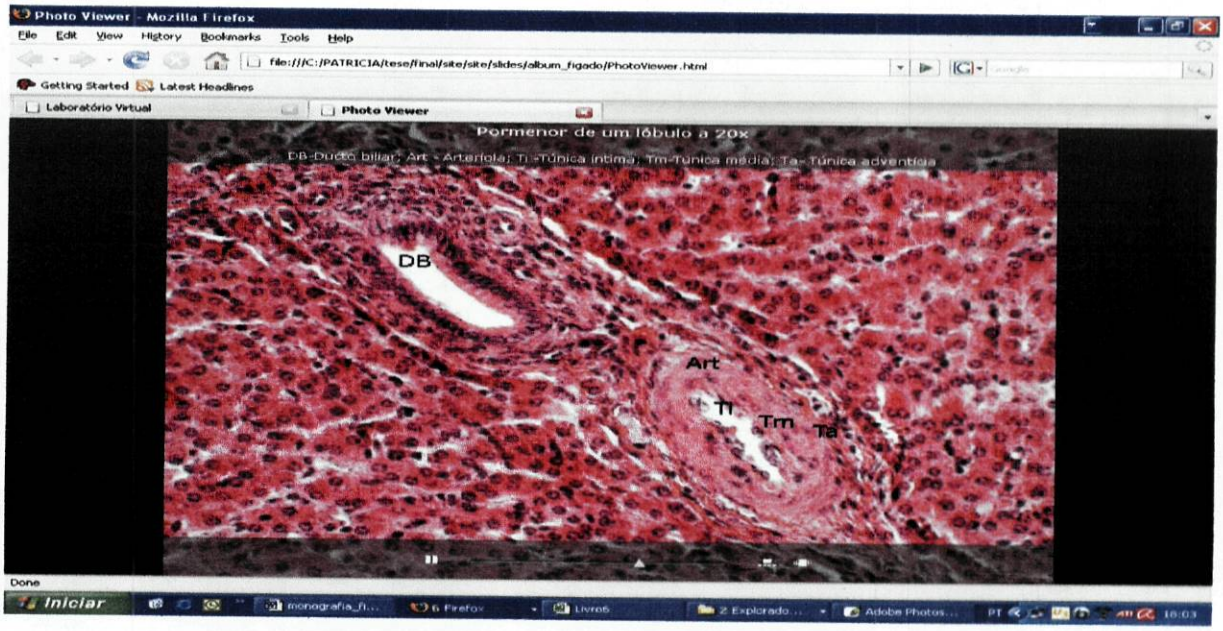


Figura 7 – Microfotografia de uma lâmina histológica de fígado.

Algumas palavras aparecem com hyperlinks. Isso quer dizer que existe informação sobre essa palavra no glossário, que ao clicar aparece uma janela com a palavra (figura 8) ou analisar todo o glossário se clicar no link glossário.

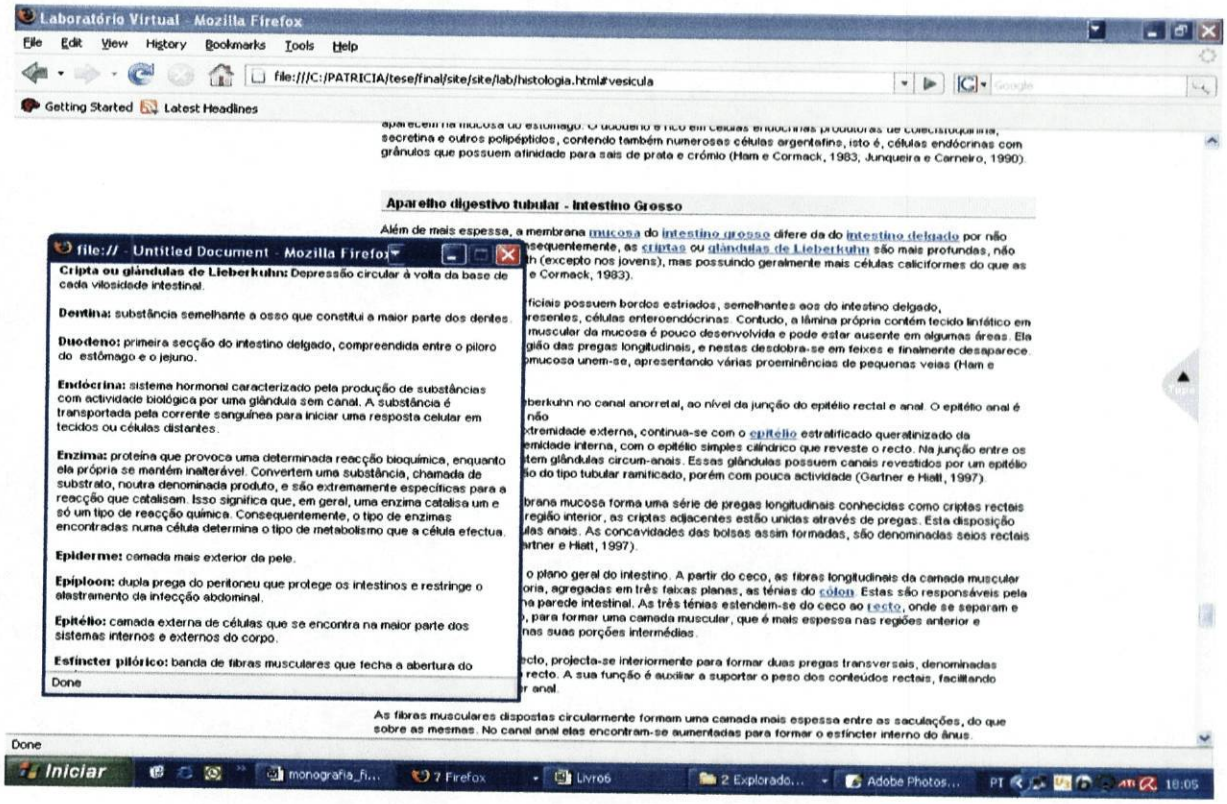


Figura 8 – Exemplo da janela de glossário após clicar no hyperlink.

No vídeo, observam-se filmagens reais em laboratório (figura 9). Encontram-se disponíveis vídeos da dissecação real do coelho e das técnicas histológicas.



Figura 9 – Exemplo do vídeo da dissecação e das técnicas histológicas.

Na simulação, o aluno pode realizar a dissecação virtual (figura 10).

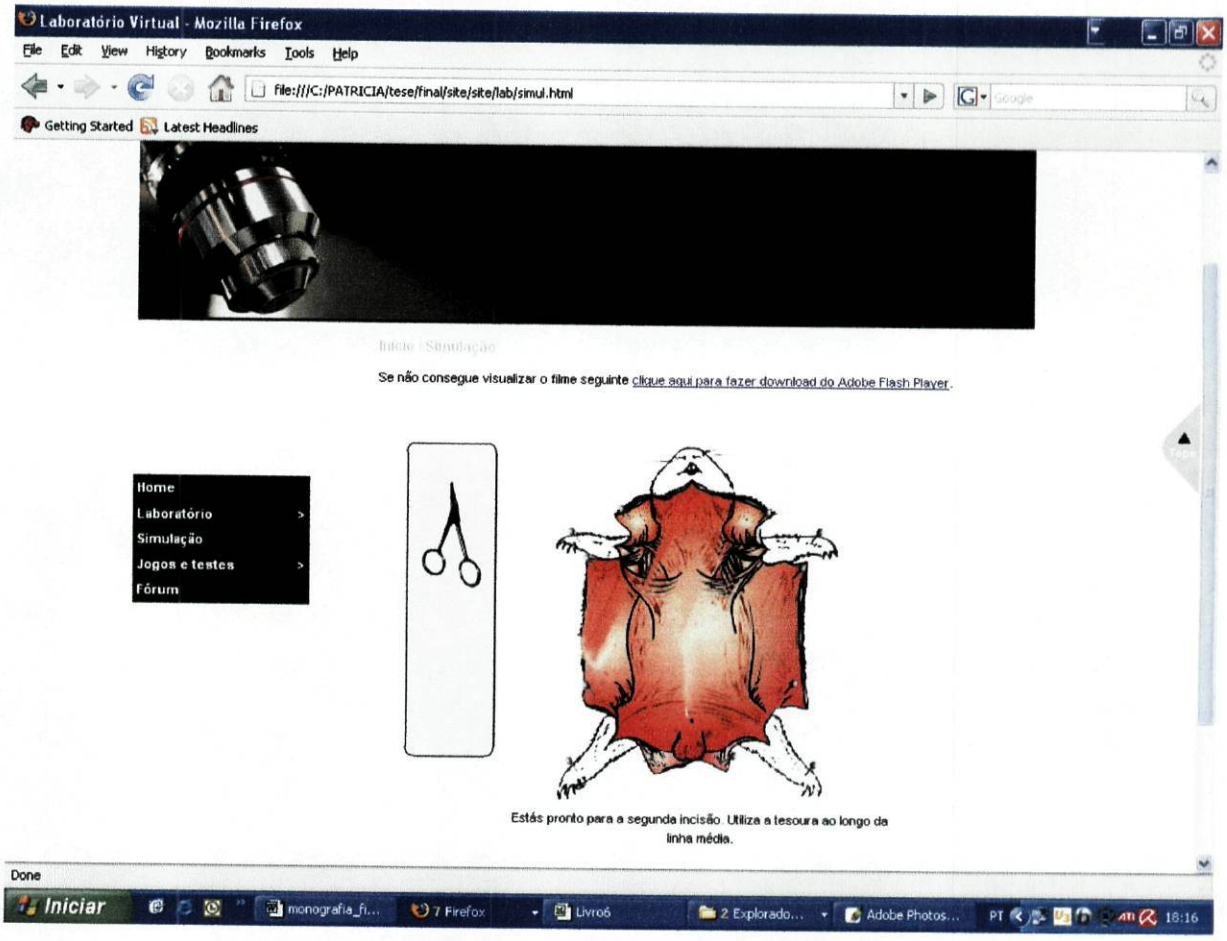


Figura 10 – Exemplo da simulação.

No botão Jogos e Testes, os alunos são incentivados a testar os conhecimentos, com actividades lúdicas, sempre envolvendo o tema em estudo (figura 11).



Figura 11 – Exemplo de um jogo.

Finalmente, surge o fórum (figura 12), http://pub18.bravenet.com/forum/1474225513, onde se pode trocar opiniões, informações, ideias, com toda a comunidade que vier ao laboratório virtual. Para isso utilizou-se o serviço disponibilizado gratuitamente pela "Bravenet Web Services".



Figura 12 – Página de abertura do fórum.

CAPÍTULO III

METODOLOGIA

Para Kerlinger (1980, op. cit., p. 335) a metodologia significa " maneiras diferentes de fazer coisas com propósitos diferentes ", ou seja maneiras de formular problemas, hipóteses, métodos de observação e recolha de dados, medida de variáveis e técnicas de análise de dados. No entanto, como o mesmo autor refere, a " metodologia inclui também aspectos da filosofia da ciência ", pressupondo uma constante atitude de análise crítica, sobretudo quando tal análise assume a forma de uma crítica epistemológica dos conceitos utilizados, no quadro de uma investigação.

Neste capítulo procede-se à descrição e fundamentação da metodologia utilizada no decurso da investigação, bem como aos procedimentos seguidos na recolha de dados e respectivos instrumentos construídos para o estudo.

Em primeiro lugar definiram-se os objectivos. Após a definição dos objectivos seguiu-se a formulação e redacção das questões a incluir no questionário do professor (Apêndice II) e dos alunos (Apêndice IV) e na entrevista à professora (Apêndice X e XI). No que concerne à forma existem questões fechadas e abertas. Na presente investigação conjugaram-se instrumentos de metodologia quantitativa e qualitativa que se representam na figura (veremos na secção 1.2 deste capítulo as características dos instrumentos usados na realização da investigação que integram este trabalho).

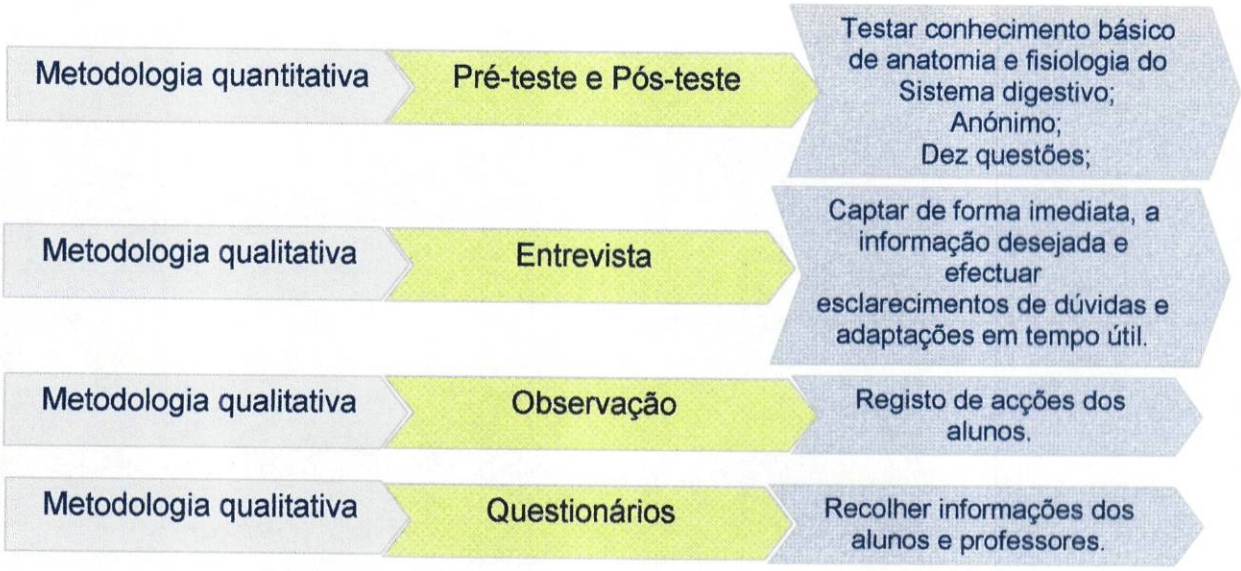


Figura 13 – Metodologia e instrumentos utilizados na investigação.

" Howar Becher entre outros (Levine, Bell, Waller, Mills), exerceu uma forte influência nos investigadores educacionais, ao propor um modelo de análise do real centrado na convergência de metodologias quantitativas e qualitativas. Para ele, a prova da validade da inferência deverá ser obtida a partir de um tratamento matemático dos dados – a análise do qualitativo deverá assentar na 'estrutura lógica da investigação quantitativa'." (in Estrela, 1999, pp. 33)

Sob o ponto de vista epistemológico, e dados os objectivos deste estudo e a sua natureza sócio-pedagógica, a opção metodológica adoptada integram predominantemente o paradigma quantitativo, pressupondo os respectivos paradigmas associados.

O método qualitativo caracteriza-se pela subjectividade, ao contrário do quantitativo que é objectivo. No qualitativo as suas observações são naturalistas e sem controlo, enquanto que o quantitativo se caracteriza por ser uma medição rigorosa e controlada. O primeiro método orienta-se para o processo e é holístico, já o segundo é orientado para o resultado e é particularista (Carmo e Ferreira, 2001). Segundo Carmo e Ferreira, o paradigma quantitativo é mais indicado para as Ciências Naturais.

Pretendemos deste modo realçar que a metodologia quantitativa se nos afigura realmente como a mais pertinente, por considerarmos o seu carácter essencial consubstanciado nas técnicas que pretendemos utilizar no desenvolver deste projecto de investigação, ou seja, o pré-teste e o pós-teste e a metodologia qualitativa com a observação participante, a entrevista à professora das outras turmas envolvidas e os questionários aos professores e alunos.

Todos os questionários, bem como os pré-testes, foram testados antes de serem entregues a professores e alunos para correcção de eventuais erros. Foi feito, portanto, uma avaliação piloto dos instrumentos de avaliação.

O controlo de variáveis é fundamental para assegurar que a investigação tenha **validade interna** (as diferenças observadas na variável dependente são unicamente devidas à manipulação da variável independente) e **validade externa** (possibilidade de generalizar ou aplicar os resultados obtidos num dado contexto, a outros contextos).

1. Questão da Investigação

A hipótese inicialmente formulada pretendia dar resposta à questão:

"Será que o estudo da constituição do sistema digestivo numa dissecação virtual on-line consegue obter resultados favoráveis quando comparada com a dissecação real".

2. Caracterização da Amostra

A amostra donde partimos e para o qual pretendemos generalizar conclusões são quatro turmas de nono ano. As turmas de nono ano eram da Escola EB 2,3 de Alpendurada, em Alpendurada. A idade dos alunos das turmas, onde foi implementado e avaliado o impacto da utilização da dissecação virtual, bem como as turmas que realizaram a dissecação real, está compreendida entre treze e quinze anos. No grupo experimental (GE) A, 16 alunos são do sexo feminino e 10 do sexo masculino e no grupo controlo (GC) A, 14 alunos são do sexo feminino e 11 do sexo masculino. Na turma experimental B 15 alunos são do sexo feminino e 11 do sexo masculino e no controlo B, 17 são do sexo feminino e 9 do masculino (ver tabela 1). Existem mais elementos do sexo feminino do que masculino em ambos os grupos, mas o total de alunos em ambos os grupos é aproximadamente o mesmo, 52 no grupo experimental para 51 do grupo controlo.

Em cada uma das turmas só existe uma retenção. Nos níveis do primeiro período verifica-se que não existe uma grande diferença entre as turmas experimentais e controlo à disciplina de Ciências Naturais. Sessenta e cinco por cento dos alunos tiveram nível quatro, vinte por cento nível três, dez por cento nível cinco e cinco por cento nível dois. Nas turmas experimentais todos os alunos têm computador em casa, mas, 75% dos alunos não tem ligação à Internet. Podemos afirmar que os grupos controlo e experimentais são estatisticamente semelhantes.

Sexo	Frequência	Frequência (%)	Frequência acumulada
Feminino	31	59,6	59,6
Masculino	21	40,4	100
Total	52	100	

Tabela 1 – Número de alunos e alunas do Grupo Experimental A e B.

Sexo	Frequência	Frequência (%)	Frequência acumulada
Feminino	31	60,8	60,8
Masculino	20	39,2	100
Total	51	100	

Tabela 2 – Número de alunos e alunas do Grupo Controlo A e B.

A amostra, sobre a qual recaiu a recolha de dados para a presente investigação, foi constituída por 103 alunos de entre 129. As turmas experimentais e controlo A são ambas turmas da investigadora, foi por isso uma amostragem de conveniência (Carmo e Ferreira, 2001) e as turmas B são ambas de uma professora que se mostrou disponível para colaborar nesta investigação. A escolha de que turma seria experimental ao controlo foi aleatória, sendo efectuada por sorteio. Assim, o grupo experimental A ficou com a turma B e o grupo controlo turma A, turmas muito semelhantes em termos de competências. O grupo experimental B ficou com a turma C e o controlo com a turma D.

3. Recolha dos Dados

3.2.1 Pré-teste e pós-teste

Trata-se de um tipo de investigação experimental, ou "um plano experimental puro" (Carmo e Ferreira, 2001), que compreende dois grupos, um grupo experimental e o grupo de controlo.

É um plano experimental puro do tipo:

Grupo Experimental A (GE_A)	A	O	X	O
Grupo Controlo A (GC_A)	A	O		O
Grupo Experimental B (GE_B)	A	O	X	O
Grupo Controlo B (GC_B)	A	O		O

A – Selecção aleatória

O – Pré-teste

O – Pós-teste

X – Utilização do site Laboratório Virtual

O grupo experimental utilizou a dissecação virtual, enquanto que o grupo de controlo manteve o antigo programa, ou seja uma dissecação real. O grupo de controlo foi essencial para comparar a eficácia do tratamento introduzido no grupo experimental.

O pré-teste pretendia testar conhecimento básico de anatomia e fisiologia do sistema digestivo do coelho e a sua relação com o sistema digestivo humano.

O pré-teste e o pós-teste (apêndice VI e VII), exactamente iguais, eram formados por 10 questões. O teste tinha 4 questões sobre dissecação, anatomia e material de laboratório e 6 questões de conhecimento geral relacionado com o trabalho desenvolvido e apoiado em escolha múltipla (4 a 5 possíveis respostas para cada questão). O pré-teste e pós-teste eram anónimos, tendo apenas um espaço para a idade e nível de escolaridade.

O pré-teste foi fornecido dois dias antes da dissecação. O dia seguinte antes da dissecação foi reservado para qualquer estudante que tivesse estado ausente na altura do pré-teste. O pós-teste foi dado um dia depois da dissecação ter decorrido, sendo o dia seguinte para algum aluno que não estivesse presente na altura do pós-teste. Qualquer estudante que não tivesse feito o pré-teste e o pós-teste não foi incluído nos dados da análise (n =102, porque um aluno do grupo experimental A anulou a matrícula).

Os alunos do Grupo experimental tiveram disponível o site com todas as suas aplicações. Os alunos do Grupo Controlo tiveram disponíveis os conteúdos da lição, o questionário e as palavras cruzadas dos jogos e testes em formato de papel.

O estudo foi conduzido durante o tempo regular e na sequência que decorre normalmente no currículo. Teve uma duração total de dois blocos de 90 minutos. Os alunos do grupo virtual que terminassem mais cedo era permitido observarem partes que não tivessem entendido muito bem, mais uma vez e os que fizeram a dissecação real podiam mexer e remover porções do animal dissecado. Uma vez que o laboratório de Ciências só possui um computador, foi antes usada a sala de computadores. Os estudantes utilizaram o computador durante o horário e no período de aula normal.

O animal utilizado na dissecação real ou virtual foi um mamífero, mais especificamente um coelho, *Lepus cuniculus*, por ter uma organização muito semelhante à nossa.

3.2.2 Inquérito por questionário

Da etimologia da palavra inquérito extrai-se a ideia de que é um processo em que se tenta descobrir alguma coisa de forma sistemática. O inquérito por questionário distingue-se do inquérito por entrevista essencialmente pelo facto do investigador e inquiridos não interagirem em situação presencial (Carmo e Ferreira, 2001).

Um questionário integra vários tipos de perguntas:

- **Identificação:** são as que se destinam a identificar o inquirido;
- **Informação:** têm como objectivo colher dados sobre factos e opiniões do inquirido;
- **Descanso:** servem para mudar de assunto, ou para introduzir perguntas que manifestam maior dificuldade;
- **Controlo:** para verificar a veracidade de outras perguntas do questionário.

Os questionários dos alunos foram preenchidos após 3 aulas da realização da actividade, pelo grupo controlo e pelo grupo experimental. Em relação aos professores, foram realizados 20 questionários, dos quais 6 foram entregues formal e fisicamente, 6 enviados por correio e 8 por e-mail. A investigadora enviou os questionários a colegas de grupo de diferentes escolas que já tinha leccionado, os quais foram todos devolvidos devidamente preenchidos.

Carmo e Ferreira, 2001, defendem que a tecnologia do inquérito por questionário é bastante fiável, desde que se tenham alguns cuidados na construção dos mesmos. Assim, relativamente ao número de questões devem ser apenas as indispensáveis à pesquisa, devem ser fechadas e com instruções claras e precisas, compreensíveis para os respondentes e não ambíguas.

No questionário efectuado aos alunos (apêndice IV), as questões foram colocadas sob a forma de escala de atitudes, permitindo ao investigador medir as atitudes e opiniões do inquirido. Neste foi utilizado a Escala de Likert, que consiste na apresentação de uma série de proposições, no qual o aluno, em relação a cada uma delas, indica uma das cinco posições: concorda totalmente, concorda, indeciso, discorda, discorda totalmente.

No questionário efectuado aos professores, foi elaborado um instrumento de recolha de dados, constituído por uma série ordenada de perguntas abertas e fechadas pré-elaboradas, sistemática e sequencialmente dispostas em itens que constituem o tema da pesquisa, que devem ser respondidas por escrito. Na planificação do questionário dos professores optou-se por incidir sobre as vantagens e desvantagens de dissecações normais e virtuais, o uso do

computador, avaliação à aplicação desenvolvida e o local onde está inserido (site) e comparações entre as duas dissecações.

Os questionários dos alunos e professores, bem como os pré-testes foram testados antes de serem cedidos aos alunos e professores para correcção de eventuais erros. Foi feito, portanto, uma avaliação piloto dos instrumentos de avaliação.

Na tabela abaixo, resumem-se os dados principais obtidos dos professores que responderam ao questionário.

Professor	Sexo		Idade	Vinculação	Tempo de Serviço
	Feminino	Masculino			
P1	X		40	QND	18
P2	X		45	QND	23
P3	X		50	QND	28
P4	X		41	QND	19
P5	X		39	QND	17
P6		X	38	QND	16
P7		X	40	QND	18
P8	X		50	QND	28
P9	X		40	QND	18
P10	X		42	QND	20
P11		X	29	QZP	7
P12	X		28	C	6
P13	X		28	C	6
P14		X	28	C	6
P15		X	30	QZP	8
P16	X		35	QND	13
P17	X		36	QND	14
P18	X		42	QND	20
P19	X		44	QND	22
P20	X		36	QND	14

Tabela 3 – Caracterização sumária dos professores que preencheram os questionários.

Legenda: P – Professor; QND – Quadro de Nomeação Definitiva; QZP – Quadro de Zona Pedagógica; C – Contratado

3.2.3 Observação Participante

Segundo Estrela (1999, pp.31), "fala-se de observação participante quando, de algum modo, o observador participa na vida do grupo por ele estudado".

Para Spradley (1980), o observador participante, observa as actividades, as pessoas e os aspectos físicos da situação. A observação participante tem por objectivo recolher dados (sobre acções, opiniões ou perspectivas) aos quais um observador exterior não teria acesso (Lessard – Hébert *et al.*, 1994). Neste sentido, realizamos no presente estudo uma observação participante cuja metodologia e análise passamos a apresentar.

3.2.3.1. Metodologia

A observação participante foi efectuada pela professora investigadora que era, simultaneamente a professora das turmas do grupo A e que assistiu às aulas do grupo B. Em relação ao grupo A, como eram alunos da investigadora não se aperceberam de nenhuma observação em especial. Foi uma observação participante natural. Já o grupo B, a presença da investigadora pode ter provocado alterações no comportamento dos alunos, destruindo a espontaneidade dos mesmos, podendo os resultados ser de pouca confiança. A investigadora fez uma observação simples, ou seja, uma mera espectadora.

A observação participante foi activa, dado que o observador estava envolvido nos acontecimentos e os registava imediatamente após eles terem tido lugar. Este tipo de observação participante permitiu ao observador apreender a perspectiva interna e registar os acontecimentos, tal como eles são percepcionados pelo participante (Lessard – Hébert *et al.*, 1994).

A observação participante realizada nas actividades desenvolvidas no Laboratório Virtual teve como referência uma grelha (apêndice IX), que se encontra preenchida para a actividade do laboratório virtual e da dissecação real. Na grelha constam as categorias de análise em estudo (relação professor/aluno (PA), construção do conhecimento (CC) e desenvolvimento de atitudes e valores (AV) e os elementos de referência obtidos.

3.2.4 Entrevista

Com a entrevista pretendia-se recolher dados acerca das categorias de análise em estudo, a relação professor/aluno (PA), a construção do conhecimento (CC), o desenvolvimento de atitudes e valores (AV) e alfabetização científica (AC).

A entrevista foi realizada à professora que tinha as outras duas turmas e que se disponibilizou a participar neste estudo. A professora tem 31 anos, é do Quadro de Zona Pedagógica do Tâmega e tem 9 anos de serviço. A entrevista foi gravada e posteriormente transcrita. A respectiva transcrição permitiu a sua análise, bem como sistematizar os dados obtidos.

A utilização da entrevista como técnica para obter informações acerca da aprendizagem e dos processos mentais envolvidos nessa aprendizagem foi primeiramente realizada por Piaget. Desde então, esta técnica de pesquisa tem sido amplamente utilizada por inúmeros investigadores em educação.

Para Lincon e Guba (1985) as entrevistas são conversas intencionais que permitem ao investigador e informante recuar e avançar no tempo: reconstruindo o passado, interpretando o presente e prevendo o futuro. A entrevista tem, como vantagens análises pessoais mais profundas, obter-se respostas directamente do entrevistado e não existe interferência de um grupo. No entanto, apresenta desvantagens, tais como os resultados sofrerem interferência dos entrevistadores, a duração ser longa e o facto de ser raro encontrar um entrevistador habilidoso.

O entrevistador tem um papel importante e decisivo na entrevista, pois, deverá ter a sensibilidade e o conhecimento necessário para abordar bem o assunto. Deve evitar parecer superior, ser imparcial e objectivo, formular as perguntas de maneira informativa, não aceitar repostas do tipo Sim ou Não e ser ético.

As entrevistas podem ser estruturadas, semi-estruturadas e não estruturadas:

Entrevista estruturada – as questões são integralmente preparadas antes da entrevista ter lugar. São colocadas pela mesma ordem e formuladas do mesmo modo para todos os entrevistados e não podem ser formuladas novas questões além das que estavam pré-estabelecidas.

Entrevista semi-estruturada – o entrevistador prepara um roteiro que o guie durante a realização da entrevista, havendo; no entanto, abertura suficiente para não seguir o guião. O investigador deve fazer incidir as suas perguntas de modo a clarificar as ideias que o entrevistado vai revelando.

Entrevista não estruturada – é, como o nome indica, a técnica menos estruturada e só se distingue de uma conversa informal porque tem como objectivo a recolha de dados. Neste tipo de entrevista o entrevistador segue as respostas do entrevistado, não traçando uma orientação para a referida entrevista. Inicia a entrevista com uma pergunta genérica e o rumo da entrevista é determinado pela resposta inicial.

Neste estudo adoptar-se-á a entrevista semi-estruturada, pois, é aquela que, segundo Queirós (2005), diminui a dificuldade em organizar e analisar posteriormente os dados, apresentando ainda mais um conjunto de vantagens, das quais se destacam as que melhor se ajustam ao presente trabalho: permite obter informações com um elevado grau de profundidade (podem esclarecer-se ideias, aprofundar conceitos, etc.), mantém os entrevistados participativos (a colocação de questões a partir das respostas do entrevistado revela interesse sobre as ideias dos mesmos); permite a identificação de razões de conflitos e de contradições, nas respostas e possibilita a criação de conflito quando o entrevistado não apresenta consistência de ideias.

A entrevista semi-estruturada também apresenta algumas limitações como, por exemplo, ser uma técnica bastante morosa, quer na recolha de dados, aquando da realização das entrevistas, quer na transcrição das mesmas, quer na sua análise; só apresenta exequibilidade em amostras pequenas e encerra grande subjectividade.

O guião utilizado como suporte à entrevista efectuada e a transcrição da mesma encontra-se, respectivamente, nos apêndices IX e X.

4. Escala de Avaliação das Actividades das Dissecações – Dimensões em Análise

A versão definitiva da Escala engloba três sub escalas, a sub escala construção do conhecimento, a sub escala desenvolvimento de atitudes e valores e a sub escala alfabetização científica.

A opção pelas dimensões das sub escalas apontadas deve-se, sobretudo, à convicção da própria investigadora de serem dimensões promovidas nos laboratórios. Por outro lado, tal pressuposto encontra fundamentação na pesquisa bibliográfica que efectuamos.

4.1 Construção do Conhecimento

" Qualquer caso educacional é uma acção partilhada, que procura trocar significados e sentimentos entre o formando e o professor. Esta troca ou negociação será emocionalmente

positiva e intelectualmente construtiva, sempre que os formandos obtiverem uma maior compreensão de um segmento do conhecimento ou experiência (...). Quando o formando e o professor têm êxito na negociação e na partilha do significado de uma unidade do conhecimento, ocorre a aprendizagem significativa." (Novak, 2000, pp.13).

Segundo Novak (2000) a aprendizagem significativa tem três requisitos:

- Conhecimentos anteriormente relevantes – o formando deve saber algumas informações que se relacionem com as novas, a serem apreendidas de forma não trivial.
- Material Significativo – os conhecimentos a serem apreendidos devem ser relevantes para outros conhecimentos e devem conter conceitos e proposições significativos.
- O formando deve escolher aprender significativamente – o formando deve escolher, consciente e intencionalmente, relacionar os novos conhecimentos com outros que já conhece de forma trivial.

Face ao exposto, Novak (2000) considera ter ocorrido aprendizagem significativa quando há: (i) compromisso afectivo de relacionar novos conhecimentos com a aprendizagem anterior; (ii) aprendizagem relacionada com experiência de casos ou objectos; (iii) esforço intencional de relacionar novos conhecimentos com conceitos de nível mais elevado e mais inclusivos, na estrutura cognitiva; e (iv) incorporação substantiva, não arbitrária, não literal, de novos conhecimentos na estrutura cognitiva.

Brown, Collins e Duguid (1989, pp.32) reconhecem a importância do contexto da aprendizagem no desenvolvimento conceptual, referindo que " o conhecimento é situação, sendo em parte, um produto da actividade, contexto e cultura em que é desenvolvido e utilizado".

Um outro factor que influencia a construção do conhecimento pelo aluno é a dinâmica do grupo de estudo em que está inserido. Tal como Nonaka e Takeuchi observaram (in Novak, 2000, pp.34):

" O conhecimento é criado apenas pelos indivíduos. Uma organização não pode criar conhecimento por si só, sem indivíduos. Assim, é muito importante para a organização apoiar e estimular as actividades de criação de conhecimento dos indivíduos ou fornecer os contextos apropriados para tal. A criação do conhecimento organizacional deve ser entendida como um processo que aumenta "organizacionalmente" o conhecimento criado pelos indivíduos e o cristaliza no grupo, através do diálogo, da discussão, da partilha de experiências ou observação."

Conclui-se, assim, que o contexto de aprendizagem e a dinâmica de grupo são factores decisivos na construção de conhecimento pelo aluno.

No que respeita à dimensão *construção do conhecimento*, e reconhecendo-se que para ocorrer uma aprendizagem significativa esta deve relacionar-se com experiências de casos (Novak, 2000), incluem-se itens no questionário como: (i) penso que a realização da actividade permite encontrar respostas para o problema proposto; (ii) fui capaz de estabelecer relações entre as conclusões obtidas na actividade e a componente teórica; (iii) a actividade permitiu-me estabelecer uma maior relação entre conceitos que até agora eram pouco conhecidos; (iiii) as tarefas propostas na actividade ajudaram-me a compreender os conceitos abordados; (iiiii) com a realização da actividade não fiquei a saber mais sobre o tema em estudo.

4.2 Atitudes e Valores

Os valores apresentam, na bibliografia consultada, definições diversas. Assim, segundo Rokeach (*in* Rodrigues, 2000, pp. 103), "os valores são entendidos como um tipo de crenças, crenças firmes, perspectivas que se referem a estados finais da existência (valores morais) ou a modos específicos de conduta ou estados desejáveis de conduta (valores instrumentais) ". Por outro lado, são, ainda, "...considerados como sendo variáveis interpessoais do indivíduo que lhes serve de marcos preferenciais de orientação" (Rodrigues, 2000, pp.103). Finalmente, o conceito de valor pode ter duplo significado:

"num sentido moral, mais objectivos, faz referência àquilo que – por razões justificáveis – merece ser apreciado como formas desejáveis de comportamento ou de vida. Numa perspectiva psicológica, mais individual, os valores são marcos preferenciais que orientam e integram socialmente o indivíduo no mundo, nas suas atitudes e conduta" (Bolívar, 2000, pp. 136).

Incluiu-se no questionário: (i) empenhei-me a realizar o melhor possível as tarefas da actividade.

4.3 Alfabetização Científica

Esta dimensão já foi anteriormente abordada e clarificada (secção 1.3 e 1.3.1). Nesse sentido, na presente secção apenas acrescentaremos que a alfabetização científica se encontra na linha das novas tendências curriculares do ensino das ciências que incluem aspectos como (Hodson, 1993):

- Abordagem de situações da vida real;
- Relacionar a ciência com questões sociais e tecnológicas;

- Desenvolver a alfabetização científica num contexto de uma cidadania activa e responsável;
- Promover a ciência como um fenómeno cultural;
- Assegurar que ciência está mais orientada para o indivíduo;
- Ter em conta os conhecimentos e experiências prévias dos alunos;
- Utilizar actividades de resolução de problemas para desenvolver e promover a tomada de decisões;

Neste contexto consideramos, mais uma vez, que o laboratório Virtual é um momento de aprendizagem potenciadora de divulgação do interesse pela ciência, facto que justifica a inclusão da dimensão da *alfabetização científica* na avaliação do impacto das actividades do laboratório virtual.

Na dimensão *alfabetização científica*, e dado que "os estudantes deveriam aprender a resolver problemas concretos e a atender às necessidades da sociedade, utilizando as suas competências e conhecimentos científicos e tecnológicos" (Declaração de Budapeste, in Gil Pérez, no prelo, pp.2), constam itens como: (i) penso que o acesso a diferentes fontes de informação permitiram desenvolver a minha capacidade de pesquisa.

5. Descrição e Selecção da Metodologia de Análise e Tratamento de Dados

Os dados recolhidos no decorrer de uma investigação representam a "matéria-prima" bruta de qualquer pesquisa. Somente depois de tratados e de retiradas as respectivas conclusões é que se gera o conhecimento.

A análise de dados compreende três etapas: a recolha dos dados, a sua apresentação de forma mais estruturada e a análise propriamente dita.

5.1 Recolha de Dados

Os dados brutos foram inseridos no programa da Microsoft Excel sendo agrupados em categorias.

5.2 Apresentação de Dados

Os dados foram analisados e processados à luz da estatística utilizando o programa Microsoft Excel. No programa, criou-se um banco de dados para as informações obtidas pelo

inquérito por questionário aos professores e alunos. No tratamento das respostas obtidas dos pré-testes e pós-testes foi ainda usada a aplicação Analysis ToolPak, pertencente à Microsof Excel.

Na Pesquisa Quantitativa os resultados da recolha de dados são apresentados em forma de Tabelas.

Na pesquisa qualitativa, a apresentação dos dados obtidos, será, em tabelas, porque tem a vantagem segundo Queirós (2005), de ser, ao mesmo tempo, esquemática e representativa. No entanto, a questão número oito foi organizada em gráfico, para uma melhor interpretação da questão. No questionário aos alunos, no entanto, fez-se uma apresentação gráfica.

5.3 Análise de Dados

A metodologia existente para efectuar análise de dados recolhidos é variada. Não existe uma metodologia melhor que outra, por isso, a escolha terá obrigatoriamente de ser fundamentada na consecução dos objectivos iniciais que o investigador se propôs atingir.

Escolheu-se o teste estatístico "t de Student" (t-teste), especialmente adequado para verificar se existe uma diferença entre médias de dois grupos. São especialmente adequados para testar a significância de resultados que obedecem à distribuição normal e que são baseados em amostras pequenas.

Para analisar as diferenças na dissecação, em primeiro lugar analisou-se, em cada grupo, se houve uma melhoria significativa entre as médias das classificações do pré-teste e do pós-teste. Para isso aplicou-se o t-teste para amostras emparelhadas (médias das classificações do mesmo grupo antes e depois do tratamento), unicaudal (com uma única zona de rejeição da hipótese nula, a média do pós-teste ser superior à do pré-teste) e para um nível de significância estatística de 5% ($\alpha = 0,05$).

Em seguida foram calculados os valores das diferenças entre as classificações obtidas no pós-teste e no pré-teste. Finalmente, foi aplicado um t-teste, comparando as médias dessas diferenças entre pré-teste e pós-teste para o GEA e para o GCA e outro igual para o GEB e GCB. Um t-teste para amostras independentes (2 grupos diferentes de alunos), bicaudal (com duas zonas de rejeição da hipótese nula, a diferença entre as médias ser maior ou menor que zero) e para um nível de significância estatística de 5% ($\alpha = 0,05$).

A Hipótese Estatística formulada para cada variável, consiste de:

- Hipótese nula – H_0: quando não há diferença significativa entre as médias dos grupos estudados.

- Hipótese em estudo – H_1: quando há diferença entre as médias dos grupos.

Se o teste fornecer uma probabilidade superior a 5% deveremos aceitar a hipótese nula. Se o teste fornecer uma probabilidade inferior a 5% devemos rejeitar a hipótese nula, isso significará que a probabilidade de as médias das classificações alcançadas pelo grupo controlo e experimental, após a aplicação das dissecações, serem diferentes, é igual ou superior a 95%. Ou que existem pelo menos 95% de probabilidades dos laboratórios virtuais terem resultados bastante favoráveis na aprendizagem.

É importante que se avalie a aprendizagem que ocorreu, se a utilização do laboratório virtual constitui uma estratégia pedagógica útil na Anatomia e Histologia do coelho ou não.

6. Validade da Investigação

6.1 Validação dos Resultados

A consecução de um projecto de investigação tem como finalidade última a obtenção de uma proposição lógica, que permita retirar ilações futuras mais ou menos generalizáveis. Nenhum projecto se pode dar por terminado sem se efectuar uma apreciação da qualidade desse projecto. A avaliação de investigações qualitativas deve ser feita tendo em linha de conta a validade.

A validade pode ser estudada segundo vários aspectos, dos quais se destacam a validade interna e a validade externa. Qualquer que seja o tipo de pesquisa e sua dimensão, as conclusões e generalizações que dela se podem extrair estão sempre condicionadas em termos de validade, quer interna quer externa (Cohen e Manion, 1994).

6.1.1 Validade Interna

A validade interna refere-se ao estabelecimento de relações causais (YIN, 1989) e resulta de estratégias que objectivem eliminar a ambiguidade e a contradição, embutidas nos detalhes e do estabelecimento de fortes conexões entre os dados (SYKES, 1990); estabelece o relacionamento causal que explica que determinadas condições (causas) levam a outras situações (efeitos). Na validade interna está em causa a legitimidade das conclusões (Bruyne et al., 1991).

No presente estudo a validade interna refere-se ao facto de se poder ou não concluir se o estudo da constituição do sistema digestivo usando uma dissecação virtual on-line consegue

obter resultados favoráveis junto dos alunos sujeitos a esta investigação; isto é se houve adequação e rigor interno do próprio plano de investigação.

Na investigação houve a criação dos GE e GC a partir de uma divisão aleatória e são estatisticamente equivalentes (secção 3.1.1), sendo por isso seguro acreditar que quaisquer diferenças observadas nos resultados do GE e do GC possam ser atribuídas unicamente à diferença de tratamento. Aspectos que constituem uma contribuição valiosa para a validade interna do estudo. Segundo Carmo e Ferreira a combinação da selecção aleatória dos sujeitos, a existência de um pré-teste e de um grupo de controlo permite controlar todas as ameaças à validade interna. No entanto, uma vez que foi utilizado um pós-teste, considerou-se como ameaça à validade interna a testagem, ou seja, a realização de um pré-teste pode aumentar a probabilidade dos sujeitos evidenciarem melhores resultados no pós-teste subsequente, especialmente por este ser idêntico ao pré-teste; os resultados do pós-teste reflectirão não só o tratamento mas também a experiência adquirida com o pré-teste.

6.1.2 Validade Externa

A validade externa, por sua vez, estabelece o domínio para o qual as descobertas do estudo podem ser generalizadas (YIN, 1989) e pode ser obtida pela repetição da pesquisa; deve-se testar a coerência entre os achados do estudo e resultados de outras investigações semelhantes. Está em causa a generalização das conclusões (Bruyne et al., 1991).

A validade externa de uma pesquisa apoia-se em três princípios:

- princípio da semelhança – os resultados obtidos podem ser generalizados para universos semelhantes;
- princípio da explicação – indica se os ganhos da validade externa são decorrentes de uma compreensão dos factores de produção e inibição dos efeitos;
- princípio da robustez – determina se o grau de generalização de um estudo pode tornar-se amplo, se os resultados se repetirem em diferentes contextos (Champagne & Denis, 1997).

Para que um estudo tenha validade externa é necessário que ele seja repetido em diferentes contextos e que conduza às mesmas conclusões. Além disso, é ainda imperioso que os resultados obtidos sejam aceites por um número expressivo de pessoas.

A validade externa, neste estudo, está seriamente ameaçada uma vez que, em primeiro lugar, a amostra utilizada para a recolha de dados era demasiado restrita, não permitindo de

maneira nenhuma qualquer tipo de generalização. Não obstante, mesmo tendo em conta que uma amostra com esta dimensão pode não ser representativa, poderá fornecer bons indícios de conhecimento da realidade do universo, não retirando por isso legitimidade ao estudo (Pardal e Correia, 1995).

Salienta-se, ainda, a probabilidade de qualquer um dos factores de subjectividade à frente mencionados, por si só, ou em conjunto, terem afectado os resultados obtidos: o grau de entusiasmo do investigador poderá ter contagiado os alunos, fazendo com que estes se submetessem à exploração dos recursos digitais com níveis de expectativas mais elevados do que seria de esperar em situações rotineiras, conduzindo-os a índices motivacionais maiores; e o facto de a aprendizagem com recurso a tecnologias digitais ser novidade para estes alunos e como tal o grau de empenho demonstrado poder variar à medida que este tipo de ensino se tornar mais frequente.

Uma outra possível ameaça à validade externa é a interacção entre o pré-teste e o tratamento. Poderá ter como consequência que os resultados só sejam generalizáveis a outros grupos a quem sejam igualmente administrados o pré-teste.

Por fim, o facto de se ter optado por um plano experimental. Segundo Trochim (2002) as investigações experimentais totalmente controladas são situações forçadas e artificiais, muito difíceis de se repetir espontaneamente, logo, de resultados pouco passíveis de ser aplicados noutras situações.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS DA INVESTIGAÇÃO

Este capítulo contém todos os dados quantitativos e qualitativos do estudo. O estudo quantitativo foi feito com base na análise dos pré-testes e pós-testes, estando cada tabela explicada e analisada. Apresenta-se uma análise dos resultados dos questionários dos professores, alunos, observação participante e entrevista e que se encontram mais pormenorizadamente sob a forma de gráficos e tabelas nos apêndices IV e V.

1. Análise dos dados quantitativos

Apresentam-se, os resultados das classificações obtidas pelos alunos dos grupos de experiência e de controlo, no pré-teste e pós-teste no apêndice VIII. O apuramento dos resultados foi feito através de análise estatística. O nível de significância adoptado é de 5%. Em primeiro lugar analisou-se, em cada grupo, se houve uma melhoria significativa entre as médias das classificações do pré-teste e do pós-teste.

Hipótese: A actividade entre os testes aumentaram a aprendizagem medida

H_1 M_{GCA}**pré-teste** < M_{GCA}**pós-testeA**

H_0 M_{GCA}**pré-testeA** = M_{GCA}**pós-testeA** $\alpha = 0,05$

Teste T: duas amostras emparelhadas para médias

	M_{GCA}*pré-teste*	M_{GCA}*pós-teste*
Média	36,4	65,8
Variância	278,2	337,4
Observações	25,0	25,0
Correlação de Pearson	0,2	
Hipótese de diferença de média	0,0	
gl	24,0	
Stat t	-6,5	
P(T<=t) uni-caudal	0,0	
t crítico uni-caudal	1,7	

Tabela 4 – Comparação estatística da M (Média) do pré-teste e do pós-teste do GCA

(Quadro fornecido pela "Analysis ToolPak" do Microsoft Excel)

Hipótese: A actividade entre os testes aumentaram a aprendizagem medida

H_1 M_{GEA}pré-teste < M_{GEA}pós-teste

H_0 M_{GEA}pré-teste = M_{GEA}pós-teste $\alpha = 0,05$

Teste T: duas amostras emparelhadas para médias

	M_{GEA}pré-teste	M_{GEA}pós-teste
Média	36,2	78,2
Variância	295,9	207,9
Observações	25,0	25,0
Correlação de Pearson	-0,2	
Hipótese de diferença de média	0,0	
gl	24,0	
Stat t	-8,7	
P(T<=t) uni-caudal	0,0	
t crítico uni-caudal	1,7	

Tabela 5 – Comparação estatística da M (Média) do pré-teste e do pós-teste do GEA

(Quadro fornecido pela "Analysis ToolPak" do Microsoft Excel)

Hipótese: A actividade entre os testes aumentaram a aprendizagem medida

H_1 M_{GCB}pré-teste < M_{GCB}pós-teste

H_0 M_{GCB}pré-teste = M_{GCB}pós-teste $\alpha = 0,05$

Teste T: duas amostras emparelhadas para médias

	M_{GCB}pré-teste	M_{GCB}pós-teste
Média	35,1	61,4
Variância	235,0	268,8
Observações	26,0	26,0
Correlação de Pearson	0,0	
Hipótese de diferença de média	0,0	
gl	25,0	
Stat t	-6,1	
P(T<=t) uni-caudal	0,0	
t crítico uni-caudal	1,7	

Tabela 6 – Comparação estatística da M (Média) do pré-teste e do pós-teste do GCB

(Quadro fornecido pela "Analysis ToolPak" do Microsoft Excel)

Hipótese: A actividade entre os testes aumentaram a aprendizagem medida

H_1 M_{GEB}pré-teste < M_{GEB}pós-teste

H_0 M_{GEB}pré-teste = M_{GEB}pós-teste $\alpha = 0,05$

Teste T: duas amostras emparelhadas para médias

	M_{GEB}pré-teste	*M_{GEB}pós-teste*
Média	35,7	77,0
Variância	258,2	226,0
Observações	26,0	26,0
Correlação de Pearson	0,3	
Hipótese de diferença de média	0,0	
gl	25,0	
Stat t	-11,3	
P(T<=t) uni-caudal	0,0	
t crítico uni-caudal	1,7	

Tabela 7 – Comparação estatística da M (Média) do pré-teste e do pós-teste do GEB

(Quadro fornecido pela "Analysis ToolPak" do Microsoft Excel)

Aceitamos H_1: a média do pré-teste é inferior à do pós-teste para os grupos experimentais A e B e grupos controlo A e B. Para o nível de significância escolhido, H_0 é rejeitado, existe uma diferença significativa entre as médias.

Em relação às comparações das médias do pré-teste e do pós-teste, confirma-se pelo estudo estatístico o que se vê claramente nos resultados, isto é, a segunda é significativamente superior à primeira. Aparentemente, no período que mediou entre os 2 testes, ambos os grupos, GC e GE, evoluíram nos seus conhecimentos sobre o assunto.

Mas, terão evoluído do mesmo modo?

Aplicou-se um t-teste, comparando as médias dessas diferenças entre o pré-teste e o pós-teste para a o grupo experimental e controlo A e B.

Hipótese: " O estudo da constituição do sistema digestivo numa dissecação virtual on-line consegue obter resultados favoráveis quando comparada com a dissecação real".

H_1 $M_{GCA} \neq M_{GEA}$

H_0 $M_{GCA} = M_{GEA}$ $\alpha = 0,05$

Teste T: duas amostras com variâncias desiguais

	M_{GCA}	M_{GEA}
Média	29,4	42,0
Variância	504,5	581,4
Observações	25,0	25,0
Hipótese de diferença de média	0,0	
gl	48,0	
Stat t	-1,9	
P(T<=t) bi-caudal	0,1	
t crítico bi-caudal	2,0	

Tabela 8 – Comparação estatística da M (Média) para o GCA e GEA

(Quadro fornecido pela "Analysis ToolPak" do Microsoft Excel)

Hipótese: "O estudo da constituição do sistema digestivo numa dissecação virtual on-line consegue obter resultados favoráveis quando comparada com a dissecação real".

H_1 $M_{GCA} \neq M_{GEA}$

H_0 $M_{GCA} = M_{GEA}$ $\alpha = 0,05$

Teste T: duas amostras com variâncias desiguais

	M_{GCB}	M_{GEB}
Média	26,3	41,3
Variância	481,6	345,0
Observações	26,0	26,0
Hipótese de diferença de média	0	
gl	49,0	
Stat t	-2,7	
P(T<=t) bi-caudal	0,0	
t crítico bi-caudal	2,0	

Tabela 9 – Comparação estatística da M (Média) para o GCB e GEB

(Quadro fornecido pela "Analysis ToolPak" do Microsoft Excel)

Como o valor do Stat t (valor do t experimental) não está contido no intervalo t crítico bi-caudal H_0 é rejeitado e aceitamos H_1: as médias dos aumentos dos grupos de controlo A e B e grupos experimentais A e B são estatisticamente diferentes. No presente trabalho de investigação parece que os alunos que usaram o site do Laboratório Virtual, onde se

encontrava a simulação, tiveram melhores resultados. Podemos concluir que a dissecação virtual constitui uma estratégia pedagógica útil no estudo da anatomia e histologia.

2. Análise dos dados qualitativos

2.1 Questionário aos Professores

As tabelas com as respostas efectuadas pelos professores aos questionários encontram-se no apêndice III. A primeira questão que foi colocada aos professores era se já tinha usado uma dissecação virtual. Dos 20 professores que responderam aos questionários, nenhum dos professores tinha utilizado uma dissecação virtual.

A segunda questão era "Costuma usar o computador nas suas aulas de Biologia? Se sim, que tipos de actividades? Se não, porquê?" Verifica-se que todos os professores com idades inferiores a quarenta anos utilizam o computador na sala de aula. Os professores acima dos quarenta anos, não utilizam justificando pouco à vontade com as tecnologias e dificuldades na requisição do material da escola.

Na terceira questão:"Qual a sua opinião em relação à dissecação virtual quando comparada com uma dissecação real em laboratório?" Dos vinte professores, oito referiram não existir morte de animais, como sendo a grande diferença de um método para o outro. Cinco professores referiram o facto de se poder repetir e três professores, o facto do aluno poder manusear à vontade sem correr o risco de danificar o material biológico.

No que diz respeito à questão número quatro "Que desvantagens (se existiram) sentiu na metodologia da dissecação virtual quando comparada com a real?", as respostas eram muito semelhantes, não se efectuando por essa razão, uma apresentação dos dados, em tabela no apêndice III. Os professores referem que apesar do conceito ser transmitido e do aluno poder repetir inúmeras vezes, perde o sentir, o tocar, o cheirar e isso é muito importante para se perceber as técnicas de dissecação e de histologia. Os alunos ao terem a possibilidade de mexer num organismo na realidade envolvem-se mais e todos os sentidos são usados. Um dos professores revela ainda que o Laboratório Virtual se torna mais impeditivo de alargarem horizontes, porque só vai aprender o que o computador lhe transmite. Pensa ser bom para preparar ou rever conhecimentos.

Em relação à questão número cinco:" Que vantagens (se existiram) sentiu na metodologia da dissecação virtual quando comparada com a real?" Os professores referiram como principal vantagem a não existência de morte de animais.

A sexta questão: "Considera, que a experiência de dissecação virtual é apropriada para os estudantes do nível que actualmente lecciona? Porquê?" Dos vinte professores, três

professores (P9, P10 e P18) não testaram com alunos, o P9 por falta de condições da escola e os professores P10 e P18 por não se sentirem muito à vontade de manusear computadores com os alunos presentes. Os outros professores acharam que estava adaptado tanto para alunos de 9º, 10º e 12º ano. Alguns professores referem no entanto, que quando se trata do nível secundário a linguagem devia ser um pouco mais elaborada.

Relativamente, à questão número sete "Qual das hipóteses seguintes sente que tem maior valor educacional para os seus alunos?" catorze professores optaram pela dissecação virtual, estando as justificações de acordo com as vantagens que tinham enunciado na pergunta número cinco. Parece por isso uma hipótese bastante viável para ensinar a anatomia na sala de aula. O estudo revela que pessoas com mais dificuldades nos computadores estão mais apreensivas, não colocando a dissecação virtual nem mesmo como complemento. Mas, todos defendem a importância das dissecações, uma vez que alternativa não realizar dissecações teve zero respostas.

Relativamente à questão número oito, era pedido que avaliasse de 1 (Mau) a 5 (Excelente). Perante os resultados obtidos, elaborou-se o gráfico 1 , com os resultados médios às seis dimensões em análise (no apêndice III, página encontram-se os gráficos relativos a cada parâmetro).

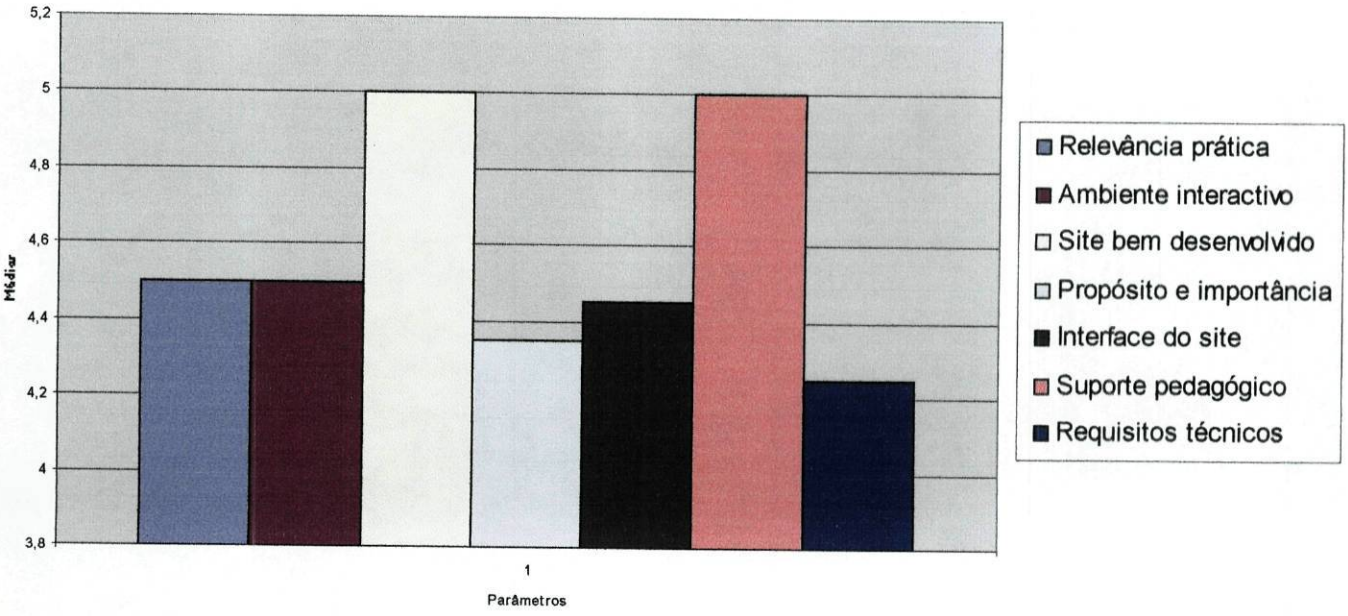


Gráfico 1 – Resultados médios referentes à análise do site nas seis dimensões.

2.2 Questionário aos Alunos

Em relação aos questionários efectuados aos alunos do grupo experimental A e B e grupo controlo A e B, verificou-se que os alunos não mostram grandes diferenças de resposta entre eles, com excepção da questão número três, onde os alunos do grupo controlo variam entre o indeciso (3) e concordo (4), enquanto que os do grupo experimental apresentam respostas maioritariamente no concordo totalmente (5). Na questão número um, " Pensas que a realização da actividade permite encontrar respostas para o problema proposto" os alunos respondem concordo (4) ou concordo totalmente (5), sendo 98% para o grupo experimental e 80% para o grupo controlo. Na questão número dois os valores foram muito semelhantes à questão número um, perguntava-se se tinha sido capaz de estabelecer relações entre as conclusões obtidas na actividade e a componente teórica, o grupo experimental teve um valor de 98% e o controlo 84%. A questão número três " Penso que o acesso a diferentes fontes de informação permitiram desenvolver capacidades" foi onde as diferenças se sentiram mais, uma vez que 100% dos alunos do grupo experimental responderam que concordavam totalmente e apenas 47% dos alunos deu a mesma resposta no grupo controlo. Na questão quatro, "a actividade permitiu-me estabelecer uma maior relação entre conceitos, que até agora eram pouco conhecidos" 63% do grupo experimental deu a resposta concordo totalmente e 61% do grupo controlo. Na questão cinco " As tarefas propostas na actividade ajudaram-me a compreender os conceitos abordados" obtiveram-se 61% dos alunos do grupo experimental com a resposta concordo totalmente e 63% do grupo controlo com a mesma resposta. Na questão número seis "com a realização da actividade não fiquei a saber mais sobre o tema em estudo" todos os alunos responderam o discordar totalmente (1). Na pergunta sete " Empenhei-me em realizar o melhor possível as tarefas da actividade" 73% dos alunos do grupo experimental responderam concordo totalmente e 61% dos alunos do grupo controlo deram a mesma resposta. As respostas obtidas podem ser observadas graficamente no apêndice V.

2.3 Entrevista à Professora

A transcrição da entrevista encontra-se no apêndice XI. As ideias principais que a professora do grupo experimental e controlo B referiu foi o facto dos alunos se sentirem mais à vontade a fazer a dissecação virtual do que a real. Observou que nos testes os alunos da dissecação virtual apresentaram melhores resultados. Os alunos da dissecação real encontravam-se muito motivados no dia da dissecação mas na fase de jogos e testes perderam um pouco esse entusiasmo, já os alunos da dissecação virtual demonstraram sempre esse entusiasmo. Esse entusiasmo deveu-se ao facto de usarem o computador, por poderem jogar com o mesmo, visualizarem os vídeos, os textos e imagens de forma mais dinâmica.

2.4 Observação pela investigadora aos alunos do grupo experimental e controlo

Esta conclusão pode, ser posta em causa, dado que, sendo a observação participante efectuada, uma participação activa com registo das observações após os acontecimentos, podem ser esquecidos elementos que poderiam ser determinantes. O facto da observadora se encontrar directamente implicada com as turmas A e B, como sua promotora, poderia, igualmente, afectar a sua objectividade.

A primeira reacção das turmas quando informados da investigação em que iriam participar foi de extrema curiosidade e entusiasmo.

A sessão do grupo controlo A e B decorreu de forma um pouco agitada. Eram muitos elementos nas turmas, o que dificultava a visão, todos queriam participar. Alguns mostraram desacordo da dissecação, na questão da defesa do animal, o qual os professores lhes deram total liberdade caso não quisessem assistir. Assistiram, mas não participaram, duas alunas do grupo controlo A e cinco alunos do grupo controlo B. A maior parte solicitou a participação da professora, tinham receio de mexer. Tinham imensas questões que colocaram à professora. Ficou a impressão que teriam percebido a localização e constituição do sistema digestivo, e a sua localização relativamente a outros órgãos como pulmões e coração. A sessão do grupo experimental A e B foi agitada. A mudança da sala habitual para uma sala de Informática causou atrasos e muita excitação inicial. Além de que a perspectiva de ir para "a sala dos computadores" fez com que todo o grupo começasse por encarar a sessão como uma "actividade de tempos livres". Grande parte dos sujeitos mostrou à vontade com o computador. Começaram por visualizar o vídeo, em grupos de dois, o que permitiu concentrarem-se mais. Quando se sentissem preparados passavam para a simulação. Alguns optaram ainda por ler o texto da dissecação no link das lições. Estes alunos demonstraram na

simulação um grande à vontade. Finda a sessão, pareceu terem percebido bastante bem. Alguns referiram que gostavam de ter feito a dissecação real, aos quais muitos se opuseram por razões éticas. Mesmo nestas situações souberam respeitar-se. Notou-se muito bem o trabalho de grupo. Questionaram a professora em algumas partes do vídeo e localização de órgãos.

Os alunos do grupo controlo que não quiseram participar na dissecação real deu-se posteriormente a oportunidade de visualizaram o site Laboratório Virtual e mostraram-se extremamente motivados, fizeram a simulação sem qualquer problema e correctamente.

CONCLUSÕES DA INVESTIGAÇÃO

INTRODUÇÃO

Proceder-se-á neste capítulo à sistematização das conclusões gerais deste estudo. Em seguida enumerar-se-ão as dificuldades sentidas ao longo da realização do trabalho. Finalmente, apresentar-se-ão, de forma sumária, algumas recomendações finais.

1. Conclusões

O presente trabalho apresenta uma proposta de utilização do computador como meio auxiliar de ensino/aprendizagem. No âmbito deste projecto, foi trabalhado o tema da dissecação virtual e real, relacionado com anatomia e fisiologia do sistema digestivo, da qual resultou uma aplicação multimédia. Apesar, de existirem alternativas como livros, cartazes, modelos, slides, transparências, cassetes de vídeo, entre outros para observar uma dissecação e preparação de lâminas histológicas, muitos destes são normalmente rejeitados pela falta de realismo e oportunidades dos estudantes se envolverem. Em Portugal, não existe legislação sobre a dissecação nas escolas, no entanto surgem algumas objecções éticas por parte de alunos e professores.

Com base no estudo realizado, parece-nos agora premente ressaltar as principais conclusões gerais que sintetizam as informações mais relevantes que se podem extrair desta investigação.

- A *dissecação virtual é uma hipótese bastante viável como alternativa à dissecação real.*

Com base na recolha de dados e tratamento estatístico podemos concluir que a média do pré-teste foi inferior à do pós-teste quer nos grupos que realizaram a dissecação virtual (experimentais) como nos grupos que realizaram a dissecação real (controlo). Em ambos os grupos, independentemente do método existiu uma evolução dos conhecimentos. Em relação à comparação da dissecação propriamente dita, os resultados demonstraram que os alunos que usaram o programa de dissecação virtual com a ajuda do vídeo obtiveram melhores resultados nos pós-testes quando comparados com os que fizeram uma dissecação real. Esse resultado é verificado pelo teste t na secção 4.1. Pela aprendizagem observada no pós-teste, no grupo experimental A e B, conclui-se que a utilização do laboratório virtual constitui uma estratégia pedagógica útil. O Laboratório Virtual parece ter potencial como ferramenta para ajudar os alunos a compreenderem melhor a anatomia e fisiologia do sistema digestivo.

Como referido na secção 4.2.4 foi dada posteriormente a oportunidade de alunos que presenciaram a dissecação real mas que por razões de defesa do animal não quiseram intervir utilizarem o site do Laboratório Virtual e mostraram-se motivados, fazendo a simulação correctamente sem qualquer problema, pode-se assim inferir que para este tipo de alunos seja a solução ideal.

Relativamente à alfabetização científica, parece-nos que foi obtida em todos os alunos independentemente da dissecação efectuada. Existiu a ocorrência de conhecimento, a sua aplicação, prática científica e levantaram-se algumas questões ético-morais o que nos permite concluir que os alunos se encontram melhor preparados para intervirem de forma mais activa e consciente na sociedade.

Pelos questionários efectuados aos professores as principais características apontadas e referidas na secção 4.2.1. são a de não existir morte de animais, poder-se repetir o número de vezes desejadas, poder-se manusear à vontade sem correr o risco de danificar o material biológico, todos os alunos de professores que responderam ao questionário poderem participar e executar as incisões, não existirem gastos, entre outras. A aplicação foi testada nesta investigação em alunos do nono ano, mas foi utilizada por alunos dos professores que responderam ao questionário do décimo ano do curso científico, décimo segundo, décimo ano de desporto, curso tecnológico de socorrismo e todos referiram que melhorou a retenção da anatomia básica e a sua localização nos mamíferos. A perda da realidade foi apontada como a principal desvantagem. Observou-se nos questionários que todos os professores consideram importante a dissecação e dos vinte professores catorze consideraram o laboratório virtual como uma hipótese bastante viável para utilizar na sala de aula. Três professores consideraram ser importante a combinação dos dois métodos e três professores que demonstraram mais dificuldades com computadores, não colocaram o laboratório virtual nem como complemento na sala de aula.

- *Necessidade de integrar o computador como meio auxiliar de ensino*

Pelos questionários efectuados verifica-se uma consciência crescente sobre o papel fundamental do computador no ensino, da necessidade urgente da sua interacção, como mais uma ferramenta, na prática lectiva. Não será capaz de resolver de um dia para o outro todos os problemas de aprender e de ensinar que afligem alunos e professores. Mas, não existem dúvidas de que pode ter um papel positivo, sendo encarado como um instrumento de renovação da escola, contribuindo para a institucionalização de novas práticas e novas relações pedagógicas. Um dos efeitos mais palpáveis pode ser o de modificar o modo de ensinar de cada um. Os professores poderão actuar muito mais como facilitadores de

aprendizagem, do que como simples transmissores de conhecimentos, o que estará mais de acordo com uma visão construtivista do ensino/aprendizagem (Costa Pereira, 2007). Terão os alunos como o centro de todo o processo. A natureza interactiva dos computadores pode permitir aos alunos trabalharem ao seu ritmo, resolver as suas próprias dificuldades e aprender com os outros. No questionário os professores de uma forma geral referiram a falta de material e alguns professores o receio de utilizar um computador com os seus alunos. Assim, para que haja realmente vantagem em que o processo de ensino/aprendizagem seja apoiado pela utilização de software educativo é necessário que primeiros se criem determinadas condições nas escolas:

- Incluir a utilização do computador na rotina das escolas, de modo a que todos o vejam apenas como mais uma ferramenta que os ajudará a aprender e se habituem a usá-lo;
- Distribuir computadores em número suficiente por todos os grupos disciplinares;

- *Necessidade de incrementar a utilização de produtos com características multimédia na prática lectiva*

Qualquer que seja o ambiente educacional em que nos encontramos, a utilização de ferramentas multimédia, constitui um desafio, bem como uma excelente forma de dinamização do processo de aprendizagem.

A concepção desta aplicação pretende promover a sua utilização nas escolas, de uma forma activa e motivadora. Pretende melhorar a eficácia do processo de aprendizagem dos alunos.

- *Necessidade de promover a concepção e realização de materiais multimédia pelos próprios professores*

A eficácia das novas tecnologias nas escolas e, em particular na sala de aula, está também dependente da existência de software, aplicações ou conteúdos destinados à população escolar, que promovam a autonomia e proporcionem aos jovens a gestão das suas próprias aprendizagens.

A maioria dos professores confronta-se com dificuldades na forma de introduzir o computador em contexto educativo e, particularmente, a nível da sala de aula. Algumas destas dificuldades poderão ser minimizadas se o professor tiver à sua disposição " software educativo", de fácil utilização.

Embora seja aconselhável a constituição de uma equipa de especialistas de diferentes áreas, para o desenvolvimento de produtos multimédia, nomeadamente, quando se visa uma produção de grande escala, é hoje possível ao professor assumir a produção e realização de

materiais multimédia que respondam, num determinado processo, a necessidades específicas de formação.

2. Dificuldades encontradas na execução do projecto e limitações do estudo

A produção do site foi extraordinariamente lento e demorado, dada a própria natureza do trabalho.

Ao longo da execução do trabalho surgiram, como é natural, numerosas dificuldades. Resolveram-se algumas, pelo sistema de tentativa e erro, e outras, pedindo auxílio a diversas entidades.

As principais dificuldades sentidas durante a execução do projecto relacionaram-se com:

- Falta de material de laboratório, como uma máquina digital que se aplicava ao microscópio.

- A dificuldade em encontrar um programa que convertesse vob (formato usado quando foram realizadas as filmagens) em avi (formato aceite pela Adobe Premiere e que permite a sua montagem);

- A demora na recolha de informação cientificamente correcta do sistema digestivo e o tratamento da mesma;

- Elaboração das filmagens com a respectiva legenda em Macromedia Flash;

- Reduzida preparação específica para a tarefa de programação por parte da investigadora, que se reflectiu no tempo levado para a realização do trabalho e no produto final.

- Lenta produção dos elementos media a integrar na produção (ex. imagens, vídeos e animações).

- A verificação do site foi uma fase longa e fastidiosa pois, há sempre correcções a fazer, quer a nível de programação, quer nas imagens, quer na base de dados (gralhas, erros e troca de textos).

- Dificuldade no alojamento do site num servidor sem pagamento mensal.

Uma das principais limitações é que foi um estudo baseado apenas numa dissecação virtual, incluída no site desenvolvido.

A dissecação on-line foi feita na sala de computadores da escola e não no laboratório de Biologia, porque nesse local apenas existia um computador ligado à Internet e na sala de computadores existiam em nº suficiente para ficarem sozinhos ou em grupos de dois.

3. Recomendações finais

Apesar das elevadas expectativas sobre a utilização de software multimédia em contexto educativo, o seu grau de penetração efectivo nas nossas escolas é, ainda, muito reduzido, sendo poucos os professores que a ele recorrem, nomeadamente, em situação de aula.

De entre os argumentos, que costumam ser apresentados para justificar tal facto, afirma-se que os professores não estarão suficientemente preparados para o fazer.

Importa, por isso, formar e apoiar os professores, não apenas para usarem e tirarem partido deste tipo de recursos multimédia, como, também, para serem utilizadores informados, críticos e exigentes de qualidade, relativamente aos produtos disponíveis no mercado. Tal passará pela necessidade de observação atenta de situações concretas da utilização dos produtos multimédia e permanente acompanhamento e avaliação da sua eficácia.

Neste contexto, é de extrema importância um plano de formação para professores para que, mostre de forma prática, o computador como mais um recurso, constituindo uma alternativa válida à prática pedagógica.

O site Laboratório Virtual deverá fazer parte, daqui para a frente, da sua actividade de docente, com mais conteúdos e actividades. No entanto, se a simulação da dissecação virtual se mostrar interessante para toda a comunidade científica, deveria ser melhorada por uma equipa técnica, com designers e programadores que desenhassem todo o coelho e lhe criassem as técnicas de animação na dissecação, uma vez que a versão apresentada não ostenta esse rigor por limitações técnicas da investigadora.

Em síntese, a aplicação multimédia e os documentos de apoio produzidos constituem um ponto de partida, necessitando que, sobre eles, se proceda a mais investigação, com o objectivo de os melhorar.

Não temos dúvidas que a imaginação do professor, estimulada pelo clima da aula vivida e verdadeiramente participada, encontrará outras formas de explorar os seus conteúdos com sucesso, e valorizará este trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIKENHEAD, G. S. (1985). Collective Decision Making in the Social Context of Science. *Science Education*, vol 69, nº 4, pp. 453 – 475.

ALTET, Marguerite (2000). *Análise das Práticas dos Professores e das Situações Pedagógicas*. Porto: Porto Editora.

ÁVILA, P. & CASTRO, P. (no prelo). Compreender a Ciência: o Inquérito à Cultura Científica dos Portugueses. In M.E. Gonçalves (ed.), *Os Portugueses e a Ciência*. Lisboa. Don Quixote.

BOLÍVAR, A. (2000). A Educação em Valores: o que Aprendemos com o seu Esboço e o seu Desenvolvimento Curricular em Espanha? In F. Trillo (coord.), *Atitudes e Valores no Ensino*. Lisboa: Instituto Piaget, pp.123-170.

BROWN, J.S; COLLINS, A & DUGUID, P. (1989). Situated Cognition and the Culture of Learning. *Educational Researcher*, vol 18, nº 1, pp. 32 - 42.

BURKITT, H. G., YOUNG, B. & Heath, J. W.(1994). Wheater – Histologia Funcional. 3ª Edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

BURNINGHAM, S. , CLARK, J., JOHNSTONE, S., KRAMER, A., MORGAN, P. *et al*(1991). *O corpo humano*. 1968ª Edição. Lisboa: Editorial Verbo.

BYBEE, R. (1997). Towards na Understanding of Scientific Literacy. In W. Greaber & C. Bolte (eds.), *Scientific Literacy*. Kiel: IPN, pp. 37-65.

CARMO, H. & FERREIRA, M. (2001). Metodologia da Investigação – Guia para auto-aprendizagem. Lisboa: Universidade Aberta.

CANAVARRO, J.M. (1999). *Ciência e Sociedade*. Coimbra: Quarteto Editora.

COSTA, F.(1997). *Concepção de Sistemas de Formação Multimédia, Sevilha, Universidade de Sevilha, 51-71: Unidade 3.*

COSTA, F.(1999). *Contributos para um modelo de avaliação de produtos multimédia centrado na participação dos professores*. 1º Simpósio Ibérico de Informática Educativa, Aveiro.

COSTA PEREIRA, D.(2007). *Nova Educação na Nova Ciência para a Nova Sociedade*. Educações Académicas da Universidade do Porto.

COUNCIL OF EUROPE (2002). *Youth and Sports*. Disponível em http://eycb.coe.int/eycbwwwroot/DirectorateOfYouthAndSports.asp

CYSNEIROS, Paulo Gileno (1999). *Novas Tecnologias na Sala de Aula: Melhoria do Ensino ou Inovação Conservadora?*. S. Paulo: Edições S. Paulo

DEBOER, G. B. (2000). Scientific Literacy: Another Look at its Historical and Contemporary Meanings and its Relationship to Science Education Reform. *Journal of Research in Science Teaching*, vol 37, nº 6, pp. 582-601.

DENNY, M. (1986). Science Practicals: What do Pupils Think? *European Journal of Science Education*, vol 8, nº 3, pp. 325 -336.

ESTRELA, A. (1999). *Teoria e Prática de Observação de Classes – Uma Estratégia de Formação de Professores*. Porto: Porto Editora.

FARBMAN, A. I. (1983). The oral cavity. In *Cell and tissue biology*. . A textbook of histology. 6th Edition. Ed. Leon Weiss. USA: Urban Schwarzenberg, Inc..

FRASER, B & TOBIN, K. G. (eds.) (1998). *Internacional Handbook of Science Education*. London: Kluber Academic Publishers.

FURIÓ, C. & VILCHES, A. (1997). Las Actitudes del Alumnado Hacia las Ciencias y las Relaciones Ciencia, Tecnologia y Sociadad. In Del Carmen, L. (ed.), *La Enseñanza y el Aprendizage de las Ciencias de La Naturaleza en la Education Secundária*. Barcelona: Horsori.

GABEL, D. L. (ed.) (1994). *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. N. Y. : MacMillan.

GARTNER, L. P. & HIATT, J. L.(1997).Histologia: Texto y Atlas. McGraw – Hill Interamericana,SL.

GIL, ANTONIO CARLOS (1999). *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. 5ª ed. São Paulo: Atlas.

GIL PÉREZ, D. & PEÑA, A. V. *Una Alfabetización Científica para el Siglo XXI – Obstáculos e Propuestas de Actuación.*

GIL, D.; CARRASCOSA, J.; DUMAS – CARRÉ, A.; FURIÓ, C.; GALLEGO, R.; GENÉ, A.; GONZÁLEZ, E.; GUISASOLA, J.; MARTÍNEZ TORREGROSA, J.; PESSOA DE CARVALHO, A. M.; SALINAS, J.; TRICÁRICO, H. & VALDÉS, P. (1999). Puede Hablarse de Consenso Cosntrutivista en la Educatión científica? *Enseñanza de las Ciencias*, vol 17, nº3.

GIORDAN, A. (1997). ¿Las Ciências y las Técnicas en la Cultura de los años 2000? *Kikiriki*, nº 44-45, pp. 33-34.

GONÇALVES, M.E. (coord.); ÁVILA, P; CASTRO, P; COSTA, S.; DIEGO, C; GARCIA, J.L.; MENDES, H.; JESUÍNO, J.C. & NUNES, J.A. (1998). Cultura Científica. *Documento de Trabalho OCT.*

http://www.mct.pt/ForumCT/contrb/contrib62.htm disponível em 17-03-2005.

HAM, A. W. & CORMACK, D. H.(1983). *Histologia.* 8ª Edição. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S. A.

HARMS, N. (1977). *Project Synthesis: An Interpretative Consolidation of Research Identifying Needs in Natural Science Education.* Boulder, CO: University of Colorado.

HODSON, D. (1992). In Search of a Meaningful Relationship: an Exploration of Some Issues Relating to Integration in Science and Science Education. *International Science Education*, vol 77, nº 6, pp. 685 -711.

HODSON, D. (1993). In Search of a Rationale for Multicultural Science Education. *International Journal of Science Education*, vol 14, nº 5, pp. 541-562.

HURD, P.D. (1998). Scientific Literaacy: *New Minds for a Changing World. Science Education*, vol 82, pp.407-416.

IGLESIA, P.M. (1997). *Alfabetização Científica y Ciência para Todos en la Education Obligatória.* Alambique, nº 13, pp. 37-44.

JAMIESON, J. D. (1983). The exocrine pancreas and salivary glands. In *Cell and tissue biology.* A textbook of histology. 6th Edition. Ed. Leon Weiss. USA: Urban Schwarzenberg, Inc..

JONES, A. L. & SPRING-MILLS, E. (1983). The liver and gallbladder. In *Cell and tissue biology.* A textbook of histology. 6th Edition. Ed. Leon Weiss. USA: Urban Schwarzenberg, Inc..

JUNQUEIRA, L. C. & CARNEIRO, J. (1990). *Histologia Básica.* 7ª Edição. Rio de Janeiro: Guanabara.

KEEVES, J. & AIKENHEAD, G. (1995). Science Curricula in a Changing World. In B. J. Fraser & H.J.Walberg (eds), *Improving Science Education.* Chicago, ILL: NSSE, pp.13-41.

KERLINGER, F. N. (1980). *Metodologia da pesquisa em ciências sociais.* São Paulo: E.P.U.

KÜKENTHAL, W; MATTHES E. & RENNER M. (1986) . *Guia de Trabalhos Práticos de Zoologia.* Coimbra: Livraria Almedina, pp. 439-454.

LEAL, J., SERAPICOS, M. & PINTO, M. (2000). *Técnicas Laboratoriais de Biologia* – Bloco II. Porto: Edições Asa.

LEESON, Thomas, LEESON C. & PAPARO A. (1990). *Texto/ atlas de histologia.* México: Interamericana – Mcgraw-hill .

LESSARD-HÉBERT, M.; GOYETTE, G. & BOUTIN G. (1994). *Investigação Qualitativa: Fundamentos e Práticas.* Lisboa: Instituto Piaget.

LEWENSTEIN, B. V. (1996). Que Tipo de Programas de "Compreensão da Ciência pelo Público em Geral" Melhor Servem uma Democracia? In M.E. Gonçalves (coord.), *Ciência e Democracia.* Venda Nova: Bertrand Editora, pp. 311 – 329.

LINCOLN, Y., & GUBA, E.G. (1985). *Naturalistic inquiry.* Newberry Park, CA: Sage.

LOCK, R. (1987). Pratical Work. In D. Foster & R. Lock (eds.), *Teaching Science.* London: Croom Helm, pp. 11 -13.

MARCONI, MARINA DE ANDRADE & LAKATOS, EVA MARIA (1996). *Técnicas de Pesquisa.* 3ª ed. São Paulo: Atlas.

MARTINS, I.P. (2002). *Educação e Educação em Ciências.* Aveiro: Universidade de Aveiro.

MILLER, J.D. (1994). Scientific Literacy: Na Updated Conceptual and Empirical Review. In J.M. Gago (org.), *O Futuro da Cultura Científica.* Lisboa: Instituto de Prospectiva, pp. 37-57.

MILLER, J.D. (1998). The Measurement of Civic Scientific Literacy. *Public Understanding of Science*, nº 7, pp. 203-223.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (2001). *Ciências Físicas e Naturais – Orientações Curriculares – 3º Ciclo.* Departamento do Ensino Básico [*on-line*] http://www.dgidc.min-edu.pt/curriculo/Programas/programas_3cicloCFN.asp disponível em 29-12-2004.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (2001). *Biologia e Geologia – Programa 10º ano.* Departamento do Ensino Secundário, 2001.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1996). *National Science Education Standards.* Washington, D. C.: National Academy Press.

NEUTRA, M. R.(1983). The gastrointestinal tract. In *Cell and tissue biology.* A textbook of histology. 6th Edition. Ed. Leon Weiss. USA: Urban Schwarzenberg, Inc..

NOVAK, J.D. (2000). *Aprender, Criar e Utilizar o Conhecimento.* Lisboa: Plátano.

PAIVA, J. (2002). *As Tecnologias de Informação e Comunicação: utilização pelos*

professores. Programa Nónio – Século XXI. Disponível em www.dapp.min-edu.pt/nonio/pdf/utilizacao_tic_profs_pdf

PAIS, F. (1999). *Multimédia e Ensino: Um novo Paradigma*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional

PERALES, J. & CAÑAL, P. (2000). *Didáctica de las Ciências: Teoria y Prática de la Enseñanza de las Ciencias*. Alcoi: Marfil.

PONTE, J.P. (1988). *O computador um instrumento da educação* (2ªed). Lisboa: Texto Editora.

QUEIRÓS, A. (2005). *Investigação Qualitativa: Recolha e análise de dados.* [*on-line*] http://ns30795.ovh.net/~anaqueir/spip/article.php3?id_article=13 disponível em 05-05-2006.

REID, D. V. & HODSON, D. (1993). *Ciência Para Todos en Secundária*. Madrid: Narcea.

RIBEIRO, António C. (1990). *Reflexões Sobre a Reforma Educativa*. Lisboa: Texto Editora.

RODRIGUES, X.R. (2000). Os Conteúdos Atitudinais: Problemas Conceptuais e Propostas. In F. Trillo (coord.), *Atitudes e Valores no Ensino*. Lisboa: Instituto Piaget.

ROSALES, C.(1990). *Avaliar é Reflectir Sobre o Ensino*. Rio Tinto: Edições Asa.

SANCHO, J.M. (1998). *Para uma tecnologia educativa* (2ª ed.). Barcelona: Editorial Horsori.

SANTOS, M.E. (1998). *Mudança conceptual na sala de aula* (2ª ed.) Lisboa: Livros Horizonte.

SCHIELE, B et. al. (1998). La revolution de la muséologie des sciences. Éditions MultiMondes.

SEELEY, R. R., STEFHENS, T. & TATE, P. (1997). *Anatomia e Fisiologia*. 1ª Edição. Lisboa: Lusodidacta.

SILVA, J. M. A. F.(1983). *Introdução à técnica histológica*. Vila Real: U.T.A.D.

SILVA, A.P. (1996). Hipertexto/Hipermedia: *A funcionalidade da World Wide Web*. Porto: Publicações Politema. Instituto Politécnico do Porto.

SPRADLEY, J.P. (1980). *Participant Observation*. United States of America: Harcourt Brace Jovanovich.

TAVARES, J., CORBEIL, J. C. & ARCHAMBAULT, A. (1994). *Dicionário Visual*. 1ª Edição. Lisboa: Editorial Verbo.

TROCHIM, W. (2002). *Research Methods Knowledge Base*, 2nd Edition, Cornell University, [online] http://trochim.human.cornell.edu/ disponível em 17-03-2005.

APÊNDICES

Apêndice I

Questionário dos Professores

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Trabalho de Investigação de Mestrado em Educação Multimédia

As questões que se seguem são de resposta confidencial. Este estudo é realizado no âmbito de um estudo do Mestrado de Educação Multimédia, com o objectivo de testar se o estudo da constituição do sistema digestivo numa dissecação virtual consegue obter os mesmos resultados quando comparado com uma dissecação real de laboratório.

Agradecemos desde já a sua colaboração!

A – | | 1: Masculino | | 2. Feminino | Sexo:

B – Idade: _____

C – Vinculação: Nomeação definitiva (QND) ☐ Nomeação provisória (QZP) ☐
Contratado ☐ Estagiário ☐

D – Tempo de serviço: _____

1. Já alguma vez tinha feito uma dissecação virtual com alguma das suas turmas antes desta experiência?

_____

a) Se sim, que animal foi simulado? _____
b) Qual foi o formato da experiência? _____

2. Costuma usar o computador nas suas aulas de Biologia?

_____

a) Se sim, que tipos de actividades?

_____
_____

b) Se não, porquê?

_____
_____

3. Qual a sua opinião em relação à dissecação virtual quando comparada com uma dissecação real em laboratório?

_____
_____
_____
_____

4. Que desvantagens (se existiram) sentiu na metodologia da dissecação virtual quando comparada com a real?

_____
_____
_____
_____

5. Que vantagens (se existiram) sentiu na metodologia da dissecação virtual quando comparada com a real?

_____
_____
_____

6. Considera, que a experiência de dissecação virtual é apropriada para os estudantes do nível que actualmente lecciona? Porquê? (indique o nível que utilizou para testar o laboratório virtual)

_____
_____
_____
_____

7. Qual das hipóteses seguintes sente que tem maior valor educacional para os seus alunos?

a) Laboratório com dissecação real e depois dissecação virtual
b) Laboratório com dissecação virtual e depois dissecação real
c) Laboratório com dissecação real
d) Laboratório com dissecação virtual
e) Não realizar dissecações

Porquê?

_____
_____
_____

8. Classifique na escala de 1 (Mau) a 5 (Excelente) cada item apresentado: ()

a) Relevância prática e ideias úteis? ( )

b) Ambiente interactivo? ( )

c) Site bem desenvolvido? ( )

d)Propósito e importância do projecto? ( )

e) Interface do site? ( )

f) Suporte pedagógico e estímulos didácticos? ( )

g) Requisitos técnicos para a utilização do site pelas escolas? ( )

Apêndice II

Respostas dos professores ao questionário

Questão número dois:

Costuma usar o computador nas suas aulas de Biologia? Se sim, que tipos de actividades? Se não, porquê?

Professor	Respostas
P1	Raramente utilizo, porque existe falta de material com qualidade e para ser eu a criar não tenho competências para isso.
P2	Utilizo, quando os alunos precisam de recolher informações.
P3	Não utilizo, porque apesar de já ter ido a acções de formação não me sinto confiante para usar na aula.
P4	Utilizo, quando peço aos alunos para desenvolverem trabalhos, mas em aulas teóricas não.
P5	Utilizo na grande maioria das aulas, com software já existente ou com PowerPoints feitos por mim.
P6	Utilizo, para mim é recurso técnico, tal como o retroprojector ou o vídeo.
P7	Utilizo de vez em quando com software que existe na escola ou que encontro na Internet.
P8	Raramente utilizo, estou muito habituada ao retroprojector.
P9	Não utilizo, porque a minha escola tem uma sala de computadores ocupada pelos alunos de TIC e de Informática.O projector multimédia que se encontra disponível, tem que ser requisitado e levantado no Conselho Executivo. Para a sala leva-se o projector e o portátil. Depois tem de se pedir a tela, mais as extensões. Enfim, dá tanto trabalho que desisto.
P10	Não utilizo, porque perco o controle da aula, não me sinto à vontade, os alunos são de secundário e já dominam mais que eu os computadores. Por norma, tenho de lhes pedir ajuda o que não me deixa muito à vontade.
P11	Utilizo frequentemente com aplicações multimédia desenvolvidas por mim.
P12	Uso praticamente em todas as aulas. Entre usar um acetato ou uma aplicação multimédia, uso a aplicação, pois, posso juntar muitas funções e as aulas tornam-se muito mais dinâmicas.
P13	Utilizo frequentemente, porque penso ser mais estimulante/motivador para os alunos uma apresentação interactiva quando comparada por exemplo com um acetato ou um esquema no quadro.
P14	Uso normalmente, com PowerPoints, webquests que já existem na Internet e para os alunos desenvolverem os seus trabalhos de pesquisa.
P15	Utilizo habitualmente, porque penso que é um instrumento de trabalho que vale muito e que é extremamente enriquecedor para os alunos, posso mostrar situações que seriam muito difíceis de visualizar na realidade e que ficam com muito melhor aspecto que um acetato.
P16	Utilizo de vez em quando, porque não tenho portátil e na escola a sala de informática, onde tem os computadores e o projector fixo está normalmente ocupada pelas aulas de TIC. Quando uso, é com apresentações em PowerPoint.
P17	Utilizo, com apresentações em PowerPoint.
P18	Não utilizo, o computador para mim é só para passar os testes e o resto ainda é corta e cola.
P19	Não utilizo, não me sinto muito à vontade com os computadores.
P20	Raramente utilizo, porque tem de se requisitar a sala com antecedência e apesar de se planificar nem sempre se cumpre com as aulas. Se existissem mais recursos, talvez utilizasse.

Tabela 10 – Resposta à pergunta número dois do questionário aos professores.

Questão número três:

Qual a sua opinião em relação à dissecação virtual quando comparada com uma dissecação real em laboratório?

Professor	Respostas
P1	É uma boa alternativa, por não existir morte de animais. Existem menos gastos.
P2	Está sempre pronto a usar. Se o aluno cometer algum erro pode repetir sem danificar o objecto de estudo.
P3	Pode ser o aluno a realizar a experiência, pois, se fizer mal pode iniciar outra vez, até aprender.
P4	É mais limpo, não há tanta confusão.
P5	Não se matar animais é a principal vantagem. Poupa-se muito, pois, em média é utilizado um coelho por turma, o que implica a morte de centenas de animais por ano em escolas e faculdades.
P6	Facilita a visualização, pois, os alunos podem estar individualmente ou dois a dois por computador. Enquanto, numa dissecação real, numa turma estarão em média 24 alunos, o que implica má visualização pela grande maioria dos alunos. O trabalhar em turnos implica a morte de dois animais na turma, o que é eticamente incorrecto e muito dispendioso.
P7	Muitos alunos não gostam de trabalhar com animais vivos, assim resolve-se o problema e não há mortes.
P8	Não exige tanta preparação de material, nem gastos. Não há morte do animal e todos os alunos podem tentar.
P9	Pode-se assistir ao vídeo quantas vezes se quer, parar, ir para a frente ou para trás e quando se está pronto simular, actos impossíveis de fazer na dissecação real.
P10	Não haver mortes. Não há perigos dos alunos se magoarem nos materiais de dissecação.
P11	Poder repetir tantas vezes quanto necessário para adquirir a aprendizagem.
P12	Não há gastos de material que poderão ser usados noutras experiências impossíveis de realizar virtualmente.
P13	A aula torna-se mais organizada quer para a professora como para os alunos. Todos os alunos têm o seu "laboratório" com todo o material disponível e podem esclarecer as suas dúvidas com a professora sem perturbar colegas que possam estar mais adiantados ou atrasados.
P14	Óptimo para a auto-aprendizagem, pois, todos os alunos podem tentar sem haver o problema de "estragar" a espécie a analisar. O objecto de estudo passa a ser mesmo dos alunos e não do professor.
P15	Ético. Capacidade de se poder repetir.
P16	Não existir morte de animais e ser mais organizado.
P17	Poder visualizar o vídeo real quando se quer e poder testar até acertar.
P18	Não existir morte de animais.
P19	Maior proveito pelos alunos pois, não têm que se colocar uns em cima dos outros.
P20	Implica menos gastos e um maior aproveitamento de um ser vivo que teve de ser usado para a criação do laboratório virtual.

Tabela 11 – Resposta à pergunta número três do questionário aos professores.

Questão número cinco:

Que vantagens (se existiram) senti na metodologia da dissecação virtual quando comparada com a real?

Professor	Respostas
P1	Não existir morte de animais. Existem menos gastos.
P2	Interactividade e a quantidade de vezes que o laboratório pode ser usado.
P3	Auto-aprendizagem
P4	Mais prático.
P5	Não se matar animais.
P6	Não existir morte de animais e existe um melhor acompanhamento pelo aluno.
P7	Não há mortes.
P8	Mais lúdico, mais interactivo, sem mortes e sempre disponível.
P9	Fácil manuseamento e menos gastos.
P10	Não haver mortes.
P11	Repetição possível.
P12	Menos gastos.
P13	Melhora a visualização pelos alunos pois, todos podem seguir o processo sem terem de estar acomodados uns sobre os outros.
P14	Possibilidade de mexer sem danificar.
P15	Não existirem mortes. Capacidade de se poder repetir.
P16	Não existir morte de animais.
P17	Menos despesas.
P18	Não existir morte de animais.
P19	Mais prática por todos do que a ocorreria na realidade.
P20	Implica menos gastos e sem mortes.

Tabela 12 – Resposta à pergunta número cinco do questionário aos professores.

Questão número seis:

Considera, que a experiência de dissecação virtual é apropriada para os estudantes do nível que actualmente lecciona? Porquê?

Professor	Respostas
P1	Sim, utilizei com alunos do 10º ano e considero que está apropriado para eles. A linguagem é adequada e existe rigor científico.
P2	Sim, utilizei com alunos de 9º ano e eles adoraram, porque acham muito interessantes aulas com computadores e gostaram da interactividade.
P3	Sim, está de acordo. Utilizei com alunos de 10º ano e está muito intuitivo, mesmo que o professor não possa dar apoio a todos ao mesmo tempo e que não perceba muito de computadores.
P4	Utilizei com alunos de 12º ano para rever conhecimentos e achei que estava adequado, pois, apresentava tudo o que era necessário para avançar nos conteúdos.
P5	Usei com alunos de 12º ano para rever conceitos de anatomia e de histologia e eles adoraram. Considero que está perfeitamente adequado.
P6	Utilizei com alunos de 10º em Biologia Humana do curso de Desporto. Penso que está completamente adaptado porque não precisam de grandes conhecimentos de técnicas de dissecação.
P7	Utilizei com alunos de 9º ano e penso que está completamente adaptado, quer ano nível da linguagem, como ao acesso a todos os conteúdos.
P8	Utilizei com alunos de 12º ano e achei muito adaptado mesmo para este tipo de alunos que já estão num nível um pouco superior.
P9	Não me foi possível testar com os alunos, porque a sala de computadores esteve sempre ocupada durante o tempo que era dado para preencher o questionário.
P10	Observei a aplicação com outros colegas, mas não testei com alunos, no entanto parece-me adaptada quer para ser usada por alunos do básico como do secundário.
P11	Sim, está adequado. Utilizei com alunos do Curso Tecnológico de Saúde e Socorrismo e eles adoraram. Todos aprenderam, porque todos tiveram oportunidade de mexer.
P12	Sim é adequado, utilizei com alunos de 9º ano e tem mais do que os alunos precisam de saber mas é importante aprenderem um pouco mais.
P13	É adequado. Utilizei com uma turma de 29 alunos de 9º ano e mesmo sem a minha ajuda os alunos fizeram tudo pela ordem e conseguiram perceber.
P14	É adequado, utilizei com alunos de 9º ano e conseguiram aprender a anatomia básica sem necessitarem de saber muito sobre computadores, porque a aplicação é intuitiva.
P15	Utilizei com alunos de 10º ano e considerei muito adequado, no entanto, podia exigir um pouco mais quando é para ser aplicado a alunos de secundário.
P16	Utilizei com alunos de 9º ano e penso que está completamente adaptado pelo fácil manuseamento que possui.
P17	Utilizei com alunos de 9º ano e acho que está muito adaptado, porque podem aprender bem as técnicas de uma forma fácil e segura.
P18	Não me senti à vontade para a testar com alunos vi em casa com ajuda da minha filha, que está a estudar Biologia/Geologia e que achou excelente para as aulas de zoologia da universidade.
P19	Utilizei com alunos de 12º ano e para rever penso que se adequa mas se for para utilizar com alunos desta faixa etária, penso que o vocabulário pode ser mais elaborado.
P20	Utilizei com alunos de 10ºano e está perfeitamente adaptado porque qualquer aluno sem grandes conhecimentos de informática consegue manusear e adquirir conhecimento.

Tabela 13 – Resposta à pergunta número seis do questionário aos professores.

Questão número sete:

Qual das hipóteses seguintes sente que tem maior valor educacional para os seus alunos?

Hipóteses	Número de respostas	Professores	Justificações obtidas
Laboratório com dissecação real e depois dissecação virtual	1	P4	Os alunos assistem à dissecação real e depois podem rever e consolidar os conhecimentos, bem como esclarecer as suas dúvidas. O virtual torna-se um excelente complemento, mas não um substituto.
Laboratório com dissecação virtual e depois dissecação real	2	P1	Os alunos podem simular o que vão executar na realidade.
		P15	Os alunos aprendem a fazer correctamente, para quando efectuarem a dissecação real não danifiquem o material e já conheçam muito bem as técnicas.
Laboratório com dissecação real	3	P9	Tendo em conta a escola que estou tenho mais facilidade em desenvolver uma dissecação real do que uma virtual, daí a minha escolha.
		P10	Os alunos ao tocarem com as suas próprias mãos ficam com todos os sentidos mais apurados e aprendem melhor as técnicas.
		P18	Acho que é importantes os alunos "colocarem as mãos na massa" e não tenho grande vontade de lidar com os computadores.
Laboratório com dissecação virtual	14	P2, P3, P5, P6, P7, P8, P11, P12, P13, P14, P16,P17, P19 e P20	É mais lúdico, mais interactivo, aprendem facilmente a anatomia sem ter que forçar a abrir um animal, não há mortes, todos visualizam e podem testar, implica menos gastos e a aprendizagem ocorre.
Não realizar dissecações	0	-	-

Tabela 14 – Resposta à pergunta número sete do questionário aos professores.

Questão número oito:

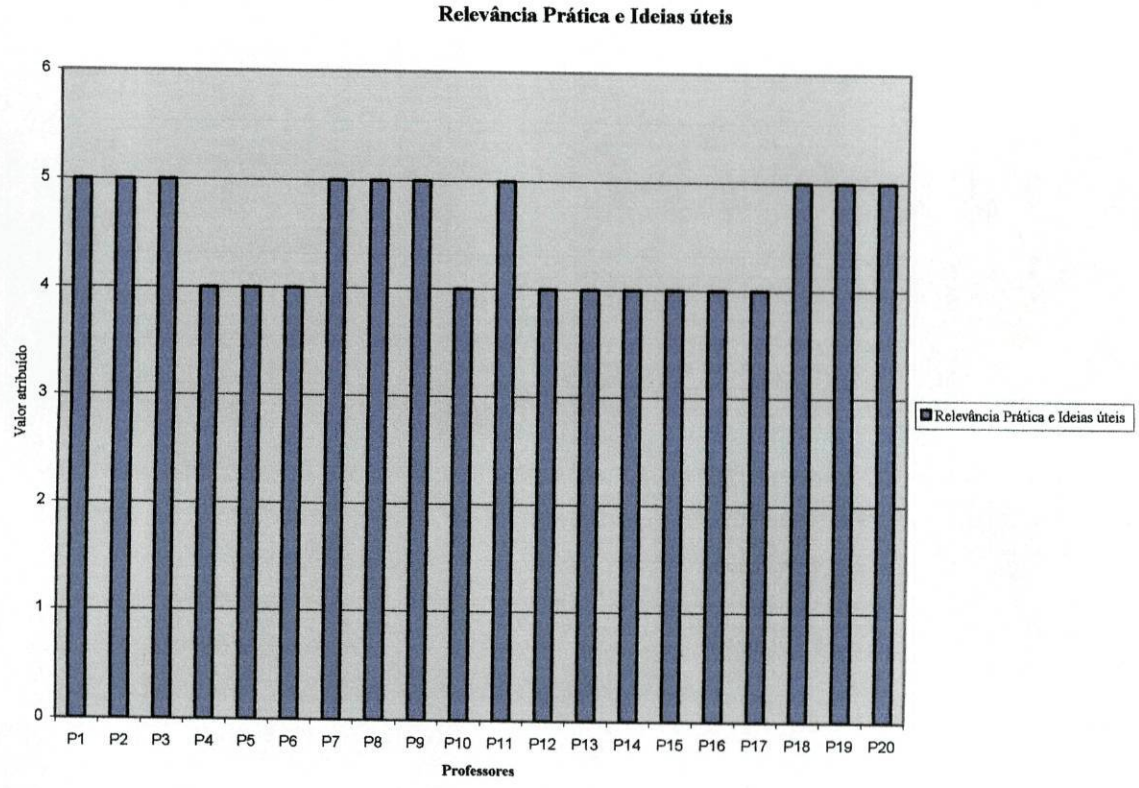


Gráfico 2 – Valores atribuídos ao parâmetro relevância práticos e ideias úteis.

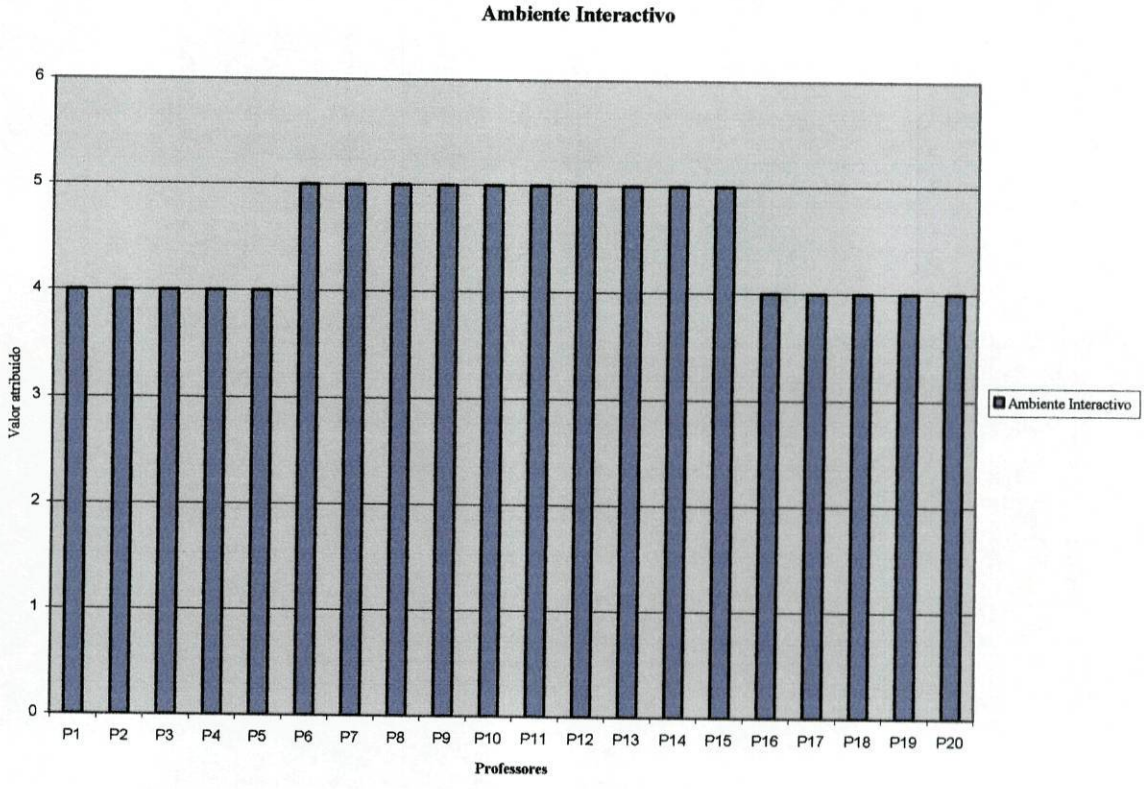


Gráfico 3 – Valores atribuídos ao parâmetro ambiente interactivo.

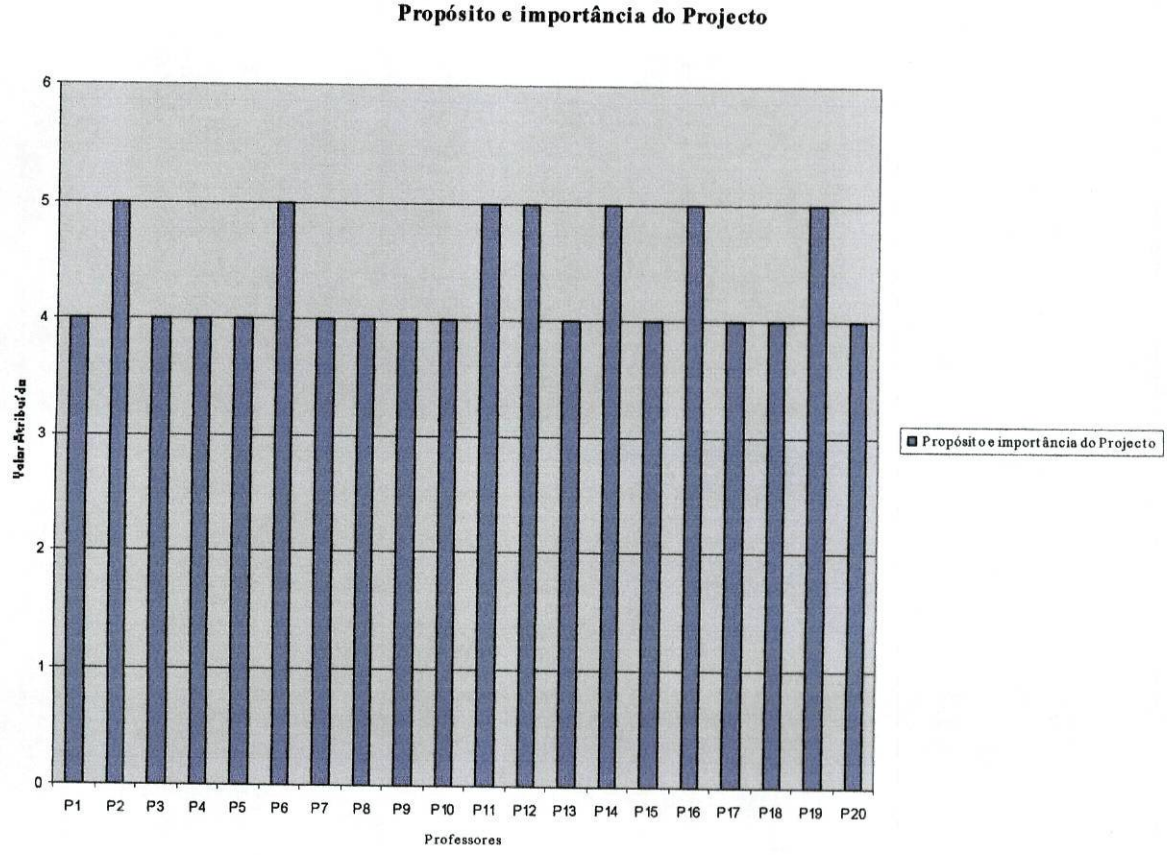


Gráfico 4 – Valores atribuídos ao parâmetro propósito e importância do projecto.

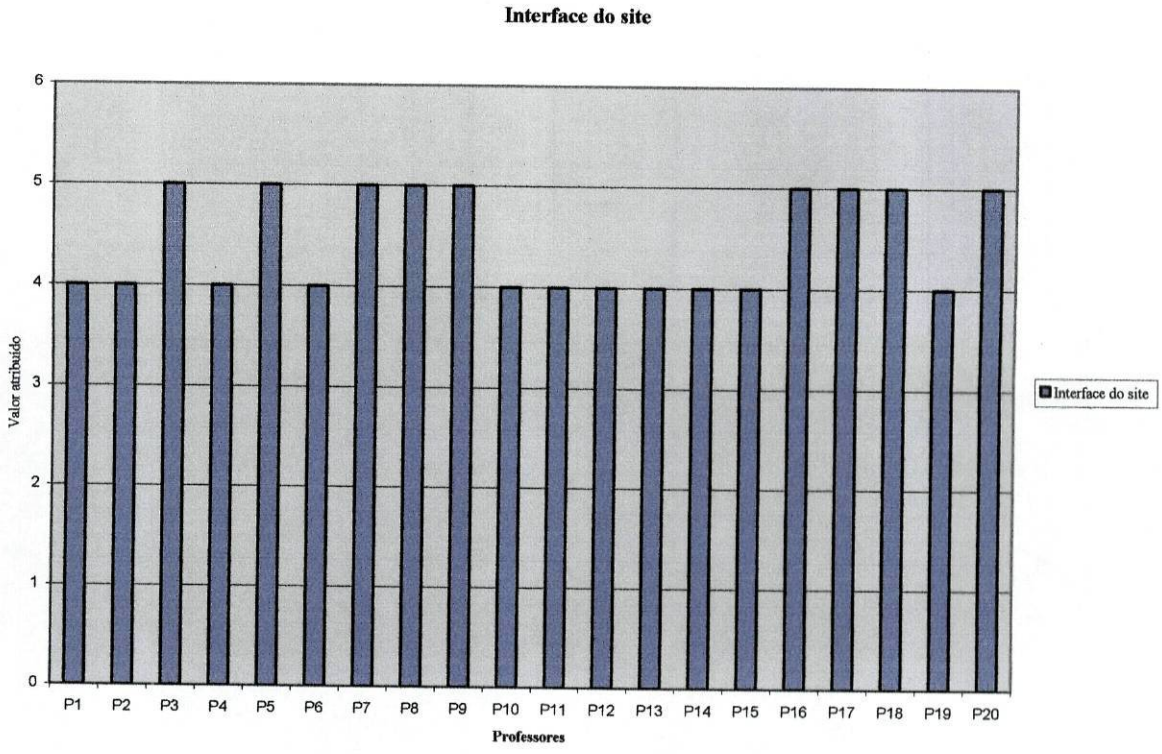


Gráfico 5 – Valores atribuídos ao parâmetro interface do site.

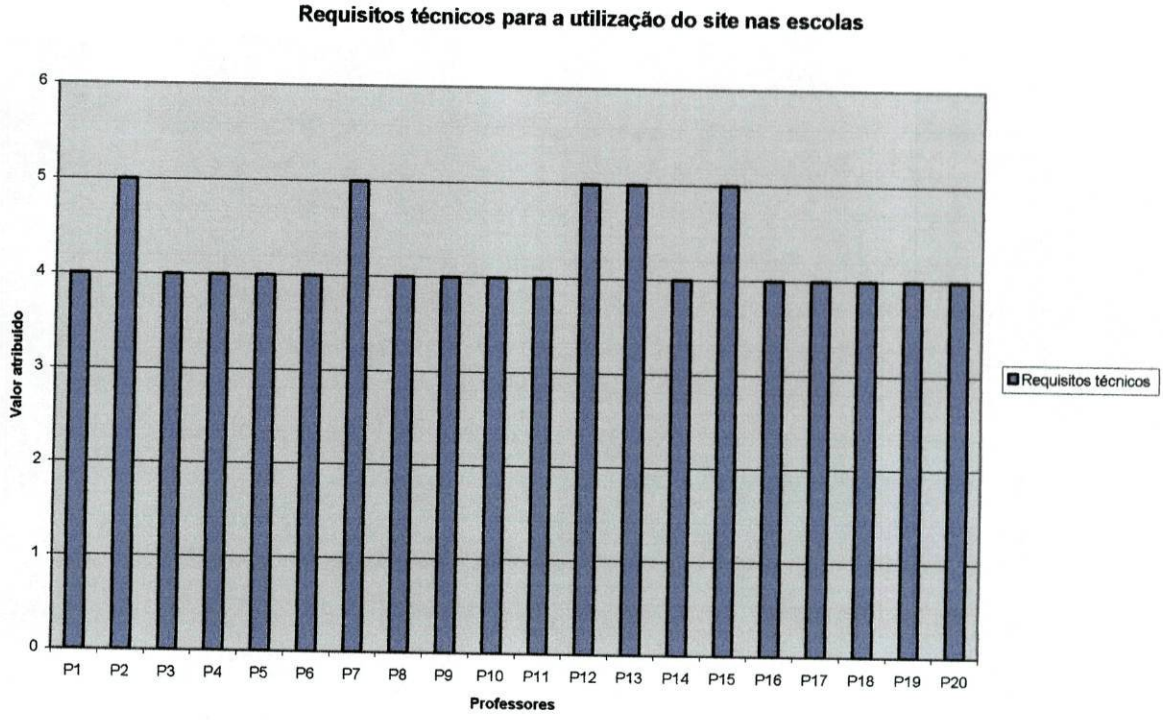


Gráfico 6 – Valores atribuídos ao parâmetro requisitos técnicos.

Apêndice III

Escala de Avaliação das Actividades das dissecações

- Idade

Anos ☐☐

- Qual é o teu sexo? (assinala a tua resposta com uma cruz.)

Feminino☐ Masculino☐

- Ano de Escolaridade ____

- Lê atentamente todas as questões.
- Cada pergunta pode ser respondida numa escala de 5 pontos como a seguir te indicamos.

Exemplo:

Durante a realização da actividade não solicitei a ajuda do professor.

Discordo Totalmente	Discordo	Indeciso	Concordo	Concordo totalmente
1	**2**	**3**	**4**	**5**
☐	☐	☐	☐	☐

1. Significa que **discordas totalmente** da afirmação.
2. Significa que **discordas** da afirmação.
3. Significa que **estás indeciso** relativamente à afirmação.
4. Significa que **concordas** com a afirmação.
5. Significa que **concordas totalmente** com a afirmação.

Assinala, com uma cruz, a opção que achares mais conveniente.
Se te enganares, risca completamente a tua primeira resposta e coloca uma cruz na tua nova opção.
Tens 15 minutos para responder ao questionário, o que dará tempo para pensares e não responderes ao "acaso".
Solicita ajuda ao professor quando não entenderes a questão. Os dados recolhidos serão tratados anonimamente.

1. Penso que a realização da actividade permite encontrar respostas para o problema proposto:"Qual a constituição do sistema digestivo dos mamíferos?".

1	2	3	4	5
Discordo Totalmente	Discordo	Indeciso	Concordo	Concordo totalmente
☐	☐	☐	☐	☐

2. Fui capaz de estabelecer relações entre as conclusões obtidas na actividade e a componente teórica.

1	2	3	4	5
Discordo Totalmente	Discordo	Indeciso	Concordo	Concordo totalmente
☐	☐	☐	☐	☐

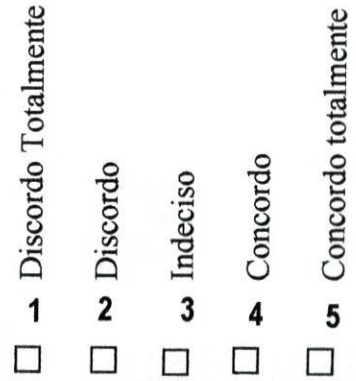
3. Penso que o acesso a diferentes fontes de informação presentes no site permitiram desenvolver capacidades.

1	2	3	4	5
Discordo Totalmente	Discordo	Indeciso	Concordo	Concordo totalmente
☐	☐	☐	☐	☐

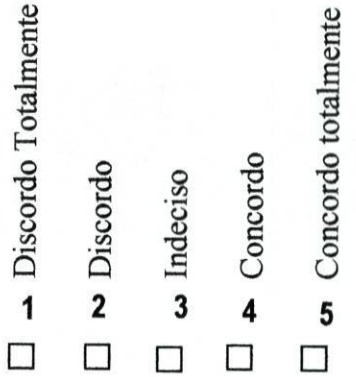
4. A actividade permitiu-me estabelecer uma maior relação entre conceitos, que até agora eram pouco conhecidos.

1	2	3	4	5
Discordo Totalmente	Discordo	Indeciso	Concordo	Concordo totalmente
☐	☐	☐	☐	☐

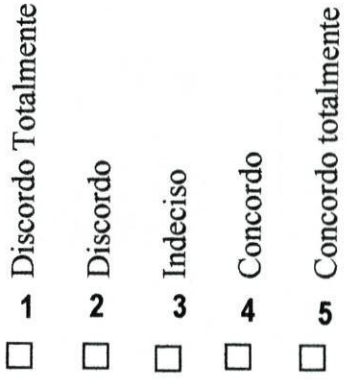
5. As tarefas propostas na actividade ajudaram-me a compreender os conceitos abordados.



6. Com a realização da actividade não fiquei a saber mais sobre o tema em estudo.



7. Empenhei-me em realizar o melhor possível as tarefas da actividade.



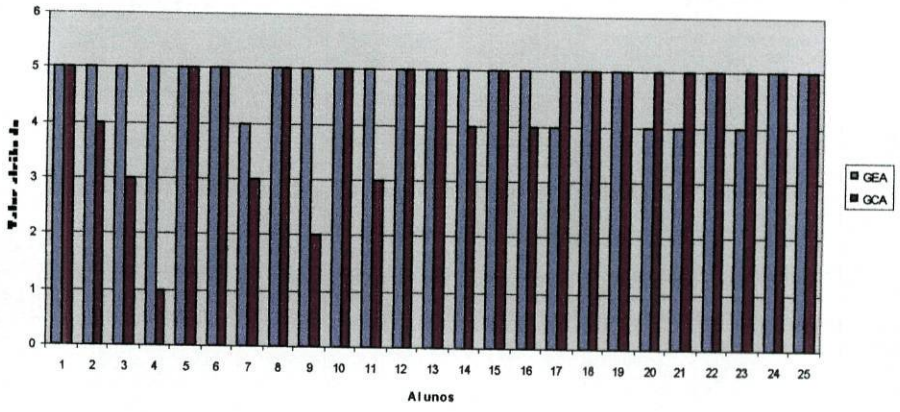
Após teres terminado verifica se respondeste a todas as questões.

Obrigado pela colaboração

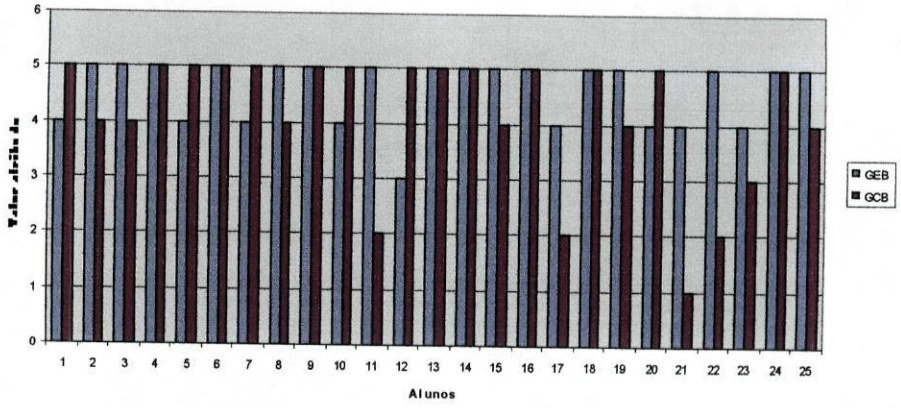
Apêndice IV

Gráficos das escalas de avaliação das actividades das dissecações

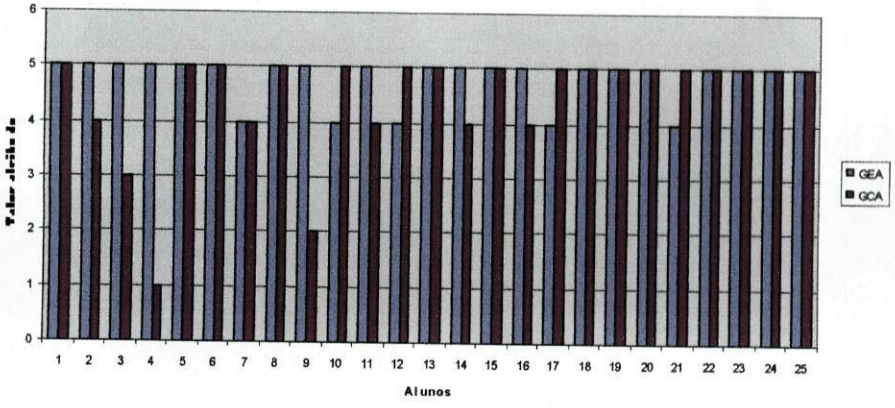
A realização da actividade permite encontar respostas para o problema proposto.



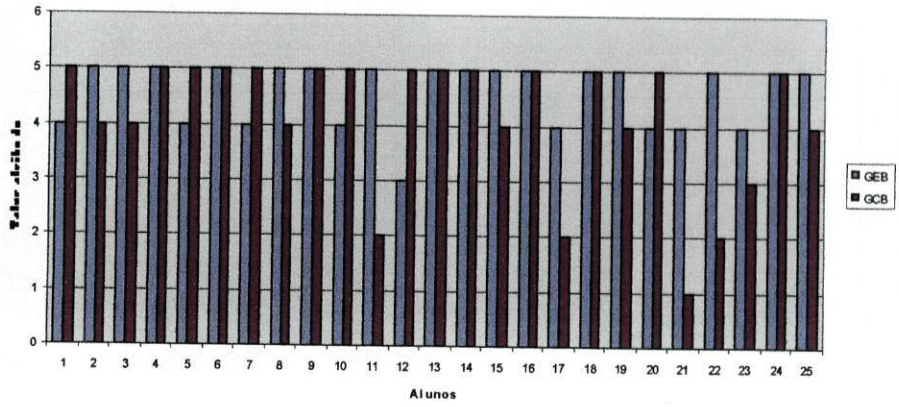
A realização da actividade permite encontrar respostas para o pioblema proposto.



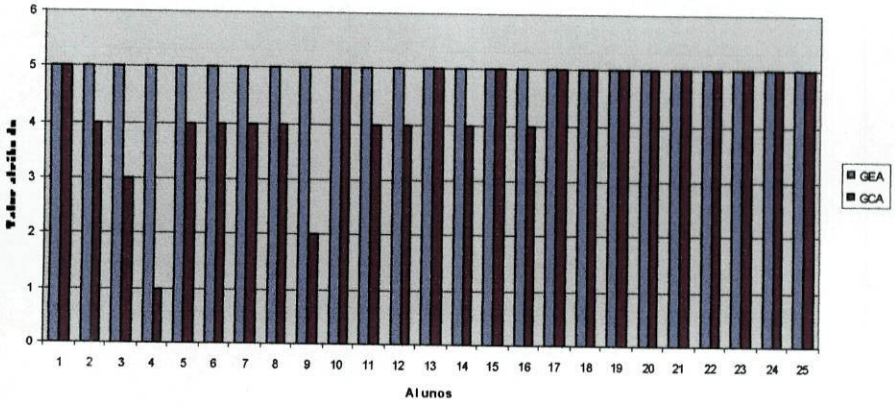
Estabeleci relações entre as conclusões obtidas na actividade e a componente teórica.



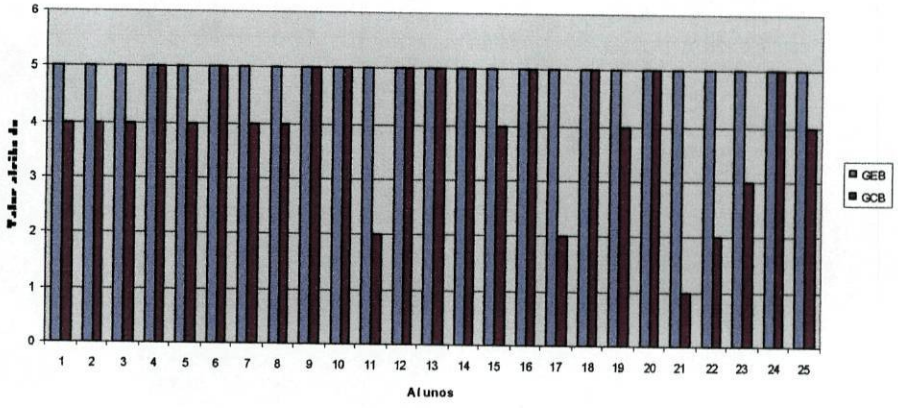
Estabeleci relações entre as conclusões obtidas na actividade e a componente teórica.



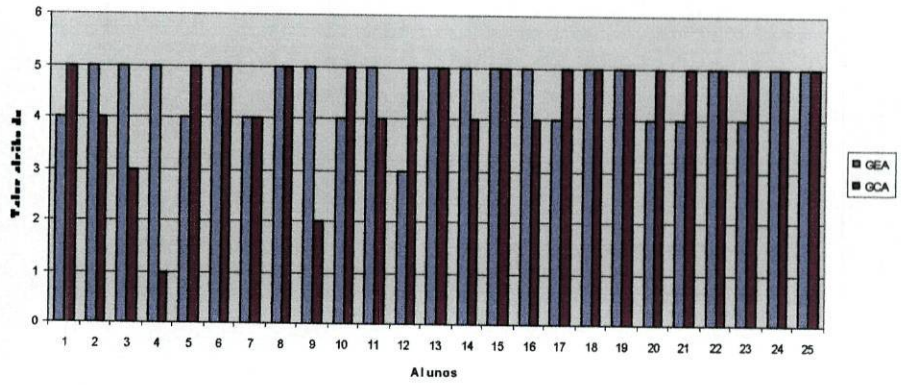
O acesso a diferentes fontes de informação permitiram desenvolver capacidades.



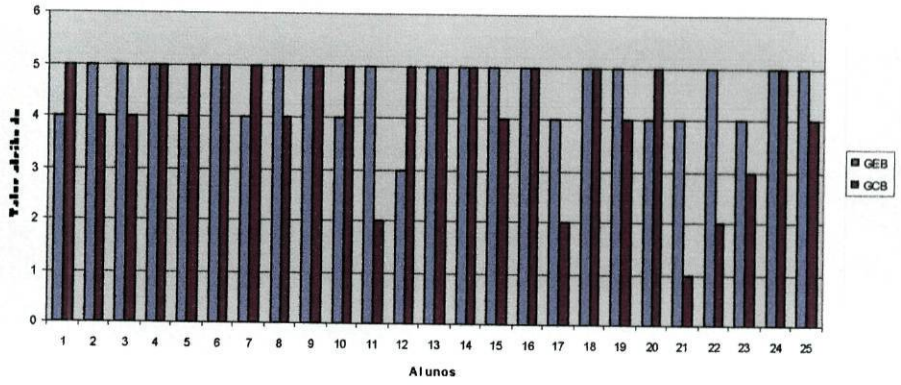
O acesso a diferentes fontes de informação permitiram desenvolver capacidades.



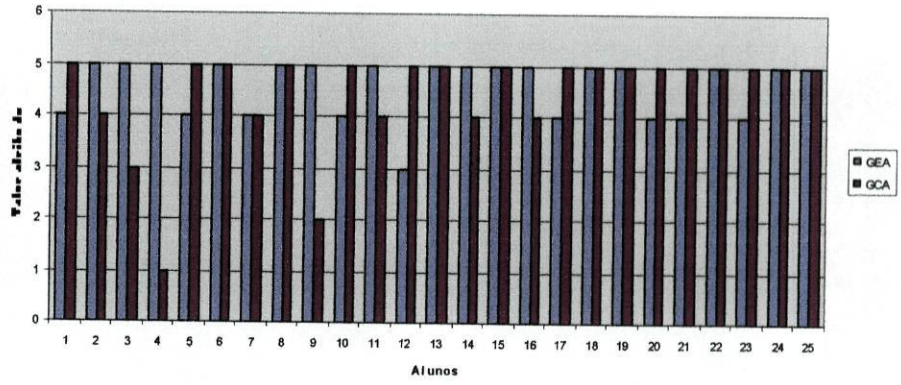
A actividade permitiu-me estabelecer uma maior relação entre conceitos, que até agora eram pouco conhecidos.



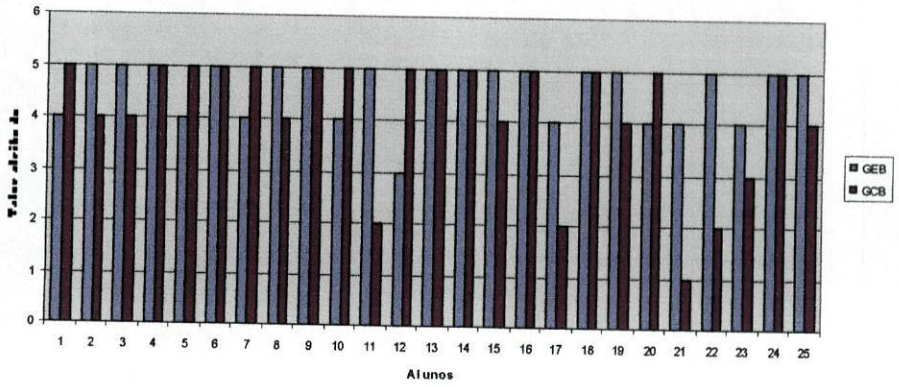
A actividade permitiu-me estabelecer uma maior relação entre conceitos, que até agora eram poucos conhecidos.



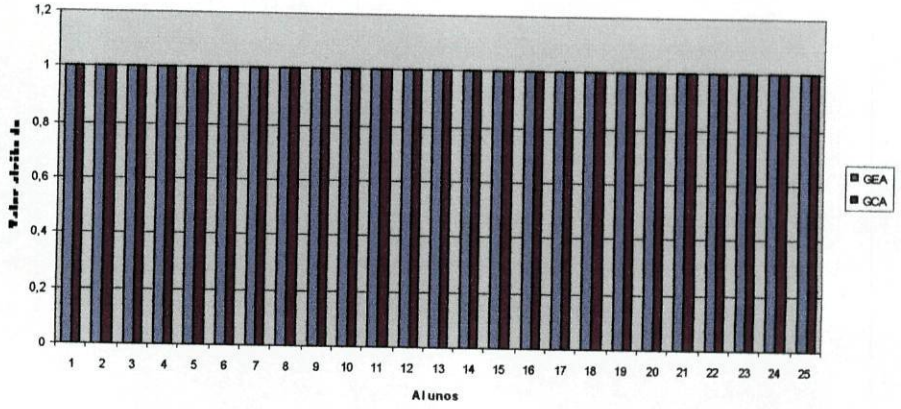
As tarefas propostas na actividade ajudaram-me a compreender os conceitos abordados.



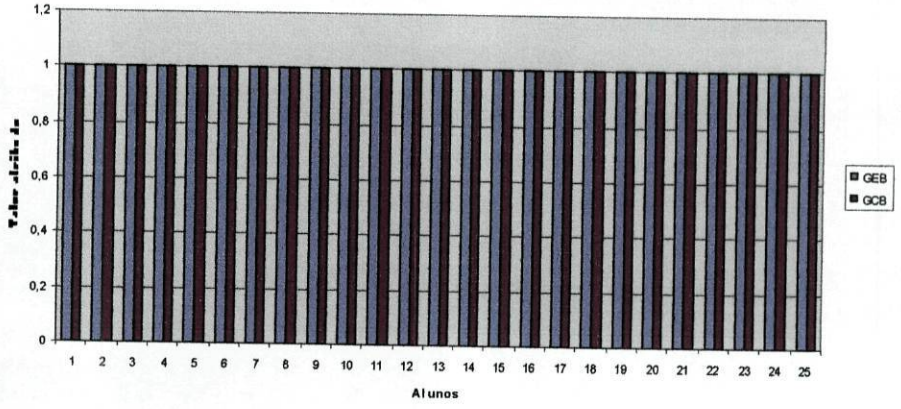
As tarefas propostas na actividade ajudaram-me a compreender os conceitos abordados.



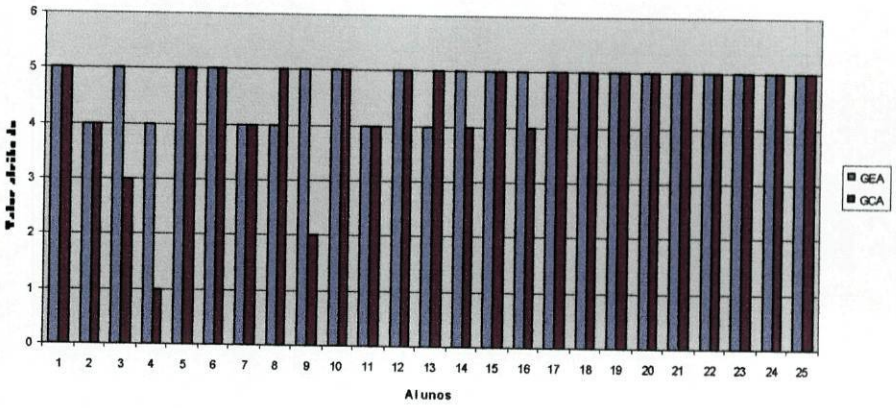
Com a realização da actividade não fiquei a saber mais sobre o tema em estudo.



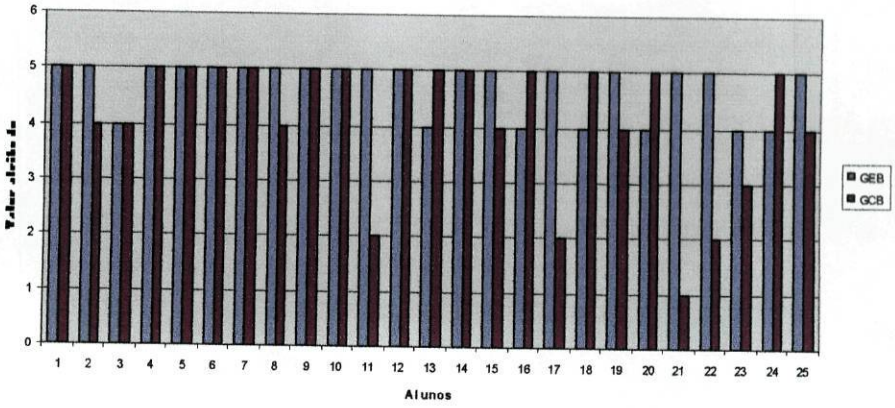
Com a realização da actividade não fiquei a saber mais sobre o tema em estudo.



Empenhei-me em realizar o melhor possível as tarefas da actividade.



Empenhei-me a realizar o melhor possível as tarefas da actividade.



Apêndice V

Pré-teste e pós-teste

Idade___Ano ____

1. Nas figuras 1 e 2 da face ventral do animal, indique, desenhando com tracejado os cortes a praticar na pele.

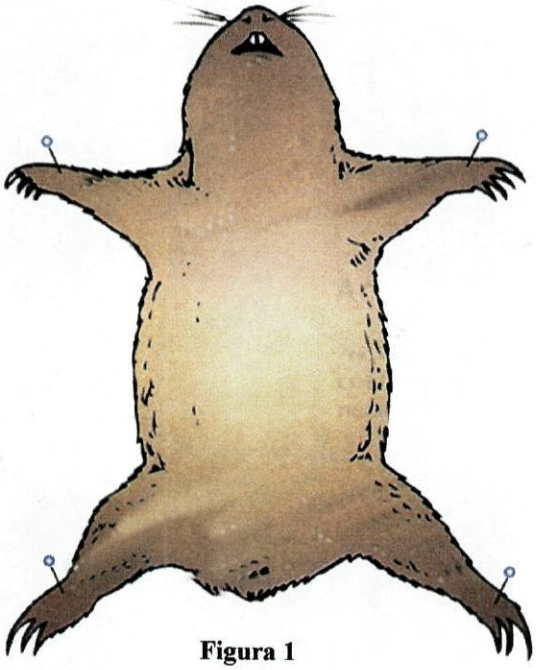


Figura 1

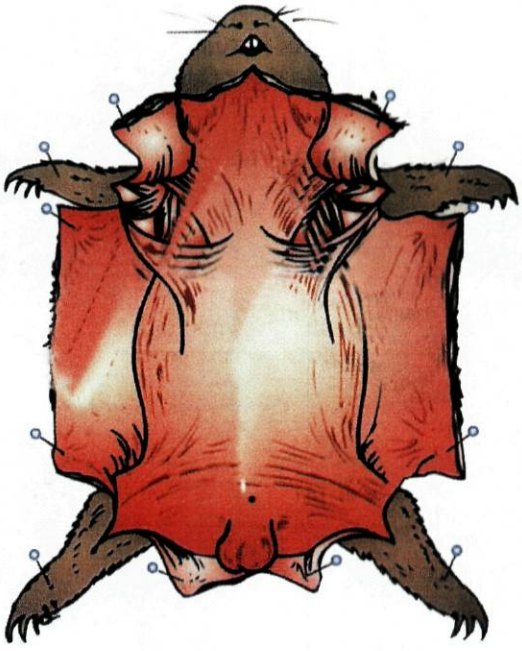
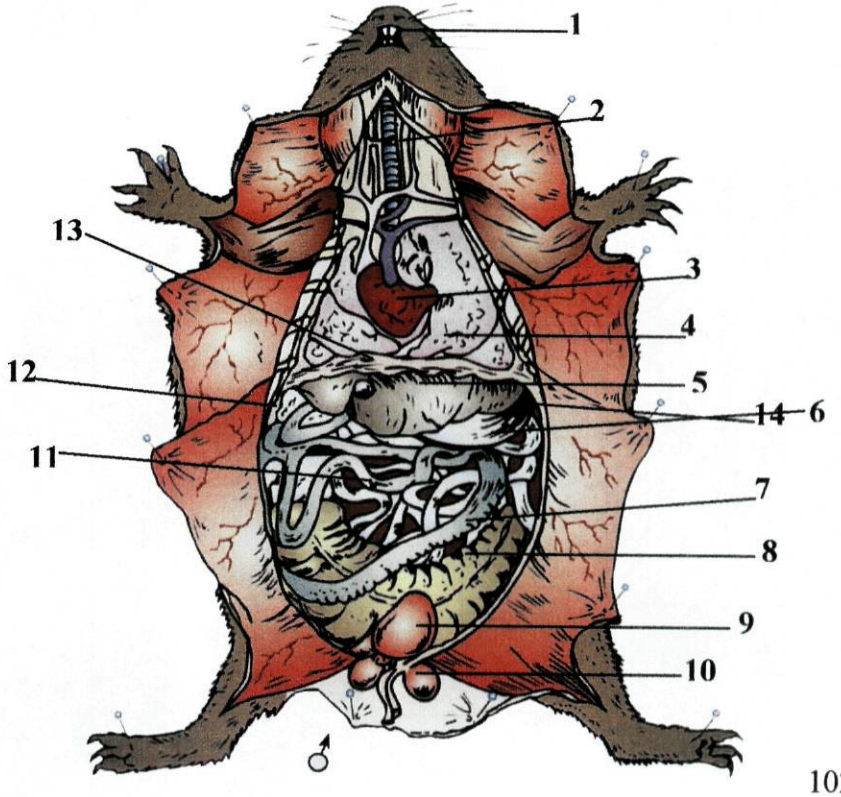


Figura 2

2. Coloque o número correspondente na legenda seguinte, usando como base a imagem.

Bexiga urinária_____
Ceco _____
Cólon_____
Coração _____
Dentes incisivos _____
Diafragma _____
Duodeno_____
Estômago _____
Fígado _____
Jejuno –íleo _____
Pâncreas _____
Pulmão _____

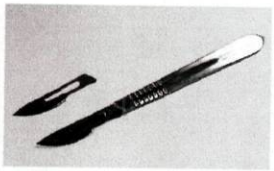


3. Da listagem da questão anterior indica os **nomes** que pertencem ao sistema digestivo.

_____

_____

4. Faça a legenda de cada um dos instrumentos de dissecação abaixo indicados.



1._____



2._____



3._____

Escolha Múltipla

Coloque um círculo na(s) letra(s) da resposta certa:

1. Um herbívoro terá preferencialmente
a) Garras bem desenvolvidas b) Caninos afiados e largos
c) Molares achatados d) Um pequeno intestino
e) Um grande intestino

2. As glândulas perto das orelhas que inicialmente começam a digestão são as:
a) Submaxilares c) Pancreáticas e) Sublinguais
b) Parietais d) Parótidas

3. Qual das hipóteses seguintes indica a correcta ordem do sistema digestivo dos mamíferos?
a) faringe, esófago, estômago, pâncreas
b) laringe, esófago, estômago, pâncreas
c) faringe, esófago, estômago, duodeno
d) laringe, esófago, estômago, intestino delgado

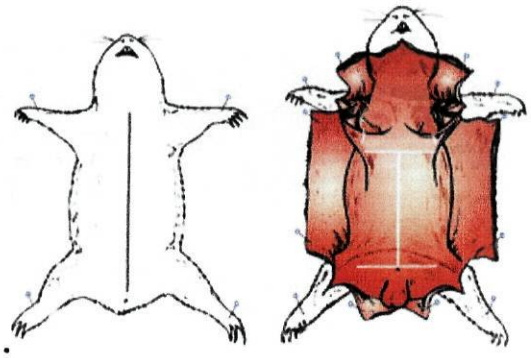
4. O largo tubo com um largo diâmetro que abre no recto é o:
a) cólon b) esófago c) baço d) pâncreas

5. O esfíncter pilórico é encontrado no fim de:
a) intestino grosso b) baço c) estômago d) esófago

6. O pequeno saco redondo ligado ao fígado
a) baço b) vesícula biliar c) pâncreas d) estômago

Apêndice VI

Correcção do pré-teste e do pós-teste

1. 

2.

1. Dentes incisivos; 3. Coração; 4. Pulmão; 5. Fígado; 6. Estômago; 7. Cólon; 8. Ceco; 9. Bexiga Urinária; 11. Jejuno-íleo; 12. Pâncreas; 13. Diafragma; 14. Duodeno

3. Dentes incisivos; Fígado; Estômago; Cólon; Ceco; Jejuno-íleo; Pâncreas; Duodeno

1. Bisturi; 2. Pinça; 3. Tesoura;

Escolha Múltipla

1) b,e
2) d
3) c
4) a
5) c
6) b

Questão	Cotação
1.	8
1.	7
2.	24
3.	16
4.	9
1.	6
2.	6
3.	6
4.	6
5.	6
6.	6

Apêndice VII

Resultados do pré-teste e do pós-teste do grupo controlo e experimental A e B

Alunos do Grupo Controlo B	Alunos do Grupo Experimental B
Pré – teste (%)	**Pré – teste (%)**
33	38
25	66
40	40
70	27
32	19
18	21
52	17
46	49
21	33
29	64
30	36
33	21
36	48
25	52
21	65
19	50
21	12
54	26
60	59
49	20
20	28
24	34
15	25
50	23
60	27
30	31
Média = 35,12	**Média = 35,65**

Alunos do Grupo Controlo A	Alunos do Grupo Experimental A
Pré – teste (%)	**Pré – teste (%)**
20	55
38	38
45	70
41	68
67	20
15	40
4	33
34	16
44	26
27	39
11	46
59	16
43	29
40	21
70	55
39	30
40	33
33	15
31	43
54	51
49	13
20	30
10	10
16	20
17	67
Média = 36,44	**Média = 35,36**

Alunos do Grupo Controlo A	Alunos do Grupo Experimental A
Pós – teste (%)	**Pós – teste (%)**
52	70
57	81
75	80
80	77
96	90
82	87
88	95
84	88
88	90
96	88
78	75
74	88
63	93
65	79
64	78
68	79
57	70
50	51
53	68
61	48
44	72
60	68
36	46
24	99
50	96
Média = 65,8	**Média = 78,24**

Alunos do Grupo Controlo B	Alunos do Grupo Experimental B
Pós – teste (%)	**Pós – teste (%)**
50	44
38	72
42	68
46	83
58	78
83	84
92	83
71	93
75	86
52	88
57	90
67	77
79	90
65	95
64	81
68	80
63	82
74	74
80	53
88	70
46	49
38	73
58	69
33	47
42	98
67	95
Média = 61,38	**Média = 77,00**

Apêndice VIII

Grelha de observação participante

Elementos de referência principais observados pela investigadora em todas as turmas.

Categorias de Análise	Elementos de Referência
Relação professor/aluno (PA)	Aluno põe questões/dúvidas ao professor sobre a actividade
	Aluno aceita sugestões do professor
	Aluno e professor conversam sobre o trabalho a desenvolver
	Professor oferece-se para ajudar e dá conselhos
	Professor incentiva aluno a participar nas tarefas
	Professor tem manifestações de atenção e preocupação mantendo-se próximo dos alunos.
	Aluno manifesta afecto pelo professor.
Construção do Conhecimento (CC)	O aluno levanta novas questões a pesquisar.
	O aluno pesquisa.
	O aluno estabelece relações entre conceitos e conclui.
	O aluno revela novos conhecimentos.
Desenvolvimento de atitudes e valores (AV)	O aluno revela bom relacionamento com os colegas
	O aluno participa ordenadamente nas discussões de grupo / grupo turma
	O aluno oferece-se para realizar tarefas. (mais visível na dissecação real)

Apêndice IX

Guião da entrevista

Categoria: Relação Professor/Aluno

1. Em qual das dissecações a relação professor/aluno foi mais visível?
2. Que tipo de atitudes ou manifestações, por parte dos alunos, te permitem afirmá-lo?
3. Que atitudes adoptaste, nesta categoria? Na virtual tiveste alguma atitude especial, uma vez que o aluno estava mais envolvido com o computador do que com o professor?

Categoria: Construção do Conhecimento

5. Qual das dissecações te pareceu contribuir mais para a construção de conhecimentos pelos alunos? Em que medida?
6. Que actividades desenvolvidas consideras terem contribuído para a construção de conhecimentos pelos alunos?

Categoria: Desenvolvimento de atitudes e valores

7. Consideras que os alunos demonstraram interesse pela actividade?
8. Que atitudes e valores observaste nesta actividade?

Categoria: Alfabetização científica

8. Consideras que a dissecação promoveu uma melhoria da cultura científica dos alunos? Em que medida?

Apêndice X

Transcrição da entrevista

Categoria: Relação Professor/Aluno

1. Em qual das dissecações a relação professor/aluno foi mais visível? Que tipo de atitudes ou manifestações, por parte dos alunos, te permitem afirmá-lo?

Notei, melhor essa relação na dissecação real, porque os alunos colocavam mais questões, tinham mais receio de mexer, tinham medo de fazer as incisões mal e estragar algum órgão. Os alunos da virtual estavam mais à vontade pois, podiam ver o vídeo o número de vezes que desejassem, ler textos sobre a dissecação com as imagens e só depois simular. Mas, em ambos a relação existiu, nomeadamente no facto dos alunos conversarem comigo sobre o trabalho a desenvolver na actividade.

2. Que atitudes adoptaste, nesta categoria? Na virtual tiveste alguma atitude especial, uma vez que o aluno estava mais envolvido com o computador do que com o professor?

Tentei incentivar as turmas a participar nas tarefas da actividade. Independentemente de ser a turma com a dissecação real ou virtual mantive manifestações de atenção, preocupação. No virtual, tive talvez a preocupação de me manter próxima dos alunos, para notarem que além do computador me tinham ali para ajudá-los, pois, na real eles notavam que eu estava ali e na virtual talvez tenha tido receio que eles se fechassem mais.

Categoria: Construção do Conhecimento

3. Qual das dissecações te pareceu contribuir mais para a construção de conhecimentos pelos alunos? Em que medida?

Quando fiz as dissecações achei que a real tinha tido melhores resultados porque tocaram nos órgãos, viram-nos realmente, no entanto, os resultados nos testes mostraram que os alunos da dissecação virtual tiveram muito melhores resultados que os da dissecação real. Uma explicação poderá ser do facto dos alunos terem o site disponível 24horas através da Internet, podendo estudar com mais facilidade enquanto os outros não. Em ambos, a dissecação demonstra resultados muito positivos, pois, os alunos ficaram a saber mais sobre o tema em estudo. Permitiu-lhes estabelecer uma maior relação entre conceitos que até agora lhe eram pouco conhecidos. Notei que o estudo da constituição e localização do sistema digestivo foi feito com maior facilidade em relação a outra turma, a E, que não foi

alvo deste projecto. Observei também um despertar dos alunos em questões relacionadas com a ciência, em ambos os grupos.

4. Que actividades desenvolvidas consideras terem contribuído para a construção de conhecimentos pelos alunos?

Na dissecação real os alunos tiveram os textos da lição do site em papel, o questionário e as palavras cruzadas em papel, notei que os ajudou, mas os da virtual estavam muito mais animados, o acesso a diferentes fontes de informação permitiram um maior conhecimento, todos os materiais disponíveis no site permitiram a compreensão e testar inúmeras vezes esse conhecimento, o que lhes agradou.

Categoria: Desenvolvimento de atitudes e valores

5. Consideras que os alunos demonstraram interesse pela actividade?

Sim, em ambas as situações estavam muito entusiasmados. Notei apenas que dois alunos da turma da dissecação virtual gostariam antes de ter feito a dissecação real e cinco alunos da dissecação real praticamente estavam escondidos não gostaram de ver o animal morto, do cheiro, da confusão, como constatei depois de falar com eles. Notei que não fizeram a dissecação mas não penalizei.

6. Que atitudes e valores observaste nesta actividade?

Observei um grande empenho em realizar as tarefas o melhor possível em ambos os grupos. Colaboração entre colegas, agiram com respeito com colegas que não conseguiram realizar a dissecação ou que manuseavam o computador com mais dificuldade. Os da dissecação virtual, referiram várias vezes a importância de não matar os animais para estudar, com excepção de dois alunos, levantou-se um pouco a questão ética que foi muito interessante e que levou ou que soube posteriormente a um debate em Formação Cívica.

Categoria: Alfabetização científica

7. Consideras que a dissecação promoveu uma melhoria da cultura científica dos alunos? Em que medida?

Sim, claro. Os alunos em ambos os casos ficaram a compreender melhor os conteúdos de morfologia e fisiologia do sistema digestivo. Esta foi mais visível nos da dissecação virtual, talvez pelo acesso a diferentes fontes de informação. Em ambos, os alunos conseguiram estabelecer relações entre as conclusões obtidas na prática com a componente teórica.

Apêndice XI

Exemplo de uma sequência didáctica para o estudo do Sistema Digestivo, utilizando a aplicação.

As diferentes etapas	Actividades Pedagógicas	Avaliação
1ª Fase: situação de partida - Sensibilização, motivação - Identificação das concepções	Visionamento dos vídeos	Teste 1 – pré-teste Questionário individual para identificar as concepções alternativas dos alunos
2ª Fase: - Exploração das concepções alternativas, seguida de confrontação. - Reflexão e estruturação das informações	Sequência de aprendizagem Simulação	Teste 2: Resolução da actividade questionário proposta na aplicação
3ª Fase: Aplicação das ideias em contextos familiares e novos	Esta fase está organizada à volta da utilização da aplicação multimédia e da resolução dos Jogos e Testes	Teste 3: pós teste

A actividade consta de três fases sumariadas no quadro de cima:

Primeira fase: inclui actividades de identificação as concepções alternativas e de sensibilização para o tema em estudo.

Segunda fase: identificação das concepções através do pré-teste.
Transmissão dos conteúdos.
Realização da dissecação virtual.

Aplicação das ideias na resolução de diferentes actividades.

Apêndice XII

Alguns comentários de alunos e colegas

- Bom uso da tecnologia;

- É muito bom e representa realmente o potencial da educação on-line;

- Um bom exemplo do que pode ser feito com a Internet e a interactividade com um computador;

- Fácil de usar e informativo;

- Pode eventualmente substituir a dissecação de um coelho;

- É uma ferramenta fantástica para alunos. O componente interactivo é simplesmente genial.

Apêndice XIII

E-mail enviado para Susana Arouca pela Associação Animal

Pedro Jorge Pereira pedro.calhau netcabo.pt

Terça-feira, 7 de Junho de 2005 - 01:23:05 WEST

Apelo : Protestem contra o uso de animais em experimentação na Escola Secundária da Boa Nova, em Leça da Palmeira

escsecboanova@mail.telepac.pt

Caras/os amigas/os,

Hoje, cerca das 13h, recebemos um telefonema, na ANIMAL, de uma rapariga, estudante na Escola Secundária da Boa Nova, em Leça da Palmeira, indicando-nos que uma professora de Técnicas Laboratoriais de Biologia, Maria de Lurdes Santos, pretendia matar um coelho no refeitório da escola nos minutos seguintes, antes das 13h40m, altura em que a aula começaria e em que seria suposto os estudantes dissecarem o coelho.
Telefonámos de imediato para esta escola, para falar com a Presidente do Conselho Executivo desta, que nos disse que nenhum animal seria morto na Escola, mas que, realmente, no âmbito do programa da disciplina, um coelho seria dissecado na aula em questão. Sem mais, passou-me o telefone à professora responsável por esta polémica, com quem falei de seguida. Tentei apurar em que sentido sentia ela que seria necessário dissecar um animal numa aula, sendo isso tão cruel e anti-pedagógico, e perguntei-lhe se esse projecto de experimentação estaria autorizado por alguma autoridade veterinária. Disse-me que dissecar o coelho seria essencial, que era pedagógico fazê-lo e que não tinha autorização alguma, uma vez que já o faz há anos. Disse que foi uma sua aluna "que é fundamentalista", segundo a tão pedagógica professora, que estava a tentar impedir este acto e que nos ligou. Eu disse-lhe que a aluna era um bom exemplo, pois, tinha uma consciência Ética admirável, que devia ser louvada e não criticada daquela maneira.
Histericamente, esta professora começou a dizer que nos deveríamos preocupar com as porcas gestantes e com os animais nos circos e não com estas questões.

Apêndice XIV

Principais características histológicas e fisiológicas do aparelho digestivo

Os alimentos têm de ser reduzidos a partículas capazes de serem absorvidas pelo nosso organismo. A digestão dos alimentos e absorção dos elementos nutritivos constituem as funções básicas do aparelho digestivo.

Esta secção encontra-se estruturada em duas partes:

I. Parte teórica, que consta de uma revisão bibliográfica sobre as principais características histológicas e fisiológicas do aparelho digestivo dos mamíferos em geral, e particularmente da espécie humana.

II. Parte prática, que consistiu na realização de preparações definitivas dos principais órgãos constituintes do aparelho digestivo de um coelho, cujas características morfológicas, estruturais e funcionais apresentam alguma semelhança com o do homem, permitindo assim obter a ferramenta para a elaboração do produto multimédia.

6.1 Parte teórica

O aparelho digestivo (apêndice XV fig.14) é formado pelo tubo digestivo (boca, faringe, esófago, estômago, intestino delgado e intestino grosso) e órgãos anexos (fígado e vesícula biliar, pâncreas e glândulas salivares) localizados fora do tubo, logo, vertem as suas secreções através de um sistema de condutos. A sua função básica consiste em retirar, dos alimentos ingeridos, os metabolitos necessários para o desenvolvimento e manutenção do organismo.

A digestão compreende em primeiro lugar, pela fragmentação do material alimentar em partículas pequenas, papel desempenhado pela acção cortante e triturante dos dentes, e pela acção do ácido clorídrico e as enzimas digestivas.

As enzimas ajudam ao desdobramento das proteínas, hidratos de carbono e lípidos nos seus componentes básicos, como aminoácidos, monossacarídeos e glicerol.

Em segundo lugar, estes componentes (e o líquido) são absorvidos para a circulação. A digestão é o processo mediante o qual o material alimentar se converte em substâncias que podem ser absorvidas pela circulação. Materiais inúteis, e alguns que inclusive são tóxicos, são eliminados com as fezes.

O aparelho digestivo descreve-se em três secções principais:

1. Cavidade bucal (inclui as glândulas salivares e a faringe)
2. Aparelho digestivo tubular (esófago, estômago, intestino delgado, intestino grosso, recto e ânus)
3. As glândulas digestivas principais (pâncreas, fígado e vias biliares)

APARELHO DIGESTIVO

A estrutura microscópica do tubo digestivo reflecte as alterações funcionais e sequenciais que o alimento experimenta, à medida que é impulsionado desde a boca até ao ânus por ondas de contracção muscular involuntária (movimentos peristálticos).

O alimento é digerido, à medida que passa pelo tubo digestivo, por enzimas contidas em fluídos de composição iónica e pH apropriados, e segregadas pelas mucosas.

Com excepção da cavidade oral, a estrutura histológica do tubo digestivo apresenta um plano de organização comum, ao longo de todo o seu comprimento (Neutra,1983).

1. CAVIDADE ORAL:

A digestão começa na cavidade oral (apêndice I, figura 2) com a ingestão, fragmentação e humedecimento do alimento, mas, além de seu papel na digestão, a cavidade oral está envolvida na fala, expressão facial, recepção sensitiva e respiração. As principais estruturas da cavidade oral são os lábios, dentes, mucosa oral e as glândulas salivares associadas.

A mastigação é o processo pelo qual o alimento ingerido se torna adequado para a deglutição. A mastigação envolve movimentos coordenados da mandíbula e a acção de corte e trituração dos dentes, mas também a actividade dos lábios e língua, que continuamente redireccionam o alimento entre as superfícies de oclusão dos dentes. O componente da saliva humedece e lubrifica o processo de mastigação, enquanto que o muco salivar ajuda a ligar o bolo alimentar pronto para a deglutição.

Toda a cavidade oral é revestida por uma túnica mucosa protectora, a mucosa oral, que possui vários receptores sensitivos, incluindo os receptores gustativos da língua e numerosas pequenas glândulas salivares acessórias dos tipo seroso e mucoso que são distribuídas na submucosa. O epitélio da mucosa oral é do tipo pavimentoso estratificado que tende a ser queratinizado em áreas sujeitas a considerável atrito, como o palato. É sustentado por tecido conjuntivo denso, a lâmina própria.

1.1. LÁBIOS:

Cada lábio pode-se dividir em três regiões (Farbman, 1983; Ham e Cormack, 1983; Gartner e Hiatt, 1997): superfície externa, zona vermelha e superfície mucosa (interna, húmida).

A superfície exterior é constituída por pele que contém folículos pilosos, glândulas sebáceas e sudoríparas.

Nos humanos, o lábio tem uma zona vermelha entre a superfície exterior e a superfície da mucosa no interior. Esta zona de transição é coberta por uma pele modificada, constituída por um epitélio muito grosso, embora menos cornificado que a epiderme. A lâmina própria é caracterizada por papilas dermais proeminentes e vasculares, que penetram profundamente no epitélio. Porque o grau de queratinização é menor que na epiderme, o epitélio é translúcido e apresenta-se cor-de-rosa devido à vascularização da lâmina própria. As papilas dermais são muito enervadas, o que confere grande sensibilidade aos lábios, particularmente ao tacto e ao estímulo termal (Farbman, 1983).

A zona vermelha não contém glândulas, pelo que a sua superfície deverá ser humedecida pela língua para evitar lábios "gretados" ou "rachados" (Ham e Cormack, 1983).

Da lâmina própria partem muitas fibras elásticas que se estendem até ao músculo que forma a maior parte do lábio. Entre essas fibras existem várias glândulas mucosas – glândulas labiais (Farbman, 1983).

A superfície mucosa (interna) está sempre húmida e é revestida por um epitélio estratificado não queratinizado. O tecido conjuntivo subepitelial é do tipo colageneoso denso de distribuição irregular, e alberga numerosas glândulas salivares menores, na sua maior parte produtoras de muco (Gartner e Hiatt, 1997).

1.2. BOCHECHAS:

A mucosa das bochechas apresenta uma espessura razoável, com um epitélio não-queratinizado e uma lâmina própria contendo fibras elásticas soltas ou dispostas em feixes, que se estende para o interior do epitélio sob a forma de papilas elevadas (Farbman, 1983).

Abaixo da lâmina própria, existe a submucosa contendo tecido adiposo e glândulas mucosas.

Várias fibras elásticas da lâmina própria penetram através da submucosa unindo-se ao tecido fibroelástico associado ao músculo que é o principal componente da parede desta região (Ham e Cormack, 1983).

1.3. PALATO DURO:

O palato duro constitui a maior parte do céu-da-boca separando-a da cavidade nasal. É rodeado anteriormente e lateralmente por cristas alveolares e posteriormente tem continuação com o palato mole.

Na linha média do palato, existe uma elevação linear que termina anteriormente numa papila, chamada papila incisiva. Na parte anterior e lateral desta elevação, o palato duro tem um aspecto enrugado, devido a várias cristas ou rugas palatinas.

A dura e resistente membrana mucosa que cobre o palato duro está fortemente ligada ao osso, devido a trabéculas de tecido conjuntivo que atravessam a lâmina própria até à submucosa e desta até ao periósteo, não permitindo a sua mobilidade.

A submucosa do palato é dividida em duas regiões (Farbman, 1983): a anterolateral que contém tecido adiposo e a posteriolateral com muitas glândulas mucosas. Esta camada apresenta muitos vasos sanguíneos e nervos, que se distribuem pelo palato e pela gengiva adjacente.

O epitélio do palato duro (paraqueratinizado) possui um estrato córneo composto por dez camadas de células (Farbman, 1983)

1.4. PALATO MOLE:

O palato mole é móvel e consiste numa dobra muscular que representa a continuação do palato duro, encontrando-se suspenso, posteriormente, a partir dele. Apresenta uma cor vermelha que o diferencia comparativamente com a cor pálida do palato duro.

Este palato estende-se numa estrutura em prateleira, a qual separa a cavidade nasal da cavidade oral. Uma estrutura cónica pendular, a úvula, encontra-se pendurada no meio do bordo inferior do palato mole. O epitélio é estratificado pavimentoso não queratinizado. A lâmina própria está fortemente ligada ao músculo adjacente, estriado e muito enervado.

O palato mole é importante na sucção e deglutição, auxiliando também, a transmissão de sons (Farbman, 1983; Ham e Cormack, 1983).

1.5. LÍNGUA:

É constituída por fibras musculares interlaçadas a três dimensões (característica única em todo o corpo). Desempenha um papel importante na transmissão de sons e nos processos de mastigação, na sucção e deglutição.

Anatomicamente encontra-se dividida em duas partes desiguais: a anterior ou porção oral (corpo) – representa dois terços do total e é móvel e livre e situa-se na cavidade bucal e a posterior ou porção faríngea (base) – está presa à parte inferior da boca e ao osso pela sua musculatura extrínseca (apêndice XV Fig.15).

Neste órgão devem ser, fundamentalmente, considerados os seguintes três aspectos estruturais (Farbman, 1983; Junqueira e Carneiro, 1990):

- Entre as regiões anterior e posterior, existe uma divisão em forma de V, o sulco terminal. No ápice do sulco, ao nível da linha média, está presente uma pequena depressão, o *foramen cecum* (fig.4).
- Os nervos sensoriais das duas regiões são diferentes.
- A parte posterior é bastante lisa, enquanto a anterior tem papilas filiformes e fungiformes.

A face ventral da língua apresenta uma fina membrana mucosa constituída por epitélio não-queratinizado e tecido conjuntivo denso. Não existe submucosa entre a lâmina própria e o músculo intrínseco.

Por sua vez, a face dorsal e anterior é coberta maioritariamente por papilas filiformes, cónicas e estreitas, com cerca de 2 a 3mm de altura. Estas papilas são levemente encurvadas, apontando para a faringe. A região central de cada papila apresenta tecido conjuntivo, a partir do qual existem, muitas vezes, papilas secundárias. Na maioria dos mamíferos, incluindo o Homem, o epitélio das papilas filiformes é normalmente queratinizado.

Espalhadas entre as papilas filiformes, particularmente perto da extremidade da língua, existem papilas fungiformes (em forma de cogumelo), mais altas que as filiformes e apresentando na superfície superior corpúsculos ou botões gustativos. São constituídas por tecido conjuntivo e epitélio não-queratinizado, sendo mais vascularizadas e enervadas que as filiformes.

Na parte posterior da língua, ao longo e em frente do sulco terminal, existem sete a quinze papilas valadas ou circunvaladas, mais largas do que as fungiformes, mas que não se projectam acima do nível geral da mucosa. Cada papila valada é rodeada por um sulco profundo e circular. É nestas papilas que se concentram a maior parte dos corpúsculos gustativos. Debaixo destas papilas, existem pequenas glândulas salivares (glândulas Von Ebner) (Farbman, 1983).

Nas faces laterais da língua, ao nível da junção entre a região anterior e a posterior, encontra-se uma região em forma oval levemente saliente da membrana mucosa contendo vários sulcos ou fendas. As dobras da membrana mucosa entre os sulcos constituem as

chamadas papilas folheadas. Estas papilas são virtualmente ausentes ou severamente atenuadas nos humanos (Farbman, 1983).

A membrana mucosa da base da língua é bastante lisa e regular, sendo caracterizada pela presença de um par de grandes inchaços causados por massas de tecido linfóide subjacentes, que constituem as tonsilas linguais ou amígdalas linguais (Farbman, 1983; Junqueira e Carneiro, 1990).

1.6. DENTES E PERIODONTO:

Os dentes são na realidade papilas complexas de lâmina própria. Estão incluídos no osso dos maxilares inferior e superior e dispõem-se em dois arcos, dos quais o superior é maior que o inferior, de maneira a que os dentes superiores se sobreponham ligeiramente aos inferiores (Lesson, Lesson e Papparo, 1990). Cada dente insere-se na gengiva por uma cavidade chamada alvéolo. A porção que se projecta para cima da gengiva designa-se coroa e a que se mantém no alvéolo é chamada raiz (Junqueira e Carneiro, 1990).

No ser humano, distinguem-se duas séries de dentes. A primeira dentição é decídua (vinte dentes de leite) que brotam num período aproximado de seis meses aos dois anos de idade, sendo mais tarde substituída por uma dentição permanente que no adulto é constituída por trinta e dois dentes (Gartner e Hiatt, 1997). Em ambas dentições, os dentes têm estrutura similar, sendo formadas por uma porção não calcificada – a polpa – e duas porções calcificadas – o esmalte e a dentina (Gartner e Hiatt, 1997).

Todos os dentes mostram uma estrutura semelhante, apenas a forma dos dentes individuais se modifica para funções específicas, por exemplo, os incisivos para cortar, os molares para triturar. Cada dente (apêndice XV fig.16) tem uma cavidade central – a polpa – que, dentro da raiz, é alongada e termina por um orifício denominado *foramen* apical, pelo qual passam os vasos e nervos. À volta das raízes há uma estrutura fibrosa – o ligamento ou membrana periodontal – que fixa a raiz ao seu alvéolo (Junqueira e Carneiro, 1990).

A união entre a coroa e a raiz do dente é denominada colo ou cérvix (Ham e Cormack, 1983).

Componentes dos dentes

Dentina:

Representa a maior parte do dente e é um tecido calcificado mais duro do que o osso por conter maior teor de sais de cálcio (80% de cristais de hidroxiapatite). As proteínas e as fibras colagéneas que compõem a matriz são sintetizadas pelos odontoblastos, células que revestem a superfície interna da dentina, separando-a da polpa dentária (Lesson, Lesson e Papparo, 1990).

Cada odontoblasto tem um prolongamento citoplasmático que penetra perpendicularmente na dentina, formando os prolongamentos de Tomes. Por sua vez, cada um destes prolongamentos determina a formação de um canalículo na matriz da dentina, os túbulos da dentina (Junqueira e Carneiro, 1990).

A dentina é sensível a diversos estímulos, como o calor, o frio, ácidos e traumatismos. Pensa-se que estes estímulos são recebidos pelas fibras da dentina e são transmitidas às fibras nervosas da polpa (Lesson, Lesson e Papparo, 1990). Ao contrário do osso, a dentina persiste calcificada por longo tempo, mesmo após a destruição dos odontoblastos (Junqueira e Carneiro, 1990).

Esmalte:

Cobre unicamente a coroa do dente, é de origem epitelial e trata-se da estrutura mais rica em cálcio e também a mais dura do corpo. Contém 97% de sais de cálcio. Não apresenta fibras colagéneas na matriz orgânica.

O esmalte é constituído por estruturas alongadas hexagonais, os prismas do esmalte (Ham e Cormack, 1983; Junqueira e Carneiro, 1990). Estes são calcificados, bem como o material cimentante que os une. Assumem várias posições e, começando na dentina, vão em direcção perpendicular à superfície do dente. Na região média, orientam-se em espiral e, finalmente, adoptam a mesma direcção perpendicular (Junqueira, e Carneiro, 1990).

Estas estruturas constituem, sob o ponto de vista histológico, as estrias de Retzius (Gartner e Hiatt, 1997).

Polpa:

Esta porção do dente ocupa a cavidade pulpar e é formada, no jovem, por tecido conjuntivo mucoso e, no adulto, por tecido conjuntivo frouxo. As células predominantes na polpa são fibroblastos de forma estrelada. Dispersas na substância fundamental amorfa, existem fibras colagéneas sem orientação preferencial. A polpa é um tecido ricamente enervado e vascularizado (Junqueira e Carneiro, 1990).

Podem aparecer, no centro da polpa, sais de cálcio chamados cálculos da polpa ou dentículos (Gartner e Hiatt, 1997).

Circundando a polpa, encontram-se odontoblastos que a separam da dentina (Junqueira e Carneiro, 1990).

Periodonto:

São as estruturas responsáveis pela fixação dos dentes nos ossos maxilar e mandibular. Correspondem a: cimento, ligamento periodontal e osso alveolar (Junqueira e Carneiro, 1990).

Cimento:

Este cobre a dentina da raiz do dente, e serve para unir o dente ao ligamento periodontal. Este tecido cobre a dentina da raiz e tem estrutura semelhante à do osso, ainda que não apresente sistemas de Havers, nem vasos sanguíneos. O cimento é mais espesso na região apical da raiz e apresenta, neste ponto, células com aspecto de osteócitos – cimentócitos. Encontram-se enclausurados em lacunas e intercomunicam-se por canalículos (Lesson, Lesson e Papparo, 1990).

Na extremidade da raiz, a produção de cimento é contínua. É importante para manter o tamanho da raiz e garantir a articulação do dente (Junqueira e Carneiro, 1990).

Ligamento periodontal:

Este ligamento está localizado entre o cimento da raiz e o osso alveolar. É formado por tecido conjuntivo denso que une o cimento dentário ao osso alveolar, permitindo, no entanto, ligeiros movimentos do dente dentro dos alvéolos. As fibras colagéneas deste ligamento estão orientadas de modo a transformar as pressões exercidas durante a mastigação em tracções.

Assim, as pressões não são exercidas sobre o osso evitando a sua reabsorção (Lesson, Lesson e Papparo, 1990).

Devido à alta taxa de renovação de colagéneo, qualquer processo que evite a sua síntese, nomeadamente a deficiência em vitamina C, pode provocar a atrofia e degeneração deste ligamento, patologia que em casos extremos pode originar doenças graves, como o escorbuto (Ham e Cormack, 1983; Junqueira e Carneiro, 1990).

Lâmina dura ou osso alveolar:

Está em contacto directo com o ligamento periodontal, sendo formado por tecido ósseo imaturo, no qual as fibras colagéneas não estão dispostas em formações lamelares típicas. As fibras colagéneas do ligamento periodontal formam feixes que penetram no osso e no cimento, inserindo-se nessas estruturas (Junqueira e Carneiro, 1990).

Gengiva:

A gengiva é formada por uma lâmina própria de tecido conjuntivo denso e um epitélio estratificado pavimentoso. Divide-se em gengiva inserida que compreende uma zona em que a lâmina própria está firmemente inserida no periósteo e o epitélio bem queratinizado, e gengiva marginal localizada junto à coroa dentária que apresenta uma parte queratinizada (vertente livre) e outra não queratinizada (vertente dentária). O epitélio da vertente dentária, epitélio gengival, está em parte aderente ao dente, sendo nesta região denominado epitélio funcional (Junqueira e Carneiro, 1990).

2. FARINGE:

A faringe consiste numa câmara em forma cónica, fazendo parte tanto do aparelho digestivo como do respiratório. Conduz o alimento da cavidade oral ao esófago, e o ar das fossas nasais à laringe.

É dividida em três porções. A nasofaringe que se situa acima do nível do palato mole e é revestida por um epitélio ciliado pseudoestratificado, como as cavidades nasais, a orofaringe que continua na laringofaringe que abre para o interior do esófago. Estas últimas são revestidas por epitélio não-queratinizado pavimentoso estratificado, de forma semelhante à cavidade oral.

O epitélio da faringe sobrepõe-se a uma camada de tecido conjuntivo denso com abundantes fibras elásticas e colagéneas. Em algumas zonas da faringe, encontra-se uma

camada espessa de fibras elásticas e, exteriormente a esta, músculo estriado – músculos longitudinais constritores da faringe.

O epitélio possui glândulas que, por vezes, se estendem até à camada muscular.

Na linha média da faringe, encontra-se a *tonsila faríngea*, composta por nódulos linfáticos, divididos por tecido linfático frouxo que se situa sob o epitélio de revestimento da nasofaringe (Ham e Cormack, 1983; Junqueira e Carneiro, 1990).

3. Aparelho digestivo tubular:

O tubo digestivo está formado basicamente por quatro partes e órgãos principais (esófago, estômago, intestino delgado e intestino grosso), separados entre si por válvulas ou esfíncteres musculares e envolvidos por quatro camadas: mucosa, submucosa, muscular própria e adventícia ou serosa (Lesson, Lesson e Papparo, 1990).

3.1. MUCOSA:

Esta camada mais interna é formada por três componentes:

- O epitélio que pode ser protector, como por exemplo o epitélio estratificado pavimentoso do esófago e ânus, pode ser secretor, como no epitélio mucoso do estômago e ainda absorvente, como o epitélio cilíndrico dos intestinos.

  Além do epitélio tipicamente secretor que reveste o estômago, podem encontrar-se distribuídas por todo o epitélio células secretoras como as que surgem nos intestinos (células caliciformes) (Ham e Cormack, 1983). Ao nível do intestino delgado, a mucosa projecta-se para dentro do lúmen do tubo – evaginação – apresentando pregas em forma de dedos, denominadas vilosidades.

  As invaginações glandulares aumentam muito a capacidade de segregação, enquanto as evaginações (vilosidades) aumentam a superfície de absorção efectiva (Neutra, 1983).
- Lâmina própria ou estroma é constituída por tecido conjuntivo frouxo, vascularizado e rico em células imunocompetentes (linfócitos e macrófagos). São frequentes acumulações de células linfóides e nódulos linfáticos no estroma, o que confere a esta camada um papel importante nas respostas imunológicas do organismo (Neutra, 1983; Ham e Cormack, 1983). É um tecido rico em fibras colagéneas, reticulares e, em alguns locais, fibras elásticas.

A lâmina própria possui capilares sanguíneos e linfáticos próximos à superfície epitelial, principalmente nas vilosidades (Neutra, 1983; Ham e Cormack, 1983).

- Muscular da mucosa que é constituída por duas camadas relativamente finas de músculo liso, mais uma quantidade variável de tecido elástico. Na camada mais interna as fibras musculares encontram-se dispostas circularmente e, na mais externa, longitudinalmente.

  Pequenos feixes de fibras musculares lisas partem da muscular da mucosa em direcção à membrana basal do epitélio (Ham e Cormack, 1983).

  A sua contractilidade produz pregas na membrana da mucosa e no intestino delgado. A sua contracção modifica a extensão das vilosidades ajudando dessa forma a digestão e absorção (Lesson, Lesson e Papparo, 1990).

3.2. SUBMUCOSA:

É um tecido conjuntivo denso com muito menos células que a lâmina própria, mas normalmente contendo também acumulações de tecido linfático (Neutra, 1983; Ham e Cormack, 1983). É rica em vasos sanguíneos de maior calibre, cujas fibras elásticas conferem elasticidade a esta camada.

Também existem glândulas, com origem no epitélio, que se estendem pela submucosa, como acontece no esófago e no duodeno.

Apresenta, igualmente, um plexo de fibras nervosas – plexo de Meissner ou plexo submucoso – que se ramifica até à mucosa e muscular própria (Ham e Cormack, 1983; Gartner e Hiatt, 1997).

3.3. MUSCULAR PRÓPRIA:

Contém duas camadas de músculo. Este músculo é liso em todas as partes, excepto no esófago superior e no esfíncter anal onde é composto por fibras musculares esqueléticas.

As fibras musculares da camada mais interna estão dispostas circularmente à volta do tubo (camada circular interna), na camada mais externa, as fibras estão dispostas longitudinalmente ao longo do tubo (camada longitudinal externa).

As contracções da camada circular comprimem o tubo e, simultaneamente, as contracções da camada longitudinal encurtam o tubo (Neutra, 1983). Estas contracções permitem que os alimentos sejam conduzidos da faringe até ao ânus, através de movimentos peristálticos (ondas de contracção). Existem dois tipos de contracção: uma lenta e suave e outra vigorosa e

rápida, esta última denominada movimento peristáltico rápido (Lesson, Lesson e Papparo, 1990).

Os movimentos peristálticos são controlados por plexos de fibras nervosas, situadas entre as camadas circular interna e longitudinal externa da muscular. Este plexo é denominado plexo de Auerbach ou plexo mioentérico (Ham e Cormack, 1983; Gartner e Hiatt, 1997).

3.4. SEROSA OU ADVENTÍCIA:

A quarta e mais externa camada da parede do tubo digestivo, possui características de membrana serosa, isto é, consiste em tecido conjuntivo frouxo recoberto por uma camada única de células pavimentosas mesoteliais e conhecida como serosa. Em algumas zonas do tubo, o tecido conjuntivo não é recoberto por mesotélio. No entanto, mistura-se com o tecido conjuntivo associado às estruturas circundantes, formando uma série de camadas de tecido conjuntivo. A este conjunto de camadas dá-se o nome de adventícia (Neutra, 1983).

As membranas de mesentério são revestidas em ambas as superfícies por mesotélio, e possuem uma parte central composta por tecido conjuntivo frouxo contendo um número variável de células adiposas, vasos sanguíneos e linfáticos e os nervos que são conduzidos ao intestino (Ham e Cormack, 1983).

4. ESÓFAGO:

Com cerca de vinte e cinco centímetros de comprimento, o esófago consiste numa passagem tubular para o bolo alimentar, constituído após digestão na boca dos alimentos ingeridos.

Devido à camada circular do músculo, a mucosa projecta, temporariamente, pregas longitudinais que fecham o lúmen do esófago, no estado de repouso. Quando o bolo alimentar atravessa o esófago, estas pregas aplanam (Farbman, 1983).

A mucosa é revestida por um epitélio estratificado pavimentoso não -queratinizado. No entanto, em animais que se alimentem de materiais ásperos (herbívoros), é normal encontrar-se do tipo queratinizado. Entre as células epiteliais encontram-se intercaladas células de Langerhans, que reconhecem antigenes, fagocitam-nos e levam-nos até aos gânglios linfáticos, onde se inicia a produção de linfócitos específicos para esses antigenes.

A lâmina própria contém as glândulas esofágicas, as quais se encontram localizadas em maior número quer junto à faringe, quer na união do esófago com o estômago (glândulas

esofágicas do cárdias). Estas glândulas produzem muco que reveste e lubrifica o interior do esófago, protegendo-o aquando da passagem do bolo alimentar até ao estômago.

A muscular da mucosa consiste numa capa de fibras de músculo liso orientadas em sentido longitudinal, que se torna mais grossa à medida que se aproxima do estômago.

A submucosa é composta por tecido conjuntivo fibroelástico denso, que alberga as glândulas esofágicas propriamente ditas (com células mucosas e serosas). O plexo submucoso encontra-se na vizinhança da camada circular da muscular própria (Farbman, 1983; Gartner e Hiatt, 1997).

Na camada muscular das extremidades superior e inferior deste órgão, existem dois esfíncteres que consistem numa camada espessada de fibras musculares circulares. Tratam-se do esfíncter faringoesofágico, que impede o refluxo do alimento do esófago para a faringe e do esfíncter gastroesofágico que impede o retrocesso do bolo alimentar do estômago para o esófago (Farbman, 1983; Gartner e Hiatt, 1997).

Dado que o início da deglutição é um acto voluntário, as fibras musculares localizadas na porção mais superior do tubo são esqueléticas. No segmento intermédio do tubo, encontram-se de forma intercalar, fibras musculares estriadas e lisas, enquanto que na parte inferior apenas está presente músculo liso. Este continua pelo estômago até ao intestino e ânus.

A adventícia é constituída por tecido conjuntivo frouxo com muitos vasos sanguíneos e linfáticos e nervos. A dois ou três centímetros do estômago, a adventícia é rica em fibras elásticas que ligam o esófago ao diafragma (Farbman, 1983).

5. ESTÔMAGO:

Representa uma dilatação do tubo digestivo e tem como função segregar fluídos digestivos que liquefazem o bolo alimentar e prosseguem a sua digestão. O alimento entra no estômago em forma de bolo de material semi-sólido, mastigado e humedecido em parte pela saliva, mas sai dele em forma intermitente depois de um período de três a quatro horas como uma massa pastosa semilíquida chamada de quimo. A grossa capa muscular do estômago actua para abordar o bolo alimentar e misturá-lo por completo com os sucos digestivos secretados por este órgão. O suco gástrico contém ácido clorídrico, enzimas e muco. Uma das enzimas, a pepsina, num meio ácido inicia a digestão das proteínas e a lipase inicia a digestão das gorduras (Lesson, Lesson e Papparo, 1990).

Possui um orifício de entrada designado de esfíncter esofagogástrico ou cárdia e outro mais poderoso, o esfíncter pilórico, na sua união com o intestino delgado. Acima e à esquerda da cárdia (abertura do esófago) há uma dilatação chamada de fundo, por debaixo da qual está

o corpo do estômago. Este estreita até ao piloro, orifício pelo qual comunica com o duodeno. Todas estas regiões apresentam um idêntico revestimento epitelial superficial glandular, e constituído por células mucosas prismáticas (Lesson, Lesson e Papparo, 1990).

A superfície interna do estômago é caracterizada pela presença de invaginações do epitélio de revestimento para dentro da lâmina própria, formando depressões microscópicas denominadas orifícios ou fossetas gástricas (Junqueira e Carneiro, 1990) (apêndice XV fig.17). A membrana mucosa do estômago é constituída por um elevado número de glândulas que se abrem no fundo dessas fossetas – glândulas gástricas. As três regiões do estômago acima descritas, distinguem-se por possuírem glândulas gástricas com estrutura diferente, conforme a região. Mas em todas as regiões do estômago, as fossetas gástricas têm sempre a mesma estrutura. As glândulas gástricas localizam-se sempre na lâmina própria, nunca passando da muscular da mucosa para vir ocupar a submucosa.

A lâmina própria do estômago é constituída por tecido conjuntivo frouxo, entremeado por fibras musculares lisas e fortemente infiltrado por células linfóides.

A muscular da mucosa é relativamente espessa e constituída por duas ou três camadas de músculo liso. Na direcção do lúmen, partem da muscular da mucosa, fibras musculares lisas que penetram na lâmina própria e quando se contraem formam pregas na superfície interna do estômago. A contracção muscular intervém na compressão das glândulas do estômago e na eliminação da sua secreção.

Segundo Neutra (1983), a membrana mucosa do estômago, quando lesada, regenera-se. As células do colo das glândulas apresentam intensa actividade mitótica de onde se originam duas correntes de células. Uma dirige-se para a superfície da membrana mucosa e diferenciam-se em células mucosas de revestimento. Este processo é relativamente rápido, estimando-se que a renovação destas células seja aproximadamente de cinco dias, o que pode indicar que a camada epitelial do estômago tem, pois, uma vida curta. A outra corrente de células, resultante das mitoses das células do colo, desloca-se em direcção oposta, e diferenciam-se, lentamente, em células parietais (produtoras de ácido clorídrico) e zimogénicas (produtoras de pepsina) (apêndice XV fig.18). Esta regeneração da porção secretora das glândulas gástricas não se processa tão rapidamente, dado o processo de diferenciação ser bastante lento (Ham e Cormack, 1983).

A submucosa é constituída por tecido conjuntivo rico em vasos sanguíneos e linfáticos e está infiltrada por células linfóides e mastócitos (apêndice XV fig.18).

A muscular própria é constituída por fibras dispostas em hélice e orientadas em três direcções diferentes: a camada externa é longitudinal, a média é circular e a interna é oblíqua (apêndice XV fig.18).

A camada serosa é delgada e coberta por mesotélio (Junqueira e Carneiro, 1990).

5.1. Região do Cárdia:

Localiza-se na transição entre o esófago e o estômago. É constituída por uma mucosa estreita disposta circularmente. A lâmina própria apresenta glândulas tubulosas, que podem ser ramificadas ou não. A porção terminal destas glândulas é frequentemente enovelada. As suas células secretoras são mucosas e a luz das glândulas é ampla. Estas glândulas são semelhantes às glândulas cárdicas da porção terminal do esófago (Junqueira e Carneiro, 1990).

5.2. Regiões do Corpo e do Fundo:

Apresentam a lâmina própria completamente preenchida por glândulas tubulosas ramificadas – glândulas gástricas ou fúndicas. Nelas distinguem-se três regiões: o istmo, o colo e a base. Estas glândulas são formadas por vários tipos de células: células mucosas do istmo e do colo, células parietais ou oxínticas, células zimogénicas ou principais e células entero-endócrinas (Ham e Cormack, 1983; Junqueira e Carneiro, 1990).

Células mucosas do istmo:

Encontram-se na região superior da glândula, na transição entre o istmo e a fosseta gástrica. Estas células parecem-se com as células epiteliais do revestimento do estômago, sendo, no entanto, mais baixas e apresentando menos grânulos mucosos no seu citoplasma. Posteriormente, as células mucosas do istmo diferenciam-se em células epiteliais de revestimento (Ham e Cormack, 1983; Junqueira e Carneiro, 1990).

Células parietais ou oxínticas:

Estas células estão presentes principalmente na região do colo, sendo mais raras na base das glândulas. São arredondadas ou piramidais, com um núcleo central esférico, e com um citoplasma intensamente acidófilo.

As células parietais são responsáveis pela produção do ácido clorídrico presente no suco gástrico. Existe uma estreita correlação entre o número de células parietais e a capacidade do estômago em segregar ácido. Para além do ácido clorídrico a 0,16 M, estas células produzem cloreto de potássio a 0,07 M, pequenas quantidades de outros electrólitos e pouquíssima quantidade de matéria orgânica. O ácido segregado tem origem a partir de cloretos presentes no sangue e protões (H^+) resultantes da acção de uma enzima – a anidrase carbónica – localizada na célula. O citoplasma destas células é preenchido por um grande número de mitocôndrias, dado apresentarem um elevado metabolismo, nomeadamente, na produção de ácido clorídrico (Junqueira e Carneiro, 1990).

A característica ultraestrutural mais relevante destas células consiste nas invaginações do seu ápice para formar canalículos intracelulares profundos e revestidos por microvilosidades (Gartner e Hiatt, 1997).

Células mucosas do colo:

Segundo Junqueira e Carneiro (1990), estas células, de forma cilíndrica, encontram-se no colo da glândula em número reduzido e localizam-se entre as células parietais. Estão presentes em maior número no istmo das glândulas, não sendo similares às células epiteliais de revestimento, pois, apresentam características morfológicas e histoquímicas diferentes. Evidenciam numerosas gotículas de muco, particularmente próximo ao ápice da célula, por onde a sua secreção é libertada (Ham e Cormack, 1983). Apresentam microvilosidades curtas, núcleos localizados na base e retículo endoplasmático rugoso e complexo de Golgi bem desenvolvidos (Gartner e Hiatt, 1997).

Células principais ou zimogénicas:

São predominantes na base das glândulas, apresentando forma cilíndrica, com núcleos localizados na base da célula e grânulos de secreção situados ao nível apical. Estes grânulos contêm, entre outras, a proenzima pepsinógeno. Tal como as anteriores, as células zimogénicas apresentam retículo endoplasmático rugoso e aparelho de Golgi bem desenvolvidos e possuem microvilosidades curtas (Ham e Cormack, 1983; Gartner e Hiatt, 1997).

Células endócrinas do tubo digestivo (entero-endócrinas):

Encontram-se individualmente entre as outras células epiteliais da mucosa gástrica. Segregam hormonas que, por vezes, se assemelham aos neurotransmissores do sistema nervoso central.

Existe pouca informação a respeito da importância da secreção e da diversidade de localização destas células, que podem considerar-se divididas em dois tipos: as que atingem o lúmen, constituindo as de tipo aberto, e as que não o conseguem, sendo designadas de tipo fechado (Gartner e Hiatt, 1997).

5.3. Região Pilórica:

É uma região constituída por três partes: antro, canal pilórico e piloro. Esta região apresenta fossetas gástricas muito profundas, nas quais se abrem glândulas tubulosas simples ou ramificadas, muito semelhantes às da região do cárdia. Todavia, nesta região aparecem fossetas longas e glândulas curtas, ao contrário do que ocorre na região cárdica. As glândulas da região pilórica contêm células específicas (células G) produtoras do polipéptido denominado gastrina, que estimula a secreção das células parietais existentes na região do corpo e fundo (Gartner e Hiatt, 1997).

Segundo Junqueira e Carneiro (1990), as células predominantes no piloro são as células mucosas do colo que, para além de muco, produzem a enzima bactericida – lisozima.

6. INTESTINO DELGADO:

É a porção do tubo digestivo onde ocorrem os processos finais da digestão dos alimentos, iniciando-se o mecanismo de absorção dos produtos de digestão.

É um órgão bastante longo, variável de espécie para espécie (com cerca de seis metros no Homem), o que permite uma acção mais prolongada das enzimas digestivas.

Apresenta-se dividido em três porções com características próprias, apesar de apresentarem um plano estrutural comum: duodeno, jejuno e íleo (Gartner e Hiatt, 1997). Duodeno de apenas 20 cm de comprimento, está relativamente fixo à parede abdominal posterior, já que não possui mesentério na maior parte do seu comprimento. O resto do intestino delgado divide-se em jejuno, que compreende 2/5 do comprimento, e íleo, que abarca os 3/5 restantes. O jejuno e o íleo estão suspensos na parede abdominal pelo mesentério, até a parte terminal do íleo voltar a estar fixa à parede abdominal posterior.

Quando observado a olho nu, o revestimento interno do intestino delgado apresenta uma série de pregas, de forma semilunar, circular ou espiral, que constituem dobras da mucosa e da submucosa (apêndice XV fig.19).

A observação ao microscópio revela a presença, na superfície dessas pregas, de vilos ou vilosidades intestinais (apêndice XV fig.20), com um comprimento que pode variar entre 0,5 e 1,5 mm (Gartner e Hiatt, 1997). Estas estruturas são evaginações da membrana mucosa (epitélio e lâmina própria), que se projectam para o lúmen do intestino delgado.

No duodeno, as vilosidades têm forma foliada, enquanto no íleo assumem um aspecto digitiforme (Ham e Cormack, 1983).

Na mucosa do intestino delgado observam-se orifícios entre os pontos de inserção das vilosidades intestinais, que comunicam com glândulas tubulosas simples, as glândulas intestinais ou de Lieberkuhn. Verifica-se existir uma continuidade entre o epitélio das glândulas intestinais e o revestimento das vilosidades. Este epitélio é bastante indiferenciado na porção basal das glândulas, diferenciando-se gradualmente à medida que se caminha em direcção à extremidade da vilosidade intestinal.

A renovação do epitélio intestinal processa-se com grande rapidez, devido à alta actividade mitótica das células da porção basal das glândulas. As células assim formadas deslizam em direcção às vilosidades intestinais, subindo por elas e desprendendo-se sob a forma de capuz na sua extremidade. No Homem, este processo de substituição dura cerca de cinco dias, e aproximadamente 30g de epitélio de intestino delgado são renovados por dia (Junqueira e Carneiro, 1990).

A lâmina própria do intestino delgado penetra nas vilosidades intestinais, e é formada por tecido conjuntivo frouxo, contendo vasos sanguíneos e linfáticos, fibras nervosas e fibras musculares lisas, responsáveis pelos movimentos rítmicos das vilosidades, importantes na absorção (Ham e Cormack, 1983). Logo, abaixo do epitélio, encontra-se também uma camada de células produtoras de anticorpos com importante função imunoprotectora.

Na porção inicial do duodeno, a submucosa apresenta agregados de glândulas tubulosas, ramificadas e enoveladas, que se abrem nas glândulas intestinais e constituem as glândulas duodenais ou de Brunner. As suas células são do tipo mucoso e produzem uma secreção (glicoproteinas neutras) alcalina (pH 8,2 e 9,3), que confere protecção à mucosa duodenal contra a acidez do suco gástrico. Para além disso, é responsável pelo pH óptimo para a actuação das enzimas pancreáticas. As células das glândulas de Brunner sintetizam urogastrona, hormona que inibe a secreção do ácido clorídrico pela mucosa do estômago (Junqueira e Carneiro, 1990; Gartner e Hiatt, 1997).

Na submucosa intestinal, é também frequente a presença de nódulos linfáticos isolados. Ocasionalmente, alguns destes nódulos agregam-se, formando as chamadas placas de Peyer, as quais encontram-se exclusivamente no íleo (Junqueira e Carneiro, 1990; Gartner e Hiatt, 1997).

Os vasos sanguíneos que nutrem o intestino e transportam os nutrientes absorvidos perfuram a camada muscular e formam um plexo na sub mucosa, de onde partem ramos para a camada muscular, sub mucosa, lâmina própria e pilosidades. Cada vilosidade recebe, dependendo do seu tamanho, um ou mais ramos, formando uma rede capilar logo, abaixo do seu epitélio. A partir da rede capilar existente na extremidade das vilosidades, têm origem numa ou mais vénulas que seguindo em direcção oposta, alcançam as veias do plexo submucoso. Os vasos linfáticos do intestino originam-se no centro das vilosidades, sob a forma de um delgado tubo de fundo cego. Estas estruturas têm calibre superior ao dos vasos sanguíneos, sendo, no entanto, pouco visíveis, dado apresentarem frequentemente as suas paredes colapsadas. Os vasos linfáticos formam um plexo na região da lâmina própria, dirigindo-se para a submucosa, onde se expandem em torno de nódulos linfáticos (Junqueira e Carneiro, 1990).

Os componentes nervosos do intestino são formados, principalmente, por plexos nervosos – submucosos e mioentérico – e por fibras pré-ganglionares parassimpáticas e fibras pós-ganglionares simpáticas. Os plexos constituem a parte intrínseca da enervação intestinal, enquanto as fibras pré e pós-ganglionares formam a enervação extrínseca (Junqueira e Carneiro, 1990).

No intestino delgado completa-se o processo de digestão dos alimentos e os produtos resultantes são absorvidos (Gartner e Hiatt, 1997). A digestão dos lípidos ocorre graças à acção da bílis (emulsionação dos lípidos) e da lipase pancreática. No Homem, a absorção da maior parte dos lípidos dá-se no duodeno e porção superior do jejuno.

Os aminoácidos e monossacarídeos que resultam da digestão de proteínas e glúcidos, respectivamente, são absorvidos pelas células epiteliais mediante um processo de transporte activo.

A presença de pregas, vilosidades e microvilosidades aumentam de forma muito significativa a superfície da parede intestinal, característica essencial num órgão onde ocorre tão intensa absorção (Junqueira e Carneiro, 1990; Gartner e Hiatt, 1997).

Para o eficaz funcionamento do intestino, torna-se também importante o movimento rítmico das vilosidades, devido à contracção das células musculares lisas presentes no eixo dessas estruturas. As vilosidades contraem-se assim rítmica e independentemente umas das

outras, várias vezes por minuto. A frequência das suas contracções é aumentada durante a digestão e em jejum são muito reduzidas. Deste modo, o movimento das vilosidades possui um importante papel no processo de absorção (Junqueira e Carneiro, 1990).

A mucosa do intestino delgado é formada por vários tipos de células, sendo as mais comuns as células intestinais prismáticas (ou absortivas), seguidas das células caliciformes, células de Paneth e células enteroendócrinas produtoras de polipéptidos.

Células absortivas:

São colunares ou prismáticas e caracterizam-se por apresentarem uma condensação na sua superfície apical – a cutícula – que corresponde a uma camada de microvilosidades densamente agrupadas (cerca de 300 microvilosidades em cada célula) (Ham e Cormack, 1983; Junqueira e Carneiro, 1990). Estas estruturas aumentam a superfície de contacto dos intestinos com o alimento, adquirindo, consequentemente, um importante significado fisiológico. A cutícula é o local onde actuam as dissacaridases, que hidrolisam os dissacarídeos em monossacarídeos, compostos facilmente absorvidos. Nesta estrutura, localizam-se também as dipeptidases, que hidrolizam os dipéptidos nos seus aminoácidos componentes. Todavia, a principal função das células intestinais prismáticas consiste na absorção dos metabolitos resultantes do processo digestivo.

Células caliciformes:

Encontram-se distribuídas entre as células absortivas, tendo como principal função produzir glicoproteinas (muco), que lubrificam a superfície interna do intestino delgado. São menos frequentes no duodeno, aumentando de número em direcção ao íleo (Junqueira e Carneiro, 1990; Gartner e Hiatt, 1997).

Células de Paneth:

Estão presentes na porção basal das glândulas intestinais e são células seromucosas tipicamente exócrinas, que sintetizam proteínas. Estas células contêm nos seus grânulos de secreção a enzima lisozima, que é responsável pela digestão da parede de certas bactérias. Assim, graças à sua acção bacteriolítica, esta enzima regula a flora intestinal. As células de Paneth têm uma duração de trinta dias e renovam-se muito mais lentamente do que as células absortivas e caliciformes, que são substituídas cada cinco dias (Ham e Cormack, 1983; Junqueira e Carneiro, 1990).

Células endócrinas:

As células endócrinas, presentes no revestimento epitelial do intestino delgado, são semelhantes às que aparecem na mucosa do estômago. O duodeno é rico em células endócrinas produtoras de colecistoquinina, secretina e outros polipéptidos, contendo também numerosas células argentafins, isto é, células endócrinas com grânulos que possuem afinidade para sais de prata e crómio (Ham e Cormack, 1983; Junqueira e Carneiro, 1990).

7. INTESTINO GROSSO:

Segundo Gartner e Hiatt (1997), o intestino grosso é constituído pelo ceco, apêndice vermiforme, cólon ascendente, cólon transverso, cólon descendente, cólon sigmoide e recto (incluindo o canal anal que termina no ânus) (apêndice fig.9).

Segundo Ham e Cormack (1993), o resíduo não absorvido no intestino delgado é lançado no interior do ceco em estado fluido. No entanto, ao alcançar o cólon descendente o conteúdo adquire a consistência de fezes.

A absorção de água e electrólitos através da membrana mucosa constitui, assim, a principal função do intestino grosso. Além de mais espessa, a membrana mucosa do intestino grosso difere da do intestino delgado por não possuir vilosidades. Consequentemente, as criptas ou glândulas de Lieberkuhn são mais profundas, não contendo células de Paneth (excepto nos jovens), mas possuindo geralmente mais células caliciformes do que as do intestino delgado (Ham e Cormack, 1983).

As células epiteliais superficiais possuem bordos estriados, semelhantes aos do intestino delgado, encontrando-se também presentes, células enteroendócrinas. Contudo, a lâmina própria contém tecido linfático em muito maior quantidade. A muscular da mucosa é pouco desenvolvida e pode estar ausente em algumas áreas. Ela continua somente até à região das pregas longitudinais, e nestas desdobra-se em feixes e finalmente desaparece. Aí a lâmina própria e a submucosa unem-se, apresentando várias proeminências de pequenas veias (Ham e Cormack, 1983).

Não existem criptas de Lieberkuhn no canal anorretal, ao nível da junção do epitélio rectal e anal. O epitélio anal é estratificado pavimentoso não-queratinizado. A sua extremidade externa continua com o epitélio estratificado queratinizado da epiderme, e na sua extremidade interna, com o epitélio simples cilíndrico que reveste o recto. Na junção entre os epitélios anal e rectal, existem glândulas circum-anais. Essas glândulas possuem canais revestidos por um

epitélio estratificado cilíndrico e são do tipo tubular ramificado, porém, com pouca actividade (Gartner e Hiatt, 1997).

No canal anorretal, a membrana mucosa forma uma série de pregas longitudinais conhecidas como criptas rectais ou criptas de Morgani. Na região interior, as criptas adjacentes estão unidas através de pregas. Esta disposição produz uma série de válvulas anais. As concavidades das bolsas assim formadas, são denominadas seios rectais (Ham e Cormack, 1983; Gartner e Hiatt, 1997).

A muscular própria segue o plano geral do intestino. A partir do ceco, as fibras longitudinais da camada muscular encontram-se, na sua maioria, agregadas em três faixas planas, as ténias do cólon. Estas são responsáveis pela formação de saculações na parede intestinal. As três ténias estendem-se do ceco ao recto, onde se separam e se fundem até certo ponto, para formar uma camada muscular, que é mais espessa nas regiões anterior e posterior do recto do que nas suas porções intermédias.

A parede subjacente do recto projecta-se interiormente para formar duas pregas transversais, denominadas plicaturas transversais do recto. A sua função é auxiliar a suportar o peso dos conteúdos rectais, facilitando assim trabalho do esfíncter anal.

As fibras musculares dispostas circularmente formam uma camada mais espessa entre as saculações, do que sobre as mesmas. No canal anal elas encontram-se aumentadas para formar o esfíncter interno do ânus.

Ao longo do cólon e da porção superior do recto, a camada serosa deixa a superfície externa do intestino, a intervalos regulares, para formar pequenas bolsas peritoneais que contêm gorduras. Estas pendem da superfície externa do intestino e são denominadas apêndices epiplóicos (Ham e Cormack, 1983).

O apêndice vermiforme (semelhante a um verme) constitui a extremidade inferior cega, que não cresceu tão rapidamente quanto o restante, e que, em resultado disso, tem o aspecto de um divertículo que origina o ceco.

Em muitos animais, o apêndice vermiforme possui maiores dimensões do que no Homem, proporcionando uma bolsa de tamanho considerável, fora do trajecto principal do intestino, onde a celulose pode ser submetida a digestão prolongada. No Homem, o apêndice é muito curto e possui o lúmen muito estreito para ter semelhante função (Ham e Cormack, 1983).

8. GLÂNDULAS SALIVARES:

Segundo Junqueira e Carneiro (1990), além das glândulas salivares acessórias dispersas por toda a mucosa oral, existem três pares de grandes glândulas salivares que, de acordo com a sua localização, se designam: parótida, submaxilar e sublingual (apêndice fig.10).

Estas glândulas são compostas por unidades morfofuncionais denominadas adenómeros. Cada uma destas unidades é constituída por uma porção secretora (células epiteliais glandulares) e ductos intercalares, estriados e excretores. Na base das células da porção glandular e do ducto intercalar, nota-se a presença de células mioepiteliais (Ham e Cormack, 1983; Junqueira e Carneiro, 1990).

Além dos adenómeros, as glândulas salivares maiores têm tecido conjuntivo rico em fibras colagéneas, de onde partem os septos interlobulares que dividem a glândula em agregados menores de adenómeros: os lóbulos glandulares. Destes septos interlobulares partem fibras que envolvem cada adenómero. Entre elas e as células epiteliais, encontra-se a lâmina basal (Junqueira e Carneiro, 1990).

Os vasos e nervos entram na glândula por uma zona comum denominada hilo e a partir deste ponto ramificam-se, gradualmente, dirigindo-se para os lóbulos e adenómeros. Envolvendo os adenómeros, observa-se uma rica rede capilar.

Os ductos intercalares são muito pouco desenvolvidos e formados por um epitélio simples cúbico, localizando-se entre os ácinos e os ductos estriados. Estes encontram-se dentro dos lóbulos, sendo por isso, também chamados ductos intralobulares. São formados por um epitélio simples prismático (Junqueira e Carneiro, 1990).

Os ductos estriados fundem-se, formando ductos maiores, os ductos extralobulares ou interlóbulos ou excretores. São caracterizados por apresentarem um epitélio de revestimento prismático estratificado, que se transforma em epitélio estratificado pavimentoso, à medida que se aproximam da superfície epitelial (Junqueira e Carneiro, 1990).

A secreção das glândulas salivares constitui a saliva, cujas principais funções são: humedecer e lubrificar toda a mucosa oral, incluindo os lábios; limpar a cavidade oral de restos celulares e alimentos; humedecer o alimento; neutralizar a acidez da cavidade oral, e devido à presença de enzimas (principalmente amilase) digere parte dos glúcidos dos alimentos ingeridos.

8.1. GLÂNDULA PARÓTIDA:

É a maior glândula salivar, com cerca de 20 a 30g (na espécie humana) e produz cerca de 30% da saliva total. É uma glândula acinosa composta, cuja porção secretora é constituída quase unicamente por células serosas (Ham e Cormack, 1983).

A saliva produzida por esta glândula tem concentrações elevadas da enzima ptialina e de IgA secretora.

A cápsula de tecido conjuntivo desta glândula está bem desenvolvida e forma pequenos tabiques, que subdividem a glândula em lóbulos e lobulitos. Possui tecido adiposo (indivíduos a partir dos quarenta anos) que se estende desde o tecido conjuntivo até ao parênquima glândular (Gartner e Hiatt, 1997).

8.2. GLÂNDULA SUBMAXILAR OU SUBMANDIBULAR:

Na espécie humana, pesa cerca de 12 a 15 g e produz cerca de 60% da saliva total (Gartner e Hiatt, 1997).

É uma glândula tubulosa acinosa composta. A porção secretora é constituída por células mucosas e serosas. As células serosas agrupam-se formando ácinos, ou então associam-se às mucosas dos mesmos, onde se colocam excentricamente formando as semi-luas ou crescentes de Gianuzzi. As células serosas são o principal componente desta glândula e distinguem-se das células mucosas pelo seu núcleo esférico e citoplasma basófilo (Junqueira e Carneiro, 1990).

A cápsula de tecido conjuntivo desta glândula é extensa e forma tabiques abundantes que a subdividem em lóbulos e lobulitos. Os seus ductos estriados são mais largos que os das glândulas parótida e sublingual (Gartner e Hiatt, 1997).

Durante a idade madura, manifesta-se a infiltração de gordura nos elementos do tecido conjuntivo do parênquima glândular (Gartner e Hiatt, 1997).

8.3. GLÂNDULA SUBLINGUAL:

É a mais pequena das três glândulas maiores, pesando, no Homem, apenas 2 a 3g e produzindo cerca de 5% da saliva actual. É uma glândula tubulosa acinosa composta, de estrutura semelhante à da glândula mandibular. Não apresenta ácinos constituídos exclusivamente por células serosas, todos são mistos. As células estão sempre agrupadas em posição de semi-lua no fim dos ácinos mucosos (Junqueira e Carneiro, 1990).

A glândula sublingual distingue-se da glândula mandibular por apresentar predomínio das células mucosas (60%) sobre as serosas (30%) (Gartner e Hiatt, 1997).

Esta glândula tem uma cápsula de tecido conjuntivo escasso e o sistema de ductos não forma um ducto terminal (Gartner e Hiatt,1997).

Glândulas digestivas principais

As glândulas digestivas principais são dois grandes órgãos abdominais, o pâncreas e o fígado, que se comunicam com o tubo digestivo por sistemas de condução.

9. FÍGADO:

O fígado é uma enorme glândula, a maior do corpo, pesando cerca de 1500g no adulto da espécie humana. Está situado por baixo do diafragma na parte superior do abdómen. Apresenta uma coloração vermelha-acastanhada, devido principalmente à grande quantidade de vasos sanguíneos. É recoberto por uma fina mas forte cápsula de tecido conjuntivo, frequentemente denominada por cápsula de Gibson, que contém fibras colagéneas e fibroblastos (Jones e Spring-Mills, 1983; Gartner e Hiatt,1987). Encontra-se dividida em quatro partes distintas, o lobo direito, lobo esquerdo, lobo caudado e lobo quadrado (apêndice XV fig.23).

A maior parte desta glândula situa-se do lado direito do corpo, com a sua superfície superior convexa adaptada à superfície inferior do diafragma em forma de cúpula (Gartner e Hiatt,1987).

Segundo Junqueira e Carneiro (1990), o fígado é constituído, principalmente, por células hepáticas ou hepatócitos. Estas células epiteliais agrupam-se em placas que se anastomosam entre si formando unidades morfológicas chamadas lóbulos hepáticos. Cada lóbulo é uma massa prismática poligonal de tecido hepático. Os vários lóbulos encostam-se uns aos outros em quase toda a sua extensão, ficando, nalgumas regiões, separados por vasos sanguíneos e tecido conjuntivo.

As regiões que ocupam os cantos dos polígonos chamam-se espaços porta ou áreas porta (apêndice XV fig.24), que no ser humano não se encontram ligados uns aos outros por septos de tecido conjuntivo (septos interlobulares) (Jones e Spring-Mills, 1983; Junqueira e Carneiro, 1990). Cada espaço porta apresenta no seu interior uma vênula e uma arteríola, que são ramos da veia porta e da artéria hepática, um ducto ou canalículo bilífero e vasos linfáticos envoltos por uma bainha de tecido conjuntivo.

No lóbulo, as células hepáticas dispõem-se em placas orientadas radialmente (cordões hepáticos). Cada placa é constituída por células dispostas numa só camada. Essas placas celulares são perfuradas e frequentemente anastomosam-se no seu trajecto da periferia para o centro do lóbulo, resultando um labirinto complexo, que confere ao lóbulo hepático um aspecto esponjoso (Jones e Spring-Mills, 1983; Junqueira e Carneiro, 1990).

O espaço que fica entre as placas de células hepáticas é ocupado por capilares sinusóides hepáticos. Os sinusóides hepáticos têm as paredes dilatadas e revestidas por uma única camada de células de dois tipos: células endoteliais típicas e células fagocitárias ou células de Kupffer. As células de Kupffer são estreladas, com núcleo oval grande, e nucléolo evidente. Têm intensa actividade fagocitária. Nelas ocorre a fagocitose das hemácias em vias de desintegração, com a digestão da hemoglobina e produção de bilirrubina. Apresenta, também, como todos os macrófagos, grande quantidade de lisossomas, que contêm no seu interior as enzimas necessárias para a digestão intracelular das substâncias fagocitadas (Jones e Spring-Mills, 1983; Junqueira e Carneiro, 1990).

Os capilares sinusóides hepáticos, apresentam-se envolvidos por um delicado número de fibras reticulares do tecido conjuntivo. O espaço que separa a parede dos capilares sinusóides dos hepatócitos denomina-se espaço de Disse. Apresenta-se preenchido, principalmente, por fibras reticulares, microvilosidades da célula hepática e fluido tecidual. O espaço de Disse contém as células armazenadoras de lípidos, com forma estrelada. Estas células armazenam vitamina A nas suas gotículas lipídicas (Junqueira e Carneiro, 1990).

Os sinusóides são revestidos por uma camada descontínua de células o que permite a livre passagem de macromoléculas do seu interior para o espaço de Disse e daí para as células hepáticas. Estas têm livre acesso às substâncias que circulam nos sinusóides. Na parede dos sinusóides desembocam também ramos capilares terminais da artéria hepática (Jones e Spring-Mills, 1983; Junqueira e Carneiro, 1990). No centro do lóbulo situa-se a veia centro-lobular, que recebe o sangue que atravessou as células hepáticas.

Segundo Gartner e Hiatt (1997), este órgão é simultaneamente uma glândula exócrina e endócrina, e é o único em que não há divisão de trabalho entre as células que produzem a secreção exócrina (a bílis) e aquelas que elaboram as secreções endócrinas (glucose, fibrogénio, protrombina e outras proteínas plasmáticas, etc.).

Todas as suas células (hepatócitos) produzem ambos os tipos de secreções.

Assim, as principais funções dos hepatócitos são (Junqueira e Carneiro, 1990):

- Síntese e secreção da bílis;

- Metabolismo dos lípidos durante a qual se formam os corpos cetónicos e lipoproteínas de baixa densidade (VLDL) que são lançados no espaço de Disse.
- Metabolismo dos hidratos de carbono e proteínas. Este órgão é o responsável por manter as concentrações normais de glicose no sangue. O sangue transporta a glicose até aos hepatócitos, que a armazenam sob a forma de glicogénio. É o fígado que, também, elimina o amoníaco contido no sangue, convertendo-o em ureia, e elabora cerca de 90% das proteínas sanguíneas;
- Armazenamento de vitaminas (A, B_{12} e D);
- Degradação das hormonas das glândulas endócrinas e desintoxicação de fármacos e toxinas;
- Função imunológica;
- Destruição das hemácias gastas e reaproveitamento do seus constituintes, juntamente com o baço.

9.1. CIRCULAÇÃO HEPÁTICA:

O fígado apresenta uma circulação sanguínea peculiar porque, ao contrário dos outros órgãos que recebem apenas sangue arterial, recebe considerável volume de sangue venoso através da veia porta, além do sangue arterial trazido pela artéria hepática. Estes dois vasos sanguíneos são portanto, vasos aferentes do fígado. As veias hepáticas por onde o sangue sai do órgão, são os vasos eferentes (Junqueira e Carneiro, 1990).

A veia porta e a artéria hepática dividem-se várias vezes em ramos sucessivamente mais finos, até formarem vasos interlobulares, que correm nos espaços porta (apêndice XV fig.24). Os ramos interlobulares da veia porta dividem-se no espaço porta e abrem-se nos sinusóides da periferia dos lóbulos hepáticos, levando abundante sangue venoso aos sinusóides. Os ramos interlobulares da artéria hepática também se dividem nos espaços porta, dando origem a ramos que desembocam nos sinusóides da periferia dos lóbulos, levando oxigénio e nutrientes para as células hepáticas. Desta forma, os capilares sinusóides do fígado recebem sangue venoso e arterial, que aí se misturam.

O sangue percorre os sinusóides, sendo recolhido no centro do lóbulo hepático pela veia centrolobular, que é o ramo inicial da veia hepática. As veias centrolobulares atravessam os lóbulos em sentido longitudinal e, ao saírem destes, desembocam em ângulo recto nas veias sublobulares ou intercalares. Estas penetram nas trabéculas conjuntivas do estroma hepático, onde se unem para formar veias cada vez maiores, até constituírem as veias hepáticas (duas ou três), que desembocam na veia cava inferior (Junqueira e Carneiro, 1990).

As veias sublobulares e os outros ramos da veia hepática caminham isolados no interior do fígado, ao contrário dos ramos da veia porta, que aparecem sempre em conjunto com ductos biliares e ramos da artéria hepática (Junqueira e Carneiro, 1990).

Como o sangue percorre os sinusóides da periferia para o centro dos lóbulos, as células hepáticas estão submetidas a um gradiente de composição sanguínea. As mais periféricas recebem primeiro tanto os nutrientes e o oxigénio, como eventuais substâncias tóxicas trazidas pela veia porta e pela artéria hepática. Este facto explica as diferenças de comportamento entre as células centrolobulares e as perilobulares, tanto em condições normais como em condições patológicas.

10. VESÍCULA BILIAR:

De acordo com Junqueira e Carneiro (1990), a vesícula biliar constitui um órgão oco com forma de pêra, situado na superfície inferior do fígado, e cujas principais funções consistem em armazenar, concentrar e descarregar a bílis.

A parte principal deste órgão é constituída pelo corpo, e a abertura que continua com o conduto cístico, denomina-se colo. A parede da vesícula biliar apresenta-se constituída pelas seguintes camadas:

- Mucosa constituída por epitélio prismático simples e lâmina própria;
- Músculo liso;
- Tecido conjuntivo perimuscular bem desenvolvido;
- Serosa.

A mucosa da vesícula biliar está disposta em várias pregas, sendo o seu epitélio simples cilíndrico (alto) e a lâmina própria composta por tecido conjuntivo laxo ou frouxo vascularizado, com fibras elásticas e colagéneas. As células epiteliais que a compõem apresentam núcleo arredondado e localizado no terço inferior, microvilosidades e grande quantidade de mitocôndrias.

A capa delgada de músculo liso da vesícula biliar é composta, principalmente, por fibras de orientação oblíqua, havendo outras no sentido longitudinal, sendo uma camada irregular e pouco densa.

Envolvendo o músculo, encontra-se uma camada espessa de tecido conjuntivo interlobular do fígado, ligando a face superior da vesícula a esse órgão.

Na face oposta, a vesícula apresenta-se recoberta por uma serosa lisa e constituída por tecido epitelial simples pavimentoso.

Os canais hepáticos direito e esquerdo unem-se para formar o canal hepático comum, que comunica com o canal cístico, que se origina na vesícula biliar. A fusão destes dois canais forma o canal colédoco, que se funde com o canal pancreático para formar a ampola de Vater, que se abre ao nível da papila duodenal até à luz do duodeno (Junqueira e Carneiro, 1990).

A abertura dos canais colédoco e pancreático encontra-se sob o controlo do complexo de quatro músculos esfincterianos, denominado esfíncter de Oddi (Junqueira e Carneiro, 1990).

11. PÂNCREAS:

Segundo Ham e Cormack (1983), no humano adulto, o pâncreas é um órgão de grande tamanho (90-100g) localizado no abdómen. A sua cabeça estende-se em direcção ao baço, que é tocado pela sua cauda (apêndice XV fig.25-A).

O pâncreas é uma glândula simultaneamente exócrina e endócrina. A maior parte das suas células estão dispostas em ácinos, que produzem a secreção exócrina – suco pancreático – o qual à recolhido e conduzido por um sistema de ductos até ao duodeno. Aí, actua na digestão do alimento que passou pelo estômago, através da acção de numerosas enzimas, como a tripsina, quimiotripsina, lipase, ADNase, ARNase, fosfolipase A, amilase, carboxipepidases A e B e elastase (Jamieson, 1983; Gartner e Hiatt, 1997).

A secreção endócrina é elaborada por pequenos grupos de células, ricamente vascularizados, que se distribuem por todo o parênquima, denominados ilhéus pancreáticos ou ilhotas de Langerhans (apêndice XV fig.25-B). De acordo com Gartner e Hiatt (1997), são cinco os tipos de células que compõem o parênquima de cada ilhota de Langerhans: células β, células α, células δ, células PP e células G. No entanto, estas células não podem distinguir-se entre si mediante exame histológico sistemático, mas alguns métodos citoquímicos permitem a sua identificação. No Quadro I encontram-se reunidos os aspectos básicos relacionados com a localização, distribuição e funções específicas de cada uma destas células.

Quadro I. Células e hormonas das ilhotas de Langerhans					
Célula	**Percentagem do total**	**Localização**	**Estrutura dos grânulos**	**Hormona e peso molecular**	**Função**
Célula β	70%	Disseminadas por toda a ilhota (mas concentradas no centro)	300 nm de diâmetro; grânulos de centro denso rodeados por um halo electrotranslúcido amplo	Insulina 6000 D	Diminui as concentrações sanguíneas de glucose
Célula α	20%	Periferia da ilhota	250 nm de diâmetro; grânulos de centro denso com halo electro-translúcido estreitam	Glucagon 3500 D	Aumenta as concentrações sanguíneas de glucose
Célula δ	5%	Disseminada por toda a ilhota	350 nm de diâmetro; grânulo electrotranslúcido homogéneo	Somatostatina 1640 D	*Parácrina*: inibe a descarga da hormona. *Endócrina*: reduz as contracções do músculo liso do tubo digestivo e da vesícula biliar
Célula G	1%	Disseminada por toda a ilhota	300 nm de diâmetro	Gastrina 2000 D	Estimula a produção de HCl pelas células parietais do estômago
Célula PP	1%	Disseminada por toda a ilhota	180 nm	Polipéptido pancreático 4200 D	Inibe a secreções exócrinas do pâncreas

Fonte: Gartner e Hiatt (1997).

A porção exócrina apresenta-se como uma glândula acinosa composta, muito semelhante à parótida, distinguindo-se dela, principalmente, pela ausência de ductos estriados e pela presença de ilhotas de Langerhans.

Outra característica do pâncreas é o facto do ducto intercalar penetrar na luz dos ácinos, onde se apresenta como células claras e arredondadas, denominadas células centroacinosas, responsáveis pela formação da parte mais líquida (água e electrólitos) do suco pancreático. Esses ductos intercalares confluem para ductos calibrosos interlobulares revestidos por epitélio prismático.

O pâncreas apresenta uma cápsula de tecido conjuntivo extremamente delicada e pouco visível, que envia septos de tecido conjuntivo para o seu interior, dividindo a glândula em lóbulos. Dentro dos lóbulos, os ácinos estão agrupados de maneira irregular, com pouco tecido conjuntivo frouxo, repousando sobre uma lâmina basal, e envolvidos, por sua vez, por fibras reticulares e rica rede de capilares sanguíneos (Gartner e Hiatt, 1993).

O ducto principal do pâncreas (canal de Wirsung) é envolvido por tecido conjuntivo. Dele emergem ramos laterais com epitélio cilíndrico baixo, que se dirigem para o espaço entre os lóbulos, constituindo ductos interlobulares. Esses ramos dão origem aos ductos intralobulares que penetram nos lóbulos. Os canais intralobulares, revestidos por epitélio cilíndrico a cúbico baixo, originam canais muito pequenos revestidos por epitélio baixo. Estes vão ter aos ácinos e formam ductos intercalares (epitélio cúbico achatado). A luz do ducto principal é revestida por um epitélio cilíndrico com células caliciformes. Próximo do duodeno podem estar associadas ao canal principal, pequenas glândulas mucosas (Gartner e Hiatt, 1997).

6.2 Parte prática

Dissecação do Coelho:

Colocou-se o animal debaixo de uma campânula, juntamente com um pouco de algodão embebido em clorofórmio. Decorridos alguns minutos, os movimentos do animal cessaram (indicação de que o animal está morto).

Para a dissecação colocou-se o animal sobre uma prancheta, com a face ventral voltada para cima, e os membros estendidos fixaram-se com alfinetes e com sondas caneladas (Este passo manteve o coelho no mesmo local)

Humedeceu-se primeiramente a pelagem da face ventral com uma esponja, e afastou-se os pêlos para os lados, a partir da linha média longitudinal.

Fez-se uma incisão longitudinal mediana desde a bacia até ao mento, contornando o umbigo pelo lado esquerdo.Com o cabo do escalpelo separou-se a pele dos tecidos subjacentes. Fixou-se a parede do ventre com a pinça, e levantando-a um pouco, fez-se uma curta incisão longitudinal mediana.

Antes de prolongar esta incisão para diante e para trás, levantou-se a pele, a fim de não ferir com a tesoura os órgãos internos.

A incisão foi atrás até à sínfise púbica, e adiante até ao bordo posterior do esterno. Em seguida, fez-se de cada lado uma incisão transversal, que correu ao longo do bordo posterior da caixa torácica. Rebateram-se os retalhos laterais e fixaram-se com alfinetes.

A cavidade abdominal é completamente separada da cavidade torácica pelo diafragma, uma membrana músculo-tendinosa abaulada, cuja convexidade se dirige para diante. A sua concavidade posterior é ocupada pelo fígado, um órgão volumoso de cor vermelho-acastanhada, que se divide em vários lobos.

Levantou-se com cuidado o lobo direito superior encontrando-se a vesícula biliar.

O estômago, cuja porção anterior está coberta pelo fígado, é um amplo saco, orientado transversalmente. O seu bordo anterior é côncavo (pequena curvatura), o bordo posterior convexo (grande curvatura).

A meio da pequena curvatura está a cárdia, isto é, a entrada do esófago, enquanto a ligação com o intestino, o piloro, se encontrava à esquerda. O mesogastro, quer dizer, o peritoneu que suspende e envolve o estômago, prolonga-se para além do bordo posterior deste por uma prega, o epíploon, que cobre uma porção maior ou menor das circunvoluções do

intestino. No epíploon deposita-se gordura, às vezes em grande quantidade, o que depende do estado de nutrição do animal.

À esquerda do estômago (esquerda do animal) vemos o baço, um órgão alongado de cor vermelha-acastanhada. A seguir ao estômago está o intestino delgado, muito comprido e sinuoso e coberto à direita pelo enorme ceco de cor cinzenta-esverdeada.

O intestino delgado continua-se pelo intestino grosso, facilmente reconhecível pelos numerosos sulcos circulares, que delimitam outras tantas expansões laterais. O recto vê-se à esquerda entre as circunvoluções do intestino delgado, distinguindo-se delas sem dificuldade graças às bolas fecais que o preenchem, dispostas em série linear.

Para se estudar com maior facilidade as várias porções do intestino e as suas glândulas anexas, separamo-lo com cuidado dos órgãos vizinhos, começando pelo recto e cortando os mesentérios que o fixam. Liga-se a seguir o intestino nas duas extremidades com fios, adiante entre o estômago e intestino delgado, atrás no meio do recto, e corta-se transversalmente. Para a observação põe-se o intestino sobre um tabuleiro.

Porção inicial do intestino delgado – duodeno, descreve uma ansa em forma de U, correndo primeiramente para trás (ramo descendente) até à extremidade posterior da cavidade abdominal e encurvando-se depois para diante (ramo ascendente).

No mesentério do duodeno, nota-se uma extensa glândula achatada de forma arborescente – pâncreas. Os canalículos que vêm dos seus lóbulos glandulares reúnem-se todos num canal único, o canal pancreático, que desagua no ramo ascendente do duodeno. No ramo descendente, perto do piloro, encontramos a abertura do canal colédoco, que conduz a bílis ao duodeno.

A porção principal do intestino delgado – íleo, que segue ao duodeno, é muito comprido e sinuoso e desagua no ceco, que se destaca pelo seu calibre maior.

Na ligação entre íleo e ceco encontra-se no interior uma prega da mucosa, que serve de válvula, impedindo o refluxo do quimo para o intestino delgado.

O ceco, que se estende para diante até ao estômago, é extraordinariamente volumoso, sendo a sua capacidade aproximadamente dez vezes maior do que a do estômago. Termina atrás por um apêndice mais estreito de cor avermelhada, o apêndice vermiforme.

Junto da abertura do íleo parte do ceco o intestino grosso, cuja primeira porção, o cólon, dirige-se para diante (cólon ascendente), passando em seguida para o lado esquerdo (cólon transverso) e correndo finalmente para trás (cólon descendente).

Só o cólon ascendente justifica pelo seu calibre a designação de intestino «grosso».

O cólon descendente continua-se pelo recto, que é relativamente curto e caracterizado pela musculatura mais forte da sua parede.

Removendo o tubo digestivo, pusemos à vista o aparelho urogenital. Os rins têm a forma de feijões e são de cor vermelha-azulada escura. A sua superfície é lisa e está coberta por um invólucro, a cápsula renal, que podemos afastar.

Existe uma assimetria quanto à posição dos dois rins, situando-se o esquerdo mais para trás e para o lado do que o direito, que está parcialmente oculto pelo fígado.

Adiante da laringe encontram-se dois pares de glândulas salivares, as glândulas submaxilares e, numa posição mais profunda, as glândulas sublinguais.

Para o exame da cavidade bucal cortamos as bochechas por incisões longitudinais que prolongam de cada lado à abertura bucal para trás.

Nos bordos da cavidade bucal distinguem-se os lábios, que não passam de pregas musculosas da pele.

Na extremidade anterior das maxilas superior e inferior vemos implantado um par de dentes incisivos, arqueados e terminando em bisel, dos quais os superiores apresentam um sulco mediano.

A cavidade bucal continua-se pela faringe, da qual é separada pelo véu palatino. Do bordo posterior do véu descem de cada lado duas saliências, os arcos palatinos, entre os quais se encontram ventralmente as amígdalas, que no coelho são pouco desenvolvidas.

Realização das preparações microscópicas:

Seguiram-se minuciosamente todos os procedimentos exigidos para que as preparações a obter permitissem uma correcta e prolongada observação das estruturas de cada órgão. Esses procedimentos, que no seu conjunto constituem a técnica histológica, encontram-se descritos, de forma sintética, a seguir.

1. Colheita do material

O animal (coelho) foi morto por insensibilização e asfixia com clorofórmio, após o que se procedeu, no mais curto espaço de tempo, à sua dissecção, seguida da colheita dos fragmentos dos órgãos a estudar. Esta, além de ter decorrido com a rapidez necessária, de forma a reduzir os fenómenos de cadaverização ou necrose (autólise e putrefacção), foi a mais cuidadosa possível, evitando exercer pressões exageradas que pudessem causar ruptura e esmagamento dos tecidos.

1. Fixação

Obtidos os fragmentos dos órgãos, procedeu-se à sua fixação. Esta operação destina-se à imobilização estável e permanente das estruturas celulares e tecidulares, impedindo a sua cadaverização e mantendo-as com características próximas da matéria viva.

O fixador utilizado, formol a 10%, por um lado endurece a peça, preparando-a para os cortes, por outro lado prepara as estruturas histológicas para a coloração. Este fixador possui uma velocidade de fixação lenta, a qual não se deve, por isso, durar menos de 24 horas. No fim da fixação, as peças perderam as cores, tornando-se acinzentadas e baças.

2. Inclusão

A inclusão consistiu em impregnar e rodear o fragmento de órgão com uma substância ao mesmo tempo dura e plástica – a parafina – no sentido de se obterem fatias suficientemente finas que permitam a passagem de feixes luminosos transmitidos pela fonte de luz do microscópio, possibilitando assim a sua observação.

2.1 Desidratação

Efectua-se em banhos de álcool etílico com concentrações crescentes (70% a 100%) (Silva, 1993).

Fizeram-se passar as peças sucessivamente pelos banhos de álcool, de forma a perderem a totalidade de água, já que esta não é miscível com a parafina. A água foi substituída pelo álcool. Durante esta operação, as peças sofreram uma retracção ficando reduzidas a cerca de 75% do volume inicial.

2.2 Diafanização

Visto o álcool não ser solvente da parafina, foi necessário impregnar as peças com xilol, que é miscível com o álcool e solvente da parafina. Quando o álcool substituiu totalmente o xilol, as peças tornaram-se translúcidas e mais duras.

2.3 Impregnação

A impregnação consistiu na substituição do xilol por parafina fundida. Devido à alta temperatura do interior da estufa, o xilol volatilizou-se.

As peças voltaram a ter um aspecto opaco e sofreram uma nova retracção, ficando reduzidas de 50% a 70% do seu volume inicial.

2.4 Inclusão propriamente dita

Utilizando moldes apropriados, impregnaram-se as várias peças com parafina fundida. Desta forma, obtiveram-se blocos paralelepipédicos de parafina solidificada, preparando-a para os cortes que foram efectuados a seguir.

3. Corte

Através do método dos cortes, resolve-se o problema da opacidade da peça. Estas, juntamente com a parafina que a rodeia e infiltra, têm a dureza, a plasticidade e a homogeneidade de textura necessárias para poderem ser cortadas em fatias muito finas (Silva, 1993).

O aparelho utilizado para o corte foi o micrótomo rotativo ou de Minot, resultando cortes unidos topo a topo e seriados, formando uma ténia.

Os cortes, mais ou menos enrugados, foram depois estendidos com a ajuda de uma platina de aquecimento.

4. Coloração

Devido ao facto dos componentes tecidulares serem incolores, foi necessário proceder à coloração para possibilitar a observação previamente à coloração propriamente dita, foi contudo, necessário retirar a parafina, através de uma desparafinação, seguindo-se uma hidratação.

4.1 Desparafinação

A tarefa inicial consistiu na desparafinação, pois, a parafina é insolúvel na água (componente essencial dos corantes), utilizando-se, novamente, o xilol.

4.2 Hidratação

A seguir, procedeu-se à hidratação, processo durante o qual as lâminas colocadas em caixas de coloração foram sucessivamente banhadas em soluções de álcool de graduação decrescente, e finalmente, por água corrente durante um minuto. Assim, a parafina foi substituída por água. No fim desta etapa, o corte está totalmente hidratado e pronto a receber as soluções corantes.

4.3 Coloração propriamente dita

A coloração iniciou-se com o corante básico hematoxilina, durante mais ou menos quinze minutos, utilizando-se a seguir a eosina (corante ácido) durante um a dois minutos.

Os dois corantes coram diferentes estruturas, permitindo, assim, uma visualização diferenciada dos vários componentes da preparação.

5. Montagem

Após a coloração, foi necessário proceder à desidratação das peças utilizando, para isso, banhos de álcool com concentrações sucessivamente mais fortes (70%, 80%, 90%, 95% e álcool absoluto) e com a duração de alguns segundos.

A montagem consistiu na colocação de uma gota de Eutellan (meio de montagem substituto do Bálsamo do Canadá) sobre o corte seguida da colocação da lamela, que permite proteger o material contra poeiras, sujidades e outros eventuais agentes vulnerantes.

Por outro lado, as características do meio de montagem utilizado, conferem uma estabilidade química e física que impedem a alteração da coloração das estruturas histológicas e permitem uma observação microscópica mais nítida, para além de protegerem o material contra os fenómenos de dissecação, oxidação e invasão bacteriana, bem como contra as agressões que podem ocorrer durante o manuseamento e observação das preparações.

Apêndice XV

Figuras

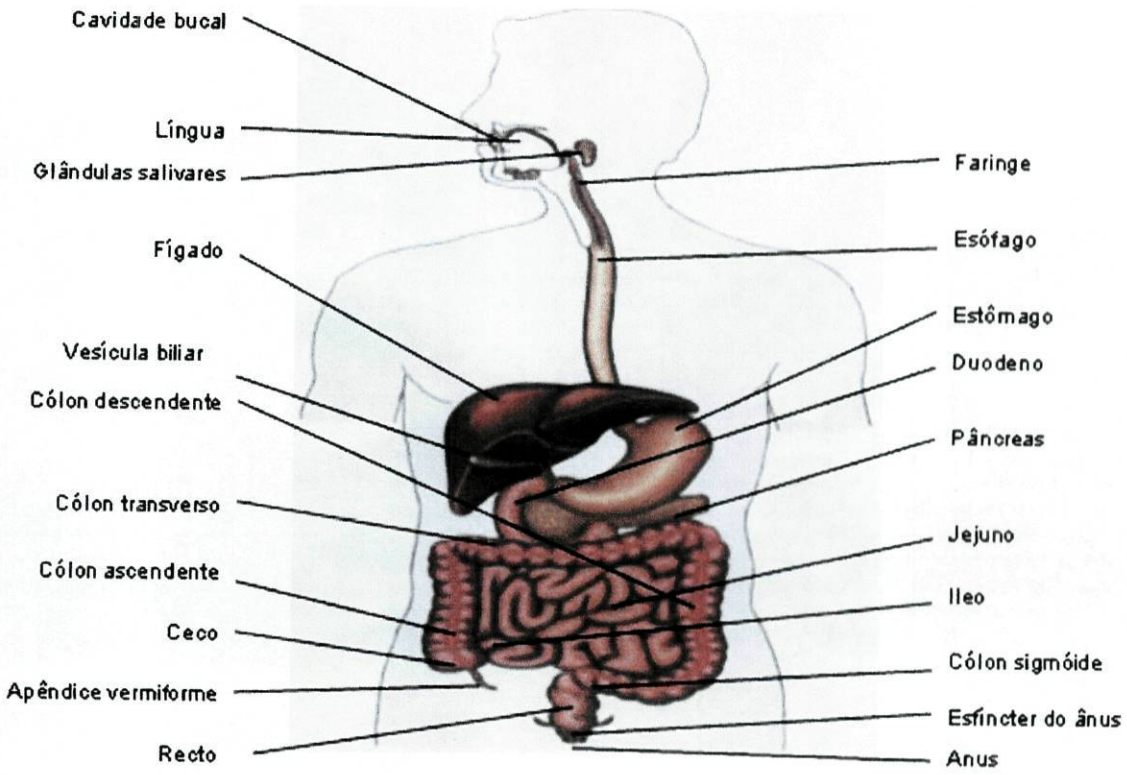


Figura 14 – Esquema do aparelho digestivo humano (Tavares, 1994)

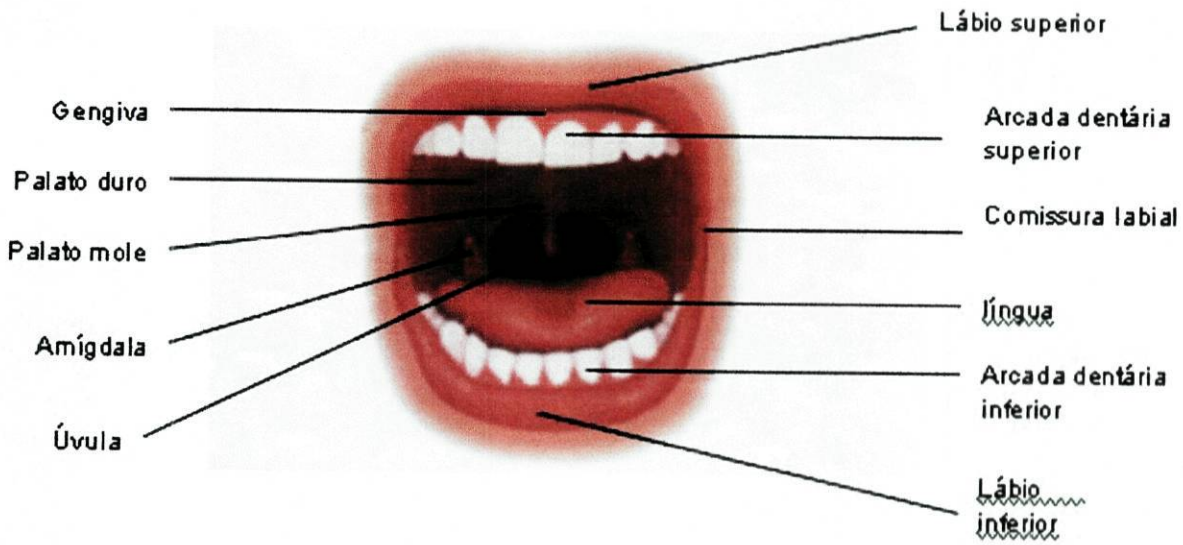


Figura 15 – Cavidade da boca (Tavares, 1994)

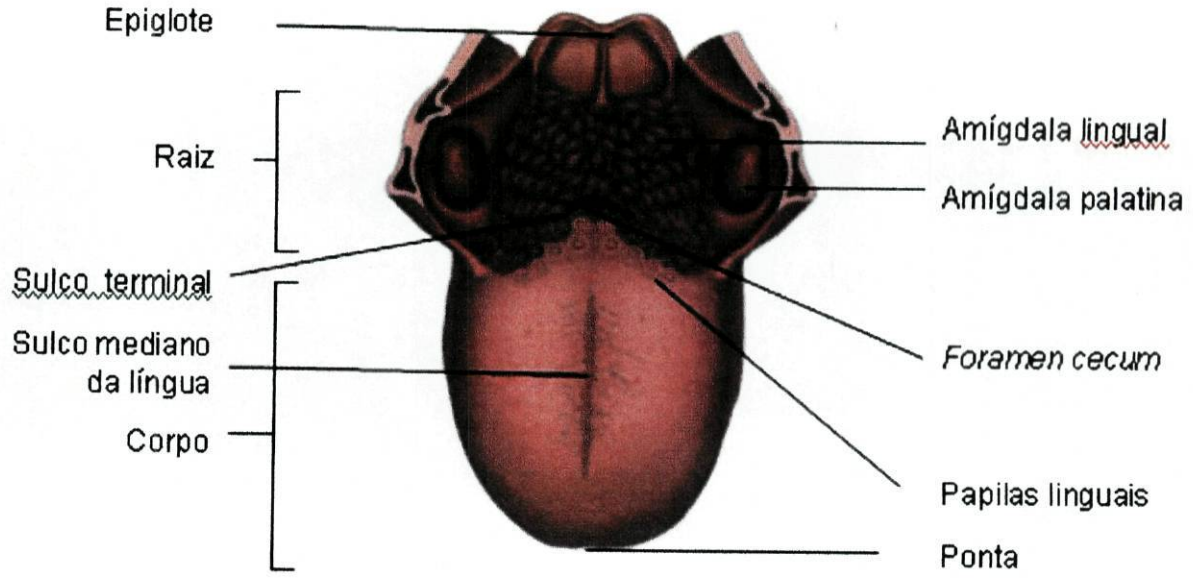


Figura 16 – Face dorsal da língua (Tavares, 1994)

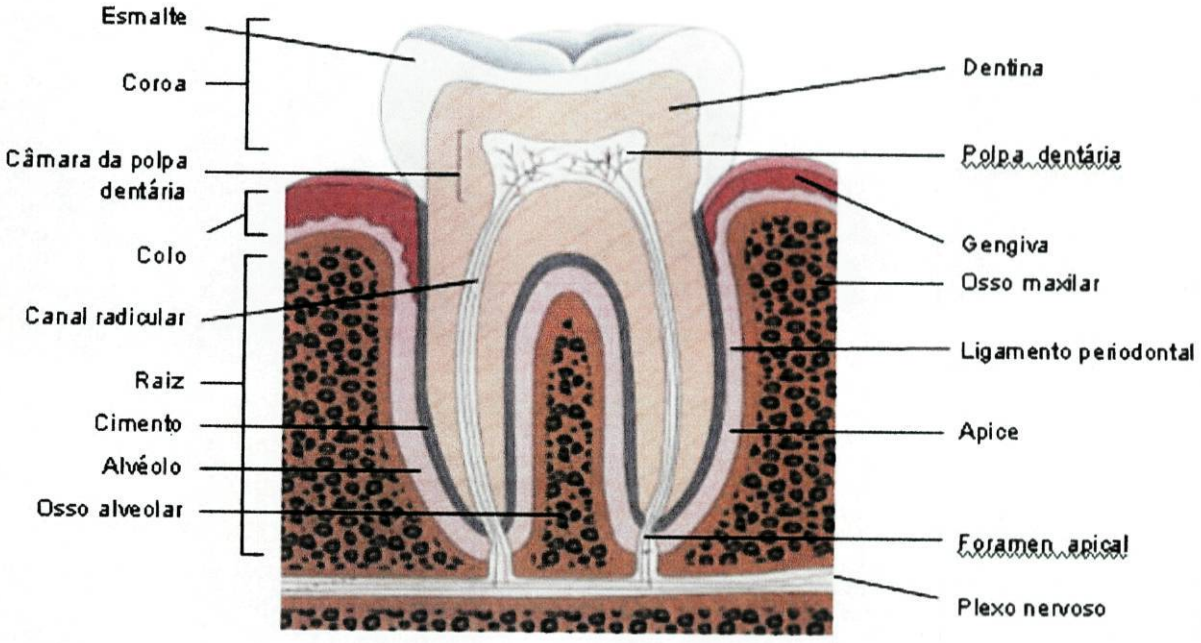


Figura 17 – Constituição do dente (Tavares, 1994)

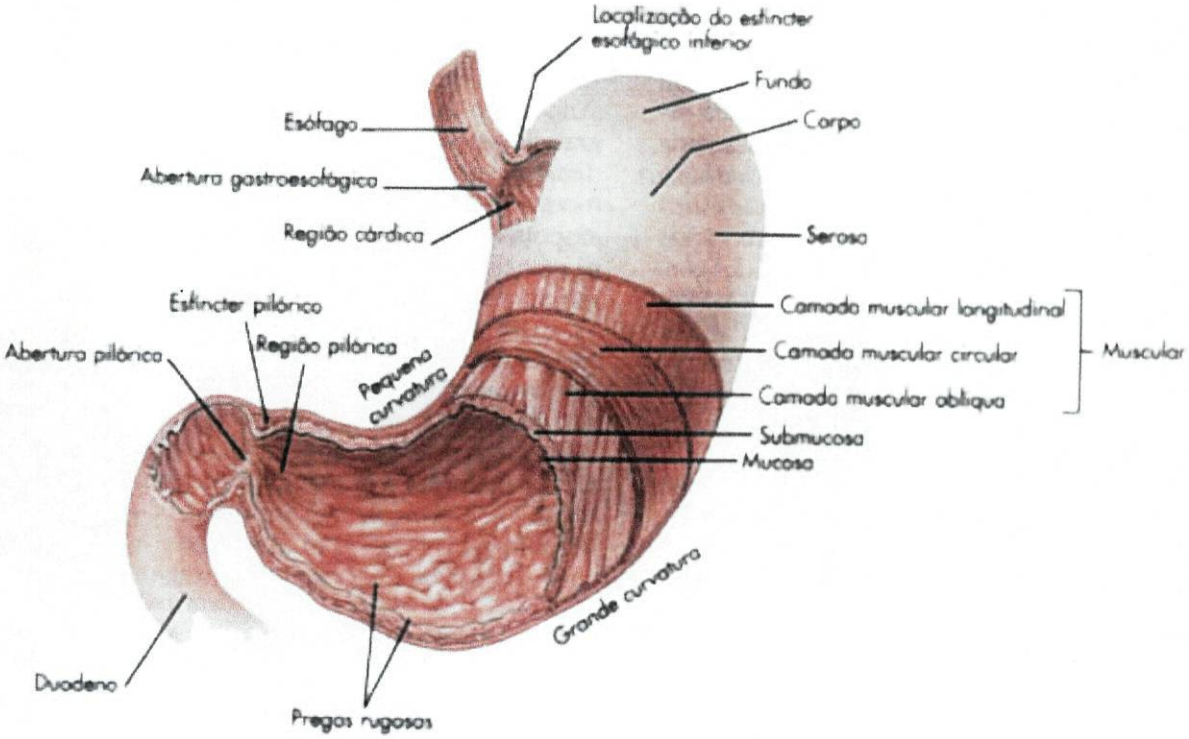


Figura 18 – Secção de corte do estômago (Seeley, 1997)

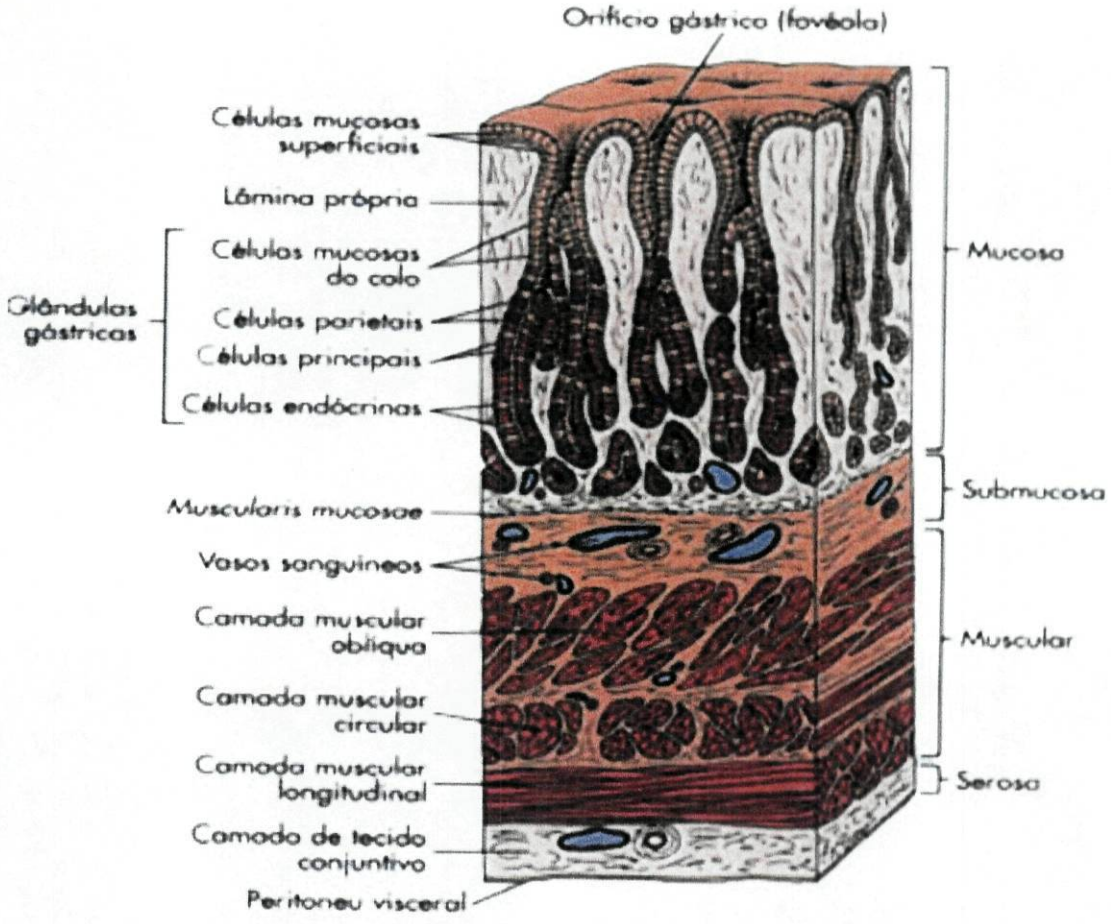


Figura 19 – Secção histológica da parede do estômago (Seeley, 1997)

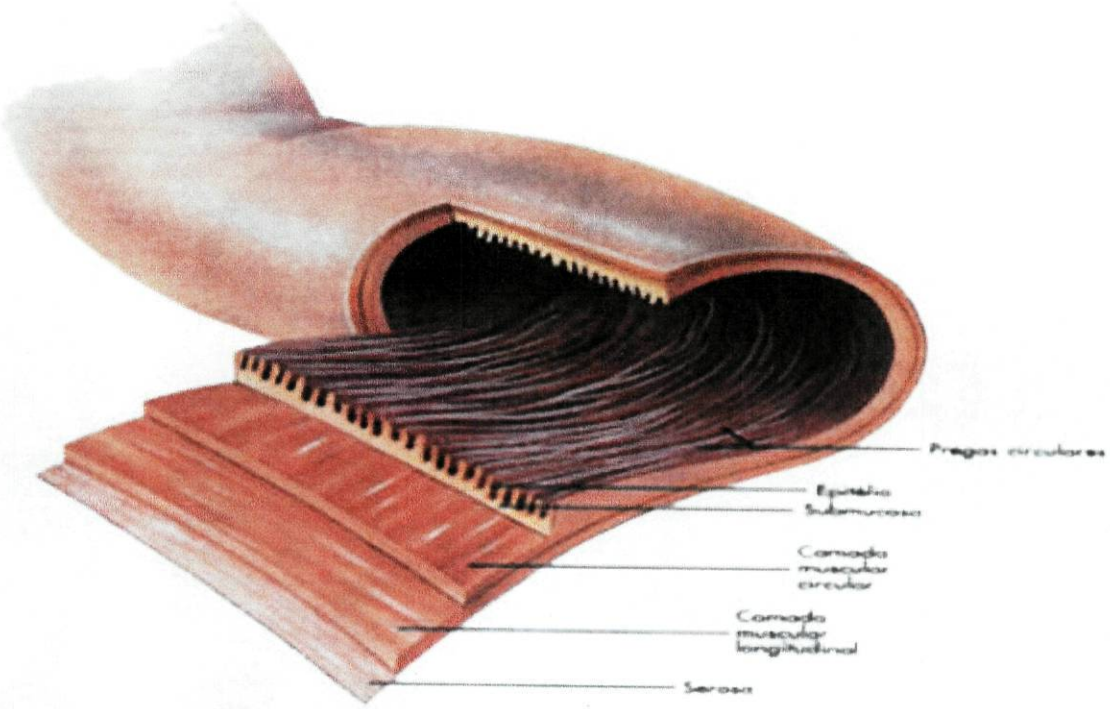


Figura 20 – Constituição estrutural da parede do duodeno (Seeley, 1997)

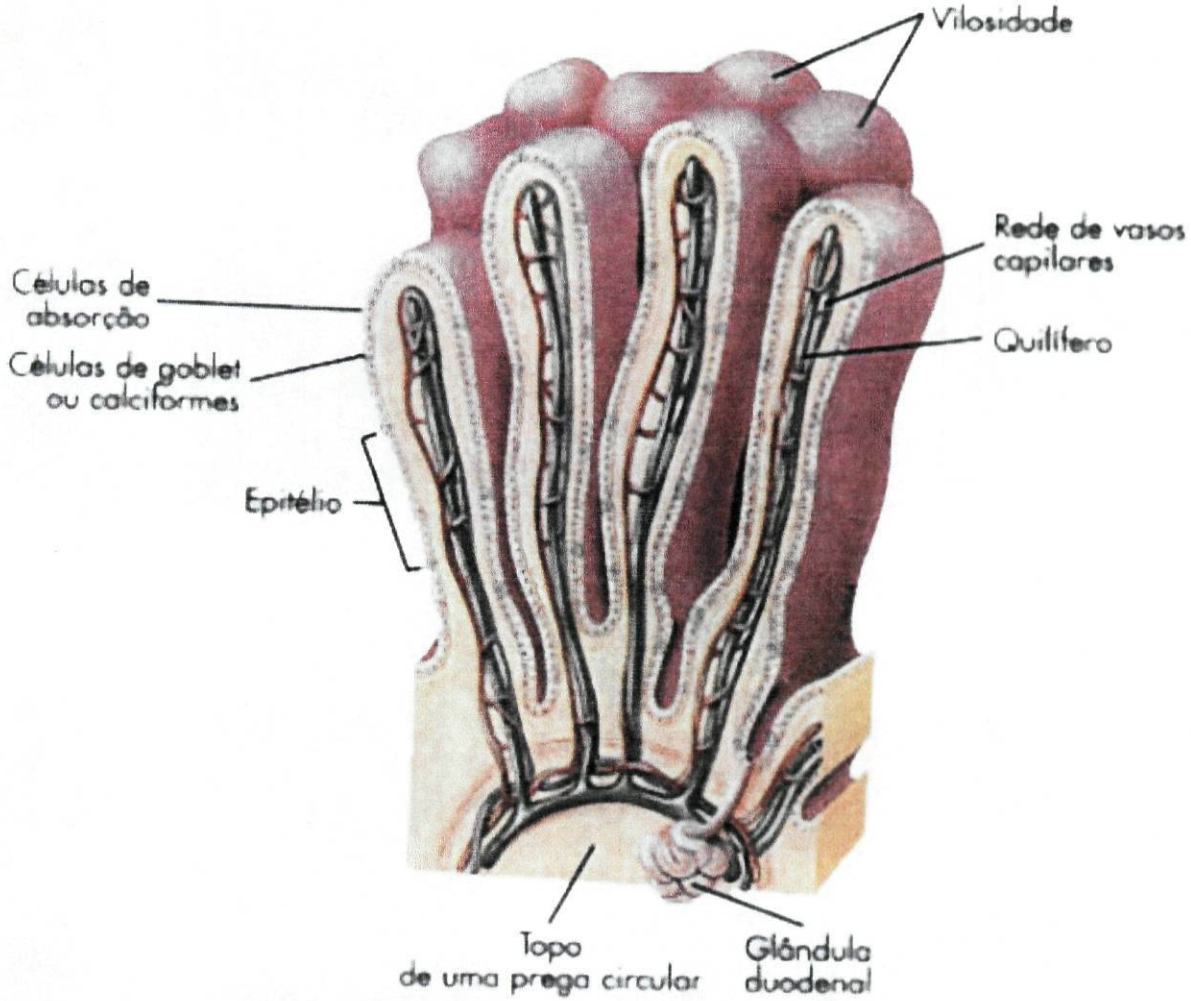


Figura 21 – Disposição e estrutura das vilosidades intestinais (Seeley, 1997)

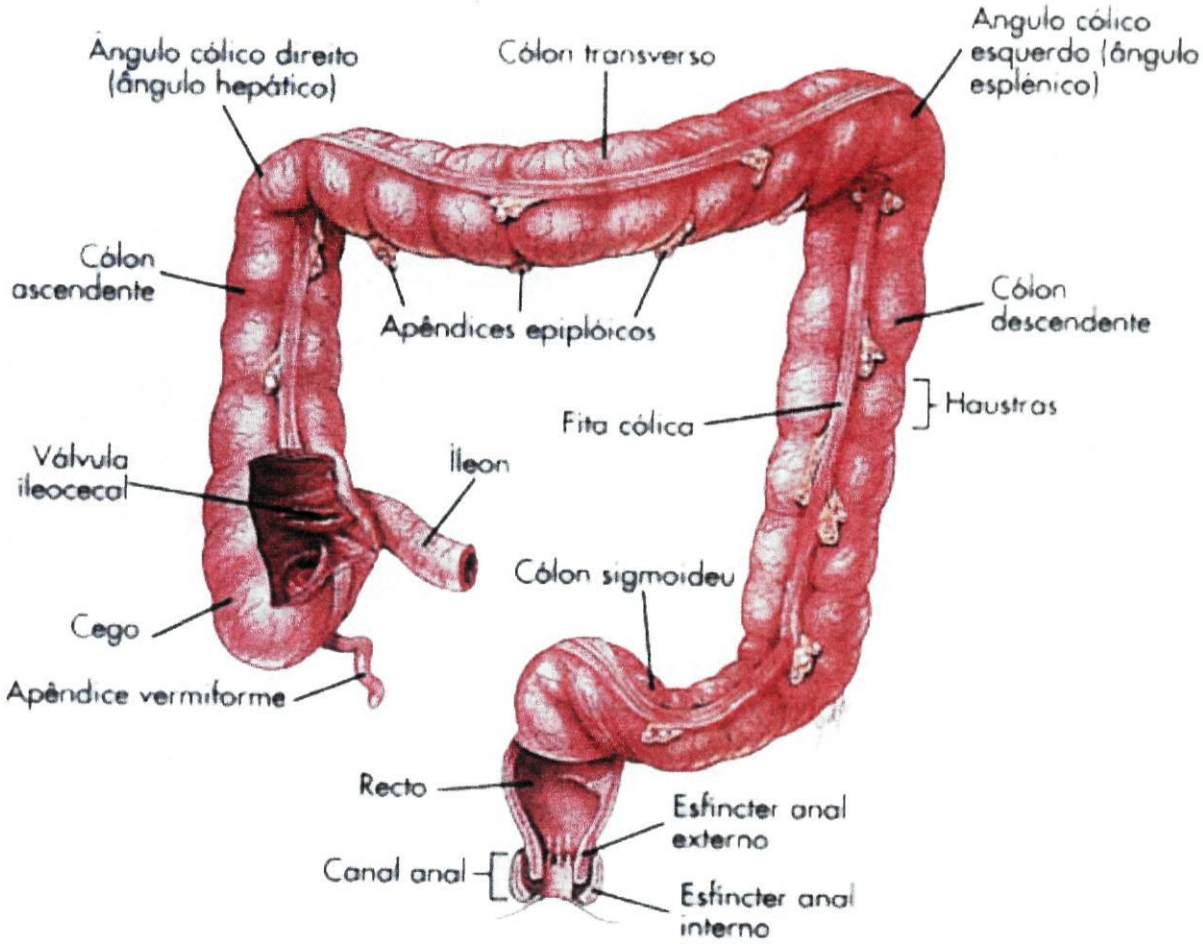


Figura 22 – Intestino grosso e o canal anal (Seeley, 1997)

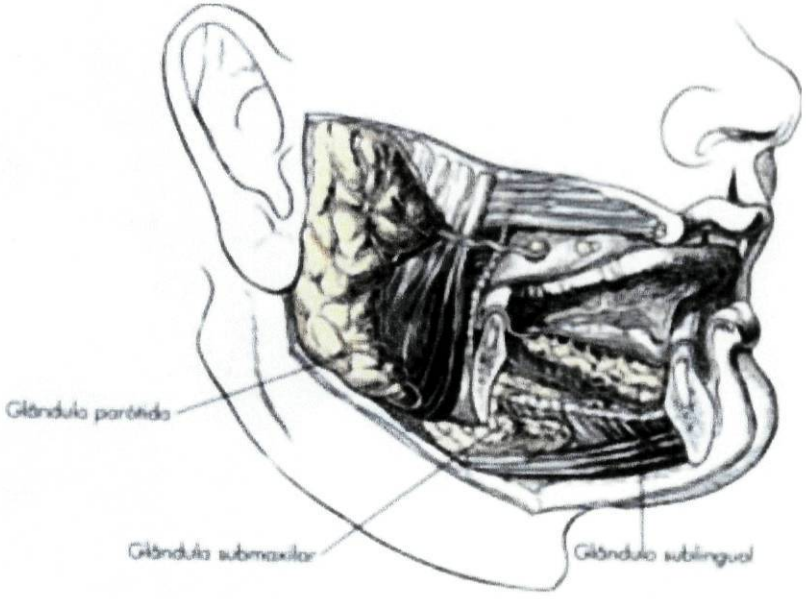


Figura 23 - Localização das três grandes glândulas salivares (Seeley, 1997)

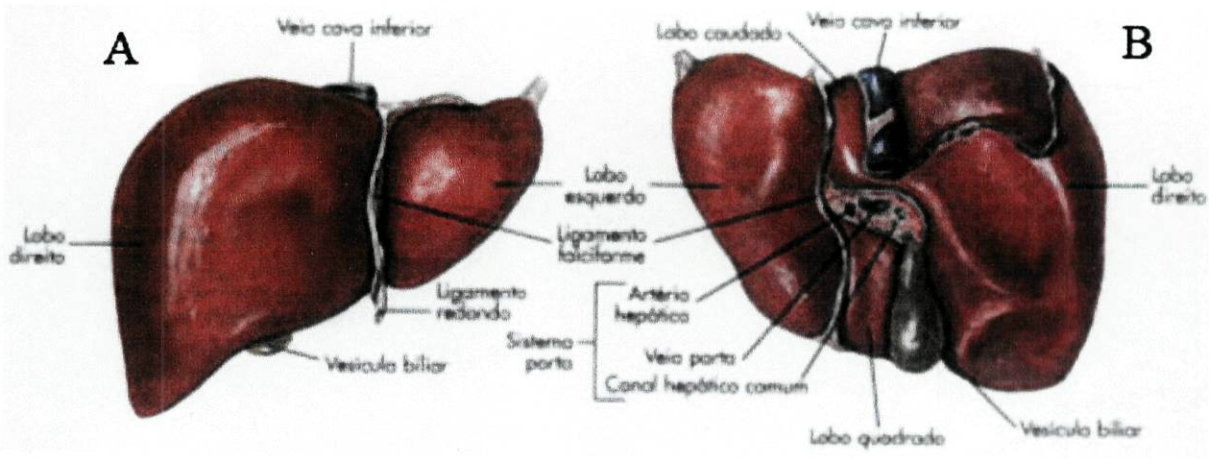


Figura 24 – Face anterior (A) e face inferior (B) do fígado (Seeley, 1997)

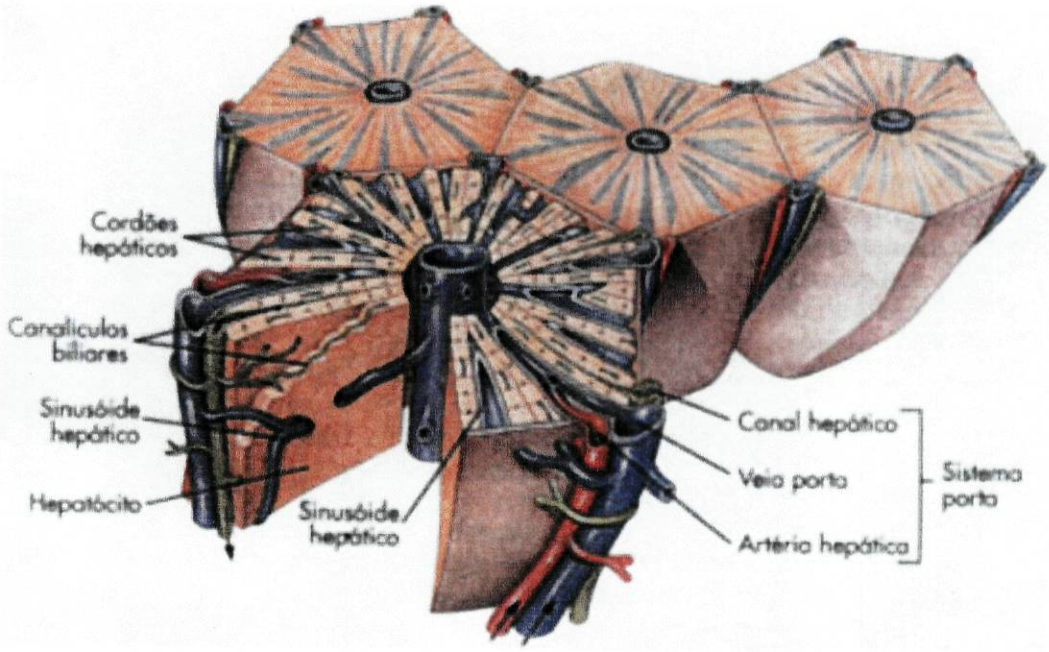


Figura 25 – Lóbulo hepático com o sistema porta (Seeley, 1997)

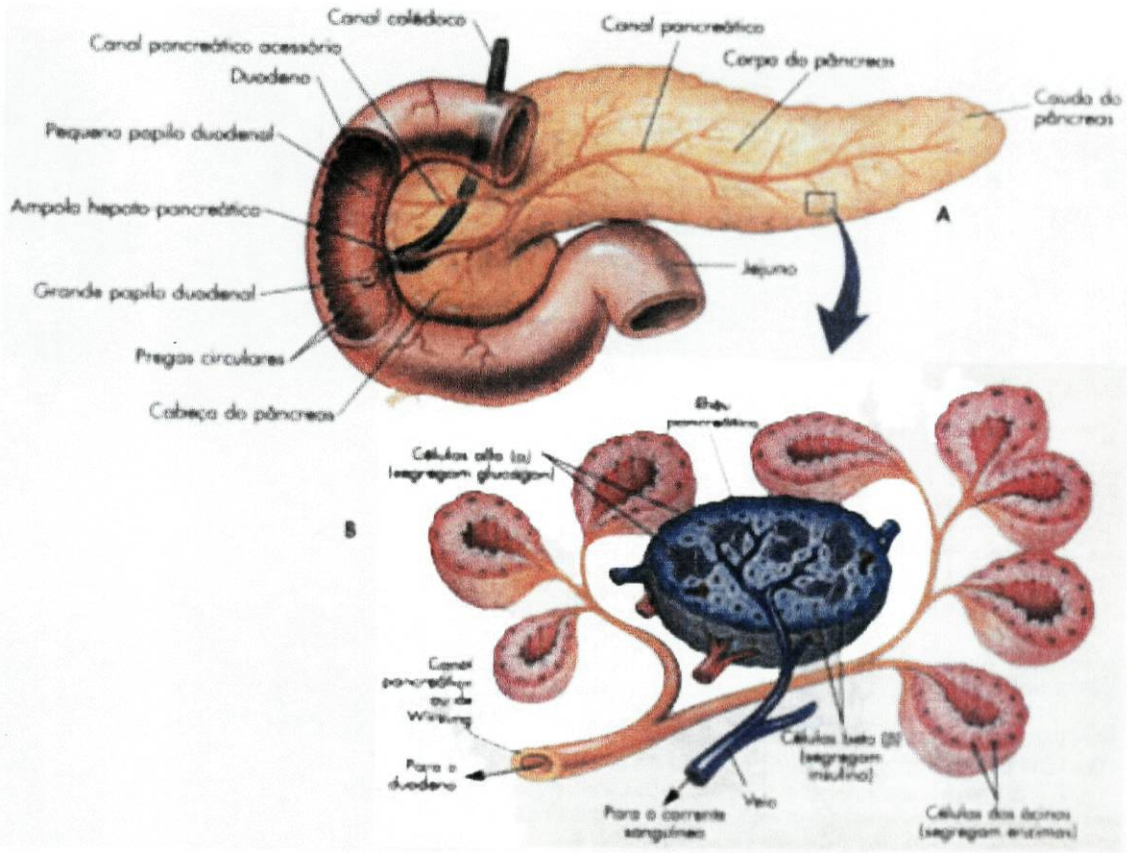


Figura 26 – Anatomia (A) e histologia do pâncreas (B) (Seeley, 1997)