

# Agradecimentos

Começo por agradecer a todos os que tornaram possível a realização deste trabalho, ciente de que sem a sua colaboração não conseguiria chegar até aqui, em particular a todos os que tiveram a amabilidade de responder ao nosso questionário.

À minha orientadora, Prof.<sup>a</sup> Doutora Graça Simões de Carvalho, pela atitude crítica e acima de tudo pelas palavras de incentivo nos momentos de maior desespero e desânimo, o meu muito obrigada.

Agradeço ao Sr. Manuel Silva, por toda a ajuda técnica prestada na execução deste trabalho.

Agradeço a todos os meus amigos por todo o apoio que me deram.

Finalmente, não podia deixar de agradecer aos meus pais, à minha irmã, ao Pedro e à Joana pela ajuda e pelo encorajamento, que foram fundamentais durante este período de tempo.

# Sumário

Com o presente estudo intitulado *Concepções sobre a digestão/excreção em alunos, professores e futuros professores do Ensino Básico*, pretende-se conhecer as concepções sobre a digestão/excreção apresentadas por crianças e adultos: (i) alunos do Ensino Básico (1º, 2º e 3º ciclos); (ii) estudantes universitários (futuros professores dos três ciclos Ensino Básico) e (iii) professores em serviço dos três ciclos Ensino Básico; e comparar as concepções apresentadas pelas diferentes amostras quer intra-grupos (alunos do Ensino Básico; alunos universitários; professores em serviço), quer inter-grupos (alunos do Ensino Básico, estudantes universitários e professores em serviço).

As concepções sobre o processo de digestão/excreção identificadas neste trabalho vão genericamente de encontro às identificadas em estudos preliminares do nosso grupo de trabalho, estando essencialmente relacionadas com a representação do tubo digestivo: “confusão” intestinal e com a inter-relação dos diferentes sistemas que intervêm no referido processo (sistemas digestivo, circulatório e urinário), em particular, a continuidade anatómica digestivo-urinário e a ausência de relação funcional entre os sistemas.

Estas concepções, de uma maneira geral, são comuns quer aos alunos do EB, quer aos estudantes do Ensino Superior, quer aos professores do EB. Isto significa que todas as situações de ensino formal (ao longo de toda a escolaridade, incluindo o Ensino Superior) relacionadas com o tema em questão, não são suficientes para que ocorra uma efectiva mudança conceptual. Realçamos apenas o facto da continuidade anatómica digestivo-urinário não aparecer entre os grupos de professores do 2º e 3º ciclos do EB, ou seja, a prática docente parece ser eficaz no que respeita a desconstrução desta concepção.

Subjacentes a estas concepções encontram-se uma série de obstáculos de aprendizagem, em especial, de natureza epistemológica e didáctica. Alguns destes obstáculos, nomeadamente os didácticos, poderiam ser facilmente ultrapassados se houvesse um especial cuidado, por exemplo, na escolha das imagens a ser exploradas na sala de aula.

Contudo, a ultrapassagem destes obstáculos de aprendizagem só é possível se os próprios professores estiverem sensibilizados para esta problemática, procurando identificar e trabalhar, não só as concepções dos alunos, mas também as suas próprias concepções. Neste sentido é fundamental apostar na formação dos futuros professores, preparando-os para esta realidade.

# Abstract

The aim of this study named *Conceptions on digestion/excretion in pupils, in-service and pre-service teachers of Basic Education*, is: (i) to identify conceptions on the digestion/excretion presented by children and adults: (a) pupils of Basic Education (1<sup>st</sup> cycle (5/6 – 9/10 years old), 2<sup>nd</sup> cycle (10/11 – 11/12) and 3<sup>rd</sup> cycle (12/13 – 14/15); (b) university students (future teachers of the three cycles of Basic Education) and (c) in-service teachers of the three cycles of Basic Education; (ii) to compare the conceptions presented by the different samples, intra-groups (pupils of Basic Education; university students; in-service teachers), and inter-groups (university pupils of Basic Education, university students and in-service teachers).

In general, the conceptions on the digestion/excretion identified in this work are similar to the ones identified in some preliminary studies carried out by our research team: essentially related to the representation of the digestive tube: intestinal “confusion” and to the interrelation established between the different systems involved in this process (digestive, circulatory and urinary systems), especially, the anatomic continuity digestive-urinary and the absence of functional relation between the systems.

These conceptions, in a general way, are common to pupils of Basic Education, university students, and in-service Basic Education teachers. This means that all the situations of formal education (throughout all the school levels) related to the subject in question, are not enough to lead to an effective conceptual change. We highlight the digestion-excretion continuity representation, which disappear among in-service teachers of 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> cycles of the Basic Education. Therefore, in-service practice seems to be efficient in what concerns the deconstruction of this conception.

Underlying these conceptions we have some learning obstacles, for example the epistemological and didactical ones.

Some of these obstacles, mainly the didactical ones, might be easily overcome if there is a special attention, for instance, in the choice of the images that will be explored in the classroom.

However, to overcome these learning obstacles in-service teachers must be aware of this problem, looking for identifying and working not only pupils conceptions but also their own conceptions. In this context, it is important to invest in the teachers’ training, in order to prepare them for this reality.

# Índice Geral

Agradecimentos.....	ii
Sumário.....	iii
Abstract.....	iv
Índice Geral.....	v
Índice de figuras.....	vii
Índice de quadros.....	xi
Índice de tabelas.....	xii
Lista de Siglas.....	xiii
Introdução.....	1
1. Enquadramento Teórico.....	5
1.1. Programa nacional na área de Biologia Humana.....	14
1.1.1. 1º Ciclo do Ensino Básico.....	16
1.1.2. 2º Ciclo do Ensino Básico.....	17
1.1.3. 3º Ciclo do Ensino Básico.....	18
1.1.4. Ensino Secundário.....	19
1.2. Habilitações profissionais para a docência na área da Biologia Humana.....	24
1.3. Questão de investigação.....	27
2. Metodologia.....	29
2.1. Questionário.....	30
2.2. Amostra.....	32
2.2.1. Alunos do Ensino Básico.....	33
2.2.2. Estudantes do Ensino Superior.....	33
2.2.3. Professores em serviço.....	35
2.3. Categorização das respostas.....	37
3. Resultados e Análise dos Resultados.....	42
3.1. Resultados dos alunos do Ensino Básico.....	53
3.1.1. Sistema Digestivo.....	53
3.1.2. Sistema Circulatório.....	55
3.1.3. Sistema Urinário.....	56
3.1.4. Inter-relação entre os diferentes sistemas.....	58
3.1.5. Síntese dos resultados dos alunos do Ensino Básico.....	59
3.2. Resultados dos estudantes do Ensino Superior – 1º ano.....	65

3.2.1. Sistema Digestivo .....	66
3.2.2. Sistema Circulatório .....	67
3.2.3. Sistema Urinário .....	69
3.2.4. Inter-relação entre os diferentes sistemas .....	70
3.2.5. Síntese dos resultados dos estudantes do Ensino Superior – 1º ano .....	72
3.3. Resultados dos estudantes do Ensino Superior – 4º ano .....	74
3.3.1. Sistema Digestivo .....	74
3.3.2. Sistema Circulatório .....	75
3.3.3. Sistema Urinário .....	77
3.3.4. Inter-relação entre os diferentes sistemas .....	79
3.3.5. Síntese dos resultados dos estudantes do Ensino Superior – 4º ano .....	81
3.4. Resultados para os professores .....	83
3.4.1. Sistema Digestivo .....	83
3.4.2. Sistema Circulatório .....	84
3.4.3. Sistema Urinário .....	86
3.4.4. Inter-relação entre os diferentes sistemas .....	87
3.4.5. Síntese dos resultados dos professores do Ensino Básico .....	89
3.5. Síntese dos resultados inter-grupos .....	90
4. Discussão e Conclusões .....	92
4.1. A representação tipo “confusão” .....	97
4.2. Inter-relação entre sistemas .....	99
4.3. Algumas Sugestões para ultrapassar os obstáculos de aprendizagem .....	106
4.4. Considerações finais e perspectivas futuras .....	116
5. Referências .....	117
Anexos .....	124
Anexo 1 .....	125
Anexo 2 .....	133
Anexo 3 .....	135

# Índice de figuras

Figura 1.1: Percentagem de alunos dos Cursos Gerais matriculados no Agrupamento 1, em cada ano lectivo .....	21
Figura 1.2: Esquema organizador dos quatro temas.....	23
Figura 2.1: Questionário aplicado a todos os indivíduos .....	31
Figura 2.2: Grupos envolvidos no presente estudo.....	32
Figura 2.3: Área do secundário frequentada por cada grupo de estudantes do ensino superior .....	35
Figura 2.4: Habilitações para a docência nos professores do 1.º, 2.º e 3.º ciclos do EB .....	36
Figura 3.0.1: “Simples” .....	43
Figura 3.0.2: “Sem confusão” .....	43
Figura 3.0.3: “Com confusão” .....	43
Figura 3.0.4: “Outros” .....	43
Figura 3.0.5: “Não estruturado” .....	45
Figura 3.0.6: “Estruturado” .....	45
Figura 3.0.7: “Sangue a ligar o dig. aos rins” .....	45
Figura 3.0.8: “Absorção” .....	45
Figura 3.0.9: “Outros” .....	46
Figura 3.0.10: “Muito incompleto” .....	47
Figura 3.0.11: “Incompleto” .....	47
Figura 3.0.12: “Completo” .....	47
Figura 3.0.13: “Outros” .....	47
Figura 3.0.14: “A” .....	48
Figura 3.0.15: “B” .....	48
Figura 3.0.16: “D” .....	49
Figura 3.0.17: “U” .....	49
Figura 3.0.18: “DU” .....	49
Figura 3.0.19: “DC” .....	49
Figura 3.0.20: “DCU” .....	50

Figura 3.0.21: “Continuidade digst-urinário” .....	51
Figura 3.0.22: “Continuidade digst-urinário + sangue” .....	51
Figura 3.0.23: Grupos envolvidos no presente estudo .....	52
Figura 3.1.1: Grupos do EB envolvidos no presente estudo .....	53
Figura 3.1.2: Percentagem de categorias nas três questões em cada grupo de sujeitos .....	54
Figura 3.1.3: Percentagem de representação do sistema circulatório, nas questões Diamante, Maça e Água .....	55
Figura 3.1.4: Percentagem de representação do sistema urinário, nas questões Diamante, Maça e Água .....	56
Figura 3.1.5: Percentagem de representação por todos os alunos do EB, do sistema urinário na questão Água.....	57
Figura 3.1.6: Percentagem de categorias do sistema urinário na questão Água por grupo de alunos do EB .....	57
Figura 3.1.7: Percentagem de categorias para a inter-relação entre sistemas, nas três questões, em cada grupo de sujeitos .....	58
Figura 3.1.8: Esquemas extraídos de manuais do EB .....	61
Figura 3.1.9: Esquema extraído do manual “Ciências da Natureza”, Constância Editores .....	61
Figura 3.1.10: Imagem que introduz o estudo dos diferentes sistemas biológicos humanos no manual “Bambi 3”, Porto Editora .....	63
Figura 3.1.11: Esquema relativo à absorção “Ciências da Natureza”, Constância Editores .....	63
Figura 3.1.12: Esquemas relativos ao sistema urinário extraídos de manuais do EB .....	65
Figura 3.2.1: Grupo de estudantes do ensino superior envolvidos no presente estudo .....	66
Figura 3.2.2: Percentagem de categorias nas três questões em cada grupo de estudantes do 1.º ano do ensino superior .....	67
Figura 3.2.3: Percentagem de representação do sistema circulatório, nas questões Maça e Água, por grupo de estudantes do 1.º ano do ensino superior .....	68
Figura 3.2.4: Percentagem de respostas por categoria, nas questões Maça e Água, por cada grupo de estudantes do 1.º ano do ensino superior .....	68
Figura 3.2.5: Percentagem de representação do sistema urinário, na questão Água, por grupo de estudantes do 1.º ano do ensino superior .....	69
Figura 3.2.6: Percentagem de respostas, por categoria, na questão Água, pelos estudantes do 1.º ano do ensino superior .....	70
Figura 3.2.7: Percentagem de categorias, nas três questões, em cada grupo de estudantes do 1.º ano do ensino superior .....	71
Figura 3.2.8: Percentagem de categorias na questão Água em cada grupo de estudantes do 1.º ano do ensino superior .....	71
Figura 3.3.1: Grupo de estudantes do ensino superior envolvidos no presente estudo .....	74

Figura 3.3.2: Percentagem de respostas por categoria, em cada grupo de estudantes do 4.º ano do ensino superior .....	75
Figura 3.3.3: Percentagem de representação do sistema circulatório nas questões Maçã e Água por cada grupo de estudantes do 4.º ano do ensino superior .....	76
Figura 3.3.4: Percentagem de respostas por categoria, nas questões Maçã e Água, por cada grupo de estudantes do 4.º ano do ensino superior .....	77
Figura 3.3.5: Percentagem de representação do sistema urinário na questão Água por cada grupo de estudantes do 4.º ano do ensino superior .....	78
Figura 3.3.6: Percentagem de respostas por categoria, na questão Água, por cada grupo de estudantes do 4.º ano do ensino superior .....	78
Figura 3.3.7: Percentagem de categorias, nas três questões, em cada grupo de estudantes do 4.º ano do ensino superior .....	80
Figura 3.3.8: Percentagem de categorias para a continuidade na questão Água em cada grupo de estudantes do 4.º ano do ensino superior .....	80
Figura 3.4.1: Grupos de professores do EB envolvidos no presente estudo .....	83
Figura 3.4.2: Percentagem de categorias para o sistema digestivo, nas três questões, em cada grupo de professores .....	84
Figura 3.4.3: Percentagem de representação do sistema circulatório nas questões Maçã e Água em cada grupo de professores .....	85
Figura 3.4.4: Percentagem de categorias para o sistema circulatório, nas questões Maçã e Água, em cada grupo de professores .....	85
Figura 3.4.5: Percentagem de representação do sistema urinário na questão Água em cada grupo de professores .....	86
Figura 3.4.6: Percentagem de categorias para o sistema urinário, na questão Água, em cada grupo de professores .....	87
Figura 3.4.7: Percentagem de categorias, nas três questões, em cada grupo de professores .....	88
Figura 4.1: Categorias de concepções definidas com base nos resultados dos trabalhos levados a cabo por Giordan e de Vecchi (1988) .....	93
Figura 4.2: Exemplos de respostas que ilustram, entre outras, a representação de dois tubos por indivíduos de diferentes faixas etárias (Giordan e de Vecchi,1988) .....	94
Figura 4.3: Categorias das concepções sobre a digestão/excreção definidas por Clément (2001b, 2003b). Concepção A; Concepção B; Concepção C .....	95
Figura 4.4: Exemplo de respostas, de estudantes do 2.º ano de Biologia da Universidade Lyon 1, incluídas na categoria A .....	95
Figura 4.5: Exemplos de respostas que ilustram a representação de dois tubos, bem como a continuidade entre o tubo digestivo e órgãos do sistema urinário (Sauvageot-Skibine, 1993) ....	96
Figura 4.6: Esquema que introduz o estudo do sistema circulatório no manual “Ciências Naturais 8”, Areal Editores .....	102
Figura 4.7: Esquema da ficha de avaliação de conhecimentos do manual “Ciências Naturais 8”, Areal Editores .....	108

Figura 4.8: Fotografia de dissecação de um coelho presente num manual francês para uma faixa etária entre os 10 e os 11 anos .....	109
Figura 4.9: Esquema do sistema digestivo presente num manual francês para uma faixa etária entre os 10 e os 11 anos .....	109
Figura 4.10: Esquema extraído do manual escolar “Terra, Universo de Vida”, Biologia, Porto Editora .....	110

# Índice de quadros

Quadro I: Alguns conteúdos e objectivos gerais definidos no programa curricular do 2.º CEB para a disciplina de Ciências da Natureza no 6.º ano .....	18
Quadro II: Alguns conteúdos e objectivos gerais definidos no programa curricular do 3.º CEB para a disciplina de Ciências Naturais no 8.º ano .....	19
Quadro III: Exemplos de conteúdos e objectivos definidos no programa curricular do ensino secundário para a disciplina de Biologia no 12.º ano .....	21
Quadro IV: Lista de cursos que conferem qualificações para a docência e respectivo grau académico .....	26

# Índice de tabelas

Tabela 2.1: Caracterização dos alunos do EB .....	33
Tabela 2.2: Caracterização dos estudantes do ensino superior .....	34
Tabela 2.3: Caracterização dos professores em serviço .....	36
Tabela 3.0.1: Agrupamento das categorias para o sistema digestivo .....	43
Tabela 3.0.2: Agrupamento das categorias para o sistema circulatório .....	44
Tabela 3.0.3: Agrupamento das categorias para o sistema urinário .....	46
Tabela 3.0.4: Agrupamento das categorias para a continuidade .....	50
Tabela 3.1.1: Relação, em percentagem, entre as respostas dadas em cada uma das questões por grupo de alunos do EB .....	59
Tabela 3.2.1: Relação, em percentagem, entre as respostas dadas em cada uma das questões por grupo de estudantes do 1.º ano do ensino superior .....	72
Tabela 3.3.1: Relação, em percentagem, entre as respostas dadas em cada uma das questões por grupo de estudantes do 4.º ano do ensino superior .....	81
Tabela 3.4.1: Relação, em percentagem, entre as respostas dadas em cada uma das questões por grupo de professores do EB .....	88
Tabela 4.1: Descrição das categorias e concepções presentes na figura 4.1 (adaptado de Giordan e de Vecchi, 1988) .....	93

# Lista de Siglas

1.º CEB – 1.º Ciclo do Ensino Básico

2.º CEB – 2.º Ciclo do Ensino Básico

3.º CEB – 3.º Ciclo do Ensino Básico

DGAE – Direcção-Geral da Administração Educativa

DGIDC – Direcção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular

EB – Ensino Básico

EB1 – Ensino Básico, 1.º Ciclo

EB2 – Ensino Básico, 2.º Ciclo

EB2/3 – Ensino Básico, 2.º e 3.º Ciclos

EB3 – Ensino Básico, 3.º Ciclo

GIASE – Gabinete de Informação e Avaliação do Sistema Educativo

ME – Ministério da Educação

# Introdução

A taxa de insucesso escolar e do abandono escolar no nosso país continua a ser das mais elevadas da Comunidade Europeia. Esta é uma realidade que nos acompanha há demasiado tempo e para a qual tem sido difícil encontrar soluções eficazes, apesar das sucessivas reformas na educação.

O Programa para a Educação do XVII Governo Constitucional realça essa realidade e assume como “urgência nacional” o nível de formação e qualificação dos portugueses, como podemos ler no parágrafo inicial do referido documento (ME, 2005a):

*“Superar o atraso educativo português face aos padrões europeus, integrar todas as crianças e jovens na escola e proporcionar-lhes um ambiente de aprendizagem motivador, exigente e gratificante, melhorar progressivamente os resultados, fazendo subir o nível de formação e qualificação das próximas gerações, tudo isto constitui uma urgência nacional. A superação destes desafios é essencial para o desenvolvimento pessoal e cívico de cada um, para a promoção da ciência e da cultura, para a coesão da sociedade, para a produtividade e a competitividade da economia.”*

Como em qualquer situação da vida quotidiana, quando nos confrontamos com um problema, a melhor forma de o resolver é, certamente, encontrarmos a causa desse problema e só depois estruturar a solução para o mesmo. Esta será também a estratégia mais eficaz a curto e a longo prazo para a resolução de problemas no âmbito da Educação.

No que respeita à procura da causa do grave do problema do insucesso escolar, os diferentes intervenientes em todo o processo têm vindo a responsabilizar-se mutuamente, gerando climas de suspeição e de insatisfação, que em nada têm ajudado na procura das tão esperadas soluções. Assim, o governo responsabiliza os professores; estes por sua vez alegam a falta de condições das escolas e a crescente desresponsabilização dos pais enquanto educadores; estes últimos invocam as obrigações profissionais dos professores, entre as quais incluem a de educar, etc. etc.

Este efeito “pingue-pongue”, no que respeita a atribuição de responsabilidades, acaba por mascarar os verdadeiros problemas e conseqüentemente travar a necessária reformulação e reestruturação do sistema de ensino.

Não é nossa intenção continuar a debater esta temática, nem temos a pretensão de apontar possíveis soluções para estes problemas, pretendemos sim conhecer alguns dos

problemas relacionados com o ensino da biologia, em particular da biologia humana e apontar estratégias, que poderão ajudar a ultrapassar os obstáculos de aprendizagem identificados. O nosso trabalho é “*uma pequena gota no oceano*” do ensino, mas acima de tudo, acreditamos que a resolução dos problemas passa, numa fase inicial, pelos “actores” que estão na linha da frente: os professores e os alunos, em que estes são os mais afectados e como tal, os primeiros a aperceberem-se dos problemas. Uma intervenção “Bottom – Up” poderá ser mais eficaz que a “Top – Down”, pois vai directa aos problemas evitando-se a delineação de estratégias e medidas “utópicas” e desfasadas da nossa realidade.

O conceito de ensino-aprendizagem tem sido frequentemente repensado, bem como o papel que o professor e o próprio aluno desempenham nesse processo. Actualmente defende-se que o professor deve assumir o papel de um “mediador” (Carvalho, 2003), ou seja, deve provocar o que actualmente se designa como “brain storming” levando a que os alunos construam por si próprios o conhecimento. Isto significa que os alunos devem ser levados a questionar os conhecimentos que possuem (concepções prévias), quando confrontados com factos científicos, e servindo-se das “ferramentas” fornecidas pelo professor construir um novo conhecimento, mais completo, mais preciso e mais científico.

Actualmente, a teoria do Construtivismo é reconhecida tanto a nível nacional e internacional, mas já Galileu havia afirmado que “*On ne peut rien enseigner à un homme; on ne peut que l'aider à découvrir ce qui est en lui.*”<sup>1</sup> (Giordan e de Vecchi, 2002), onde os princípios básicos do construtivismo estão já bem implícitos.

Este trabalho centra os seus objectivos na compreensão do processo fisiológico da Digestão/Excreção em alunos de diferentes níveis do ensino, incluindo o básico e o superior, e em professores dos três níveis do ensino básico. Baseia-se em diversos estudos internacionais (Clément *et al.* 1983<sup>2</sup>, Clément 1991, 1994; Giordan e de Vecchi, 1988 e 2002; Sauvageot-Skibine 1993), bem como em alguns estudos nacionais (Clément, 2003b; Carvalho *et al.*, 2004a e Carvalho *et al.*, 2004b).

Tendencialmente, quando discutimos a problemática das concepções fazemo-lo em relação aos alunos, esquecemo-nos que sendo as concepções resultado das vivências

---

<sup>1</sup> “*Não se pode ensinar nada a um homem, apenas podemos ajudar a descobrir o que existe nele*”

<sup>2</sup> Referido por Clément, 1991

diárias, qualquer um dos sujeitos que intervêm em todo o processo de ensino-aprendizagem é detentor de uma série de concepções que por vezes são mascaradas pelo percurso de vida de cada um, em particular o profissional.

O próprio Currículo Nacional, que é da responsabilidade de uma equipa, tem subjacentes uma série de factores como a cultura, as crenças (religiosas ou outras), os valores, as ideologias. Este é o domínio da Transposição Didáctica Externa (Clément, 2001b; 2004). Quando passamos para um contexto de sala de aula, voltamos a sujeitar o processo de ensino-aprendizagem a um novo conjunto de factores que o influenciam, entre outros: a interpretação do currículo e preparação das actividades didáctico-pedagógicas por parte dos professores; a interpretação do currículo e organização dos manuais por parte dos seus autores e editores. Este é o domínio da Transposição Didáctica Interna (Clément, 2001b; 2004).

Em suma, todos os intervenientes são detentores de uma série de concepções que podem ter um efeito cumulativo, reforçando essas mesmas concepções, ou podem ter um efeito contrário, em que provavelmente, o professor, como interlocutor directo entre o currículo e o aluno deixa prevalecer as suas próprias concepções.

Podemos então falar na triangulação referida por Astolfi *et al.* (1998) e Clément (1998), entre os Saberes, o Professor e o Aluno e compreender por que razão as investigações em didáctica das ciências assentam nesta triangulação. No caso particular de uma disciplina como a biologia, o objectivo das investigações em didáctica é estudar o porquê e o como os conhecimentos desta disciplina podem ser adquiridos e mobilizados em determinadas situações (Clément, 2000).

A identificação das concepções de qualquer um os intervenientes acima referidos, assume uma importância primordial na medida em que essas concepções podem dificultar ou mesmo obstruir o processo de mudança conceptual, falamos então de obstáculos de aprendizagem. Estes podem ser de natureza epistemológica, didáctica, psicológica, patológica (obstáculos relativos a determinadas patologias: dislexia, entre outras) e social (Clément, 2003b). A ultrapassagem destes obstáculos depende de um diagnóstico rigoroso, da posterior delineação de estratégias específicas para cada obstáculo ou para cada conjunto de obstáculos e da sua adequada aplicação em contexto sala de aula.

No presente estudo pretendemos:

- i. Identificar as concepções sobre a digestão/excreção apresentadas pelas diferentes amostras.
- ii. Comparar as concepções expressas nas diferentes amostras.
- iii. Identificar, com base nas concepções, alguns obstáculos de aprendizagem.
- iv. Apresentar algumas recomendações ou propostas didáticas que visem ultrapassar os possíveis obstáculos de aprendizagem identificados.

### **Estrutura do trabalho**

Sistematizando, a estrutura do presente trabalho é a seguinte:

- ✎ **Enquadramento Teórico:** exploração dos fundamentos teóricos que constituem os pilares da investigação – *Capítulo 1*;
- ✎ **Metodologia:** descrição da metodologia, descrevendo e justificando a técnica de recolha de dados seguida, caracterizando os diferentes grupos que intervieram no estudo e descrevendo e justificando o processo de categorização dos dados recolhidos e a análise estatística levada a cabo – *Capítulo 2*;
- ✎ **Resultados:** apresentação dos resultados, após categorização e tratamento estatístico dos mesmos. Este capítulo respeita a seguinte ordem: começamos por apresentar os resultados dos alunos do Ensino Básico (1º, 2º e 3º ciclos); seguem-se os resultados dos estudantes do 1º ano do Ensino Superior e os do 4º ano do Ensino Superior (futuros professores do 1º, 2º e 3º ciclos); e por último, os resultados dos professores em serviço dos três ciclos do EB – *Capítulo 3*;
- ✎ **Discussão e conclusões:** identificação das concepções e dos possíveis obstáculos de aprendizagem, bem como da sua natureza: epistemológica ou didáctica (fundamentalmente) e conclusões. Neste capítulo sugerimos ainda possíveis estratégias para ultrapassar os obstáculos identificados e apresentamos propostas de inovações/alterações relativamente à realização de trabalhos futuros similares a este – *Capítulo 4*;
- ✎ **Referências:** apresentação das referências bibliográficas utilizadas ao longo de todo o trabalho – *Capítulo 5*.

# 1. Enquadramento Teórico

Com o passar dos tempos os conceitos de Escola e de processo de ensino-aprendizagem têm vindo a ser sucessivamente repensados e várias reformas do sistema têm vindo a ser postas em prática.

Se épocas houve, em que se defendia que os professores deviam transmitir/depositar o conhecimento e os alunos apreender/memorizar tudo quanto lhes era transmitido, ou seja, o educador educava e os educandos eram educados; o educador sabia e os educandos não sabiam; o educador era sujeito do processo e os educandos meros objectos, (Freire, 1975)<sup>3</sup>; hoje em dia, defende-se um ensino centrado no aluno, ou seja, acredita-se que este desempenha um papel decisivo em todo o seu processo de aprendizagem. O construtivismo é, claramente, o paradigma em vigência. Este implica uma efectiva mudança conceptual, isto é, as concepções iniciais/prévias devem transformar-se em concepções cada vez mais científicas (Clément, 2001b).

O primeiro conceito, mais tradicional, privilegiava um ensino focado no conteúdo, mas foi-se tomando consciência da falta de eficácia daquele tipo de ensino. Baseava-se na transmissão dos conhecimentos e na memorização, em detrimento de uma aprendizagem significativa dos conteúdos. Tudo isto fazia com que os anos passados na escola não acrescentassem grande utilidade para o desenvolvimento integral do indivíduo, bem como da sociedade onde se insere (Domingos *et al.*, 1987).

Giordan e de Vecchi (1988) constataam que tanto na Europa como na América do Norte os conhecimentos científicos são esquecidos ao fim de algum tempo e para além disso, acreditam que o seu ensino não é feito de uma forma integradora.

Ao defender um ensino centrado no aluno, valorizando todas as ideias e estruturas mentais que este possui à partida, tal como consta no Currículo Nacional do Ensino Básico<sup>4</sup>, o papel do professor adquiriu uma nova perspectiva, que acaba por exigir a aquisição de uma série de novas competências científicas, pedagógicas e metodológicas.

Se o aluno é o construtor do seu próprio conhecimento, o professor, como mediador, também é responsável por essa construção (Carvalho, 2003). Assim, para que o professor desenvolva a sua actividade deve, para além de aumentar os seus

---

<sup>3</sup> Referido por Machado, F. A. e Gonçalves, M. F. M., 1991

<sup>4</sup> Ver ponto 1.1 (1º Ciclo do Ensino Básico) deste capítulo.

conhecimentos científicos (*Content Knowledge - CK*), desenvolver a capacidade de transformar esses conhecimentos em acções de ensino (*Pedagogical Content Knowledge – PCK*) (Shulman, 1991)<sup>5</sup>. De Jong (2001) defende que para os professores desenvolverem o seu PCK devem considerar quatro aspectos fundamentais: (i) as representações dos conteúdos de ensino; (ii) as estratégias de ensino, incorporando essas representações; (iii) as concepções específicas das crianças; e (iv) as suas dificuldades nas aprendizagens.

A Didáctica das Ciências é um campo da investigação que procura dar resposta a uma série de questões que têm sido levantadas e que têm posto em causa a eficácia do processo de ensino-aprendizagem. Pretende assim especificar os objectivos do ensino das ciências e renovar as metodologias de forma a melhorar as condições de aprendizagem (Astolfi *et al.*, 1998)

Actualmente vários didácticos defendem que o processo de ensino-aprendizagem depende da conjugação de uma série de factores que interagem entre si e determinam todo o processo. Considera-se que a investigação em didáctica se baseia na triangulação entre os Saberes, o Professor e o Aluno (Astolfi *et al.*, 1998; Clément, 1998). Em particular na Didáctica da Biologia, Clément (1998) considera os seguintes campos: (i) análise da transposição didáctica que engloba a transposição didáctica externa, a qual se refere às razões que levam à escolha dos conteúdos/saberes que serão ensinados; e transposição didáctica interna, que diz respeito à forma como se trabalham os conteúdos/saberes que serão ensinados; (ii) análise das situações didácticas, relacionada com situações e processos de aprendizagem; e (iii) análise das concepções e dos obstáculos de aprendizagem que podem ser de natureza epistemológica, didáctica e psicológica.

Como podemos constatar, quer Clément quer De Jong, realçam a importância das concepções dos alunos na aprendizagem dos conhecimentos científicos. Ambos consideram o facto dos alunos serem detentores de uma série de “conhecimentos” adquiridos com as suas experiências do quotidiano, ou seja, conhecimentos empíricos aos quais se referem como concepções.

Impõe-se agora que façamos uma pequena análise sobre a noção do termo “concepções”. A sua aplicação pelos pedagogos e pelos didácticos não tem sido

---

<sup>5</sup> Referido por Carvalho, 2003

consensual. Gera-se alguma confusão, nomeadamente, na designação mais adequada para as ideias, ou estruturas mentais que os alunos possuem *a priori*. A grande dúvida reside entre a aplicação do termo “representações” ou “concepções” para designar as ideias prévias, que de alguma forma estão cientificamente incorrectas ou que são não científicas; e de “conhecimentos” para designar o que está cientificamente correcto, isto é, que é reconhecido como tal pela comunidade científica (Clément, 1994).

A palavra “representações” é utilizada em diversos contextos e pode ter significados diferentes, por seu lado o termo “concepções” é mais preciso, podendo ser considerado como um conjunto de imagens mentais ou de modelos (Giordan e de Vecchi, 2002). Clément (1994), define concepções como todos os aspectos conceptuais da memória a longo prazo (*Mémoire à Long Terme - MLT*), constituída pelo nosso universo conceptual, resultado dos conhecimentos científicos, das crenças, dos valores, das ideologias, entre outros. Assim sendo, considera-se o termo concepções o mais adequado, quando trabalhamos no âmbito da Didáctica (Clément, 1994; Giordan e de Vecchi, 2002).

Convém no entanto realçar que perante uma situação concreta, o que expressamos não corresponde, pelo menos directamente, ao conjunto das nossas concepções, corresponde apenas a um pequeno grupo de concepções que são mobilizadas e emergem perante a referida situação. Estas concepções mobilizadas num determinado momento perante uma situação concreta são designadas como “concepções conjunturais” e aparecem associadas à designada memória de trabalho (*Mémoire de Travail*) (Clément, 1994). Segundo G. Tiberghien *et al.*<sup>6</sup>, a memória de trabalho inclui-se no universo das memórias transitórias (*Mémoires Transitoires*) também designadas por memórias a curto prazo (*Mémoires à Court Terme - MCT*).

O presente trabalho enquadra-se na perspectiva das concepções conjunturais, na medida em que serão analisadas as respostas dadas a três questões distintas, mas complementares. Neste sentido, devemos ser muito cautelosos e ter em atenção que as concepções que emergem perante uma determinada situação devem ser analisadas juntamente com todas as proposições dessa mesma situação, só assim conseguiremos interpretar concepções, aparentemente contraditórias, que emergem face a diferentes situações (Clément, 1994 e 2000).

---

<sup>6</sup> Referido por Clément, 1994

A partir do momento em que o ensino se começou a basear na teoria construtivista, ou seja, em que se começou a valorizar tudo o que os alunos sabem, as suas ideias, as interpretações do mundo que os rodeia, em suma, as suas concepções iniciais resultantes de um conhecimento empírico, começou-se também a tomar consciência de que para que ocorra uma aprendizagem efectiva de um determinado tema ou assunto devemos ter como ponto de partida as concepções dos alunos relativamente a esse tema, e a partir daí trabalhá-lo, quer isto implique uma melhoria, quer implique uma total reconstrução de todo o conhecimento. Giordan e de Vecchi (2002) consideram que essas ideias prévias possuem uma certa estabilidade que acaba por condicionar e dificultar a aquisição de conhecimentos, e que se não forem consideradas vão manter-se ou mesmo “fortalecer-se”. Neste sentido podemos falar num novo conceito, o de obstáculo de aprendizagem.

Clément (2003a) considera os obstáculos mais transversais e mais estáveis que as concepções, estes podem ser identificados após uma análise mais profunda e pormenorizada das concepções.

A identificação de um obstáculo permite-nos compreender e explicar uma determinada concepção (Clément, 2003a), tornando assim possível o delineamento de estratégias pedagógicas para ultrapassar os obstáculos e conseguir uma efectiva mudança conceptual. Clément (2003b) acaba por generalizar a definição de obstáculo de aprendizagem, passando a considerar tudo o que se oponha a uma aprendizagem: ou porque impede a aquisição de conhecimentos ou do saber-fazer (*savoir-faire*); ou porque impede a mobilização/aplicação dos conhecimentos, aparentemente adquiridos, em situações da vida quotidiana ou profissional. “*Na melhor das situações, os novos conhecimentos infiltram-se no sistema de pensamento previamente instalado, na criança ou no adulto, sem afectar a sua estrutura.*” (Giordan e de Vecchi, 1988: 54)

Este problema é claramente uma consequência da inexistência de uma mudança conceptual, ou seja, apesar de já ter ocorrido um ou mais contactos com o conhecimento científico transmitido na escola, quando questionados sobre o assunto não aplicam o conhecimento correcto, pondo-se a descoberto as concepções que já existiam antes das aprendizagens deixando, por vezes, prevalecer a ideia passada pelas observações do quotidiano. Incontestavelmente, os obstáculos de aprendizagem não foram ultrapassados o que compromete a pretendida mudança conceptual.

Como já foi atrás referido, Clément (2001b, 2003b) considera a existência de três tipos de obstáculos de aprendizagem relacionados com as concepções:

- ☞ **Obstáculos epistemológicos** – correspondem às concepções construídas ao longo da vida com base nas vivências do quotidiano (situações familiares, crenças, antropocentrismo espontâneo, opiniões) e que se opõem a uma interpretação científica;
- ☞ **Obstáculos didáticos** – correspondem às concepções construídas em episódios de aprendizagem anteriores podendo estar relacionados com os manuais, com a prática docente, ou outros materiais/estratégias utilizados.
- ☞ **Obstáculos psicológicos** – correspondem às concepções construídas com base em razões de ordem pessoal que funcionam como um entrave à aquisição de um conhecimento mais científico.

Talvez possamos dizer, que de todos os obstáculos, os didáticos são aqueles que menos dependem dos alunos, pelo menos directamente. Estes são resultado da combinação de uma série de factores, nomeadamente materiais didáticos e prática docente, que influenciam a (não) compreensão dos temas abordados.

Dos factores mencionados, os manuais escolares têm sido os materiais didáticos mais analisados e discutidos, sendo tema de diversos trabalhos de dissertação no grupo de investigação em que estamos inseridos. É unânime a ideia de que este é o material didático por excelência, servindo como um guia na planificação das aulas (Sá e Carvalho, 1997; Silva, 2004; Alves, 2005a; ME, 2005b), há inclusive, quem o considere como a “bíblia” dos professores. Assim, o manual influencia a escolha dos conteúdos abordados na sala de aula, bem como, a forma como se processa essa abordagem e, consequentemente condiciona a aprendizagem dos alunos (Gayoso, 1997)<sup>7</sup>.

Assim, tendo em conta o seu papel, destacamos a importância da informação veiculada pelos mesmos, quer no que respeita o rigor científico, quer no que respeita a forma como os conteúdos são abordados (rigor e adequação da linguagem, rigor e clareza dos diagramas e das imagens, coerência e complementaridade entre os diagramas ou imagens e os textos, etc.) (Silva, 2004).

Alguns autores defendem que os manuais veiculam interpretações pedagógicas diferentes que são reflexo das concepções, acerca do que deve ser o ensino das ciências, dos seus autores. Alguns estudos na área do ensino da física revelaram que os manuais

---

<sup>7</sup> Referido por Teixeira *et al.*, 1999

podem reforçar determinados obstáculos e põem em evidência as concepções dos próprios autores, no que respeita o ensino daquela disciplina (Giordan e de Vecchi, 2002).

A escolha dos manuais é da responsabilidade dos professores que leccionam num determinado grupo de docência ou nível de ensino, estes fazem uma análise dos diferentes manuais disponibilizados pelas diversas editoras tendo em conta uma série de critérios definidos pela Direcção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular (DGIDC) repartidos por quatro pontos fundamentais: Organização e Método; Informação; Comunicação e Características materiais (DGIDC, 2004-2005).

O aumento do número de manuais escolares e a concorrência entre as diferentes editoras, veio dificultar a realização de um trabalho rigoroso de avaliação dos mesmos. “ (...) *As decisões de adopção passaram muitas vezes a depender mais das práticas de promoção e comercialização dos livros escolares, do que da formação de juízos fundamentados sobre a sua qualidade ou a sua correspondência ao projecto educativo da escola (...)*” (ME, 2005b).

Cumulativamente, discute-se o problema que esta política de selecção de manuais traz para a economia das famílias portuguesas. Garantir o acesso à escolaridade, incluindo a escolaridade básica (escolaridade obrigatória), fica cada vez mais dispendioso e a grande fatia é para os manuais, especialmente a partir do 2º ciclo.

Assim, para além da “qualidade” didáctico-pedagógica dos manuais, o custo económico dos mesmos tem sido bastante discutido tendo levado à elaboração, pelo Ministério da Educação (2005b), de um Anteprojecto de Proposta de Lei sobre Manuais Escolares que, grosso modo, defende a criação de um Sistema de Avaliação e Certificação dos Manuais Escolares, no qual participam o Conselho de Avaliação dos Manuais Escolares, as Comissões de Avaliação e os docentes. No mesmo documento pode ler-se que:

*“A introdução de um sistema exigente de avaliação e certificação dos manuais escolares e de regulação do respectivo processo de adopção terá necessariamente de atender a um conjunto de questões que se relacionam com valores éticos, cívicos e pedagógicos, e considerar uma pluralidade de interesses e perspectivas, a saber, dos alunos e das famílias, das escolas, dos professores, dos autores e dos editores. Contudo, deve cuidar antes de mais da defesa do interesse público.”*

Quando falámos no ensino das Ciências Naturais, não podemos deixar de realçar a importância das imagens, cada imagem científica é uma mensagem “multicodificada”

que requer uma análise cuidada para que os alunos possam compreender toda a informação que ela possui e assim consigam reescrever essa informação, estruturando os seus próprios esquemas e diagramas (Astolfi *et al.*, 1998). É importante definir o que é uma imagem científica e a sua influência na conceptualização de saberes científicos, onde essas imagens podem ter um papel estruturante (como suporte das aprendizagens, ou, por vezes, como obstáculo) (Clément, 2000).

Por exemplo, ensinar biologia humana sem recorrermos a imagens dos diferentes órgãos e sistemas ou abordar a botânica sem utilizar imagens relacionadas com plantas dificulta, à partida, todo o processo de ensino-aprendizagem. Para além disso, nos manuais escolares é frequente aparecerem exercícios ou textos que implicam a observação de imagens (Sá e Carvalho, 1997), daí podermos considerar as imagens como um “instrumento” fundamental no ensino das ciências, devendo por isso respeitar critérios de rigor científico, clareza de interpretação, estética, relação e complementaridade imagem/texto e adequação ao público-alvo. Para além disso, alguns estudos apontam no sentido de que as crianças tendem a memorizar as imagens e depois tentam reproduzi-las, por vezes de forma incorrecta (Selles e Ayres, 1999), uma vez que as imagens nem sempre são claras e explícitas.

As primeiras imagens exibidas durante o estudo de um determinado tema são aquelas que permanecem e que, provavelmente, vão emergir sempre que formos colocados perante situações que mobilizem a área correspondente da nossa memória de trabalho. Vários estudos levados a cabo com alunos e professores do 1º Ciclo do Ensino Básico (1º CEB) (Clément, 2003b; Carvalho *et al.*, 2004a; Carvalho *et al.*, 2004b) sugerem mesmo que as imagens desempenham um papel mais determinante que o texto na aprendizagem de determinados conteúdos (Carvalho e Silva, 2005).

O facto do ensino continuar a privilegiar a memorização de conceitos, de fenómenos e de processos em detrimento da sua compreensão, do desenvolvimento do espírito crítico e do raciocínio é, provavelmente, a sua maior falha. Apesar do construtivismo, como já foi referido, ser defendido por todos, a implementação dos princípios básicos desta teoria ainda se pode considerar utópica. Segundo Giordan e de Vecchi (2002) o aluno aparece frequentemente como o “presente-ausente” do sistema educativo, ou seja, ele está lá, mas raramente se tem em consideração aquilo que sabe ou julga saber.

Continuamos a ver os professores apostarem na transmissão/memorização de conhecimentos, a chamada educação enciclopédica que assenta num ensino

predominantemente transmissivo, quer no decorrer das aulas quer nos momentos de avaliação: os testes. Já em 1907 Bruckner<sup>8</sup> afirmava que: “*Desde as primeiras classes, a maioria dos alunos desanima [...]; estudam ciências naturais sem prazer, unicamente para o exame. [...]*”.

É razão para nos questionarmos acerca do que mudou desde então. Actualmente, continuamos a discutir e a tentar solucionar basicamente os mesmos problemas.

Clément (2003b) descreve ainda outros obstáculos, nomeadamente os ligados a determinadas patologias que englobam problemas de ordem física e/ou psicológica; e os obstáculos sociológicos, relacionados, por exemplo, com a desigualdade no acesso ao sistema educativo por razões de ordem socioprofissional, entre outras. No entanto estes obstáculos não serão muito relevantes para o estudo a que nos propusemos.

Até agora, temo-nos referido essencialmente às concepções prévias dos alunos contudo, começa-se a discutir a importância das concepções dos adultos. De facto, algumas concepções podem emergir no ensino básico, no ensino secundário e mesmo nos adultos. Por isso, Giordan e de Vecchi (2002) consideram tratar-se de um fenómeno geral, que abrange qualquer faixa etária.

Estas concepções assumem uma considerável importância quando nos referimos a adultos que, de forma mais ou menos directa, estão envolvidos em todo o processo de ensino, fundamentalmente os professores. Na verdade, um professor é um indivíduo, inserido numa sociedade e com a qual estabelece constantes interações e interdependências. Assim sendo, cada professor acaba por desenvolver concepções próprias resultantes da convergência de todas as suas vivências pessoais, profissionais, sociais, etc.

Tudo isto leva a que, inevitavelmente, apresentem concepções próprias que, consciente e inconscientemente, acabam por veicular para os seus alunos. Neste sentido, é essencial que os professores reconheçam as suas próprias concepções uma vez que estas se podem tornar obstáculos à aprendizagem (Clément, 2003b), que não sendo diagnosticados se vão perpetuando e por vezes consolidando ao longo da carreira docente.

O mesmo autor (Clément, 2001b) defende ainda que a formação inicial dos professores não é suficiente, e que tendo em conta os avanços na área da biologia e

---

<sup>8</sup> Referido em Giordan e de Vecchi, 1988: 14

mesmo na área das ciências da educação, é fundamental que os professores reciclem os seus conhecimentos.

Mais uma vez, alguns estudos, envolvendo professores portugueses do 1ºCiclo do Ensino Básico (Carvalho *et al.*, 2004b) e estudantes universitários franceses (Clément, 2001a) revelou que uma actividade metacognitiva pode ser muito eficaz no que respeita a identificação e ultrapassagem de alguns obstáculos, conduzindo a uma mudança das concepções inicialmente identificadas.

Segundo Clément (2003b), no ensino-aprendizagem da Biologia emergem uma série de obstáculos epistemológicos relacionados com as opiniões, as crenças, os sistemas de valores, as ideologias dos alunos, mas também dos professores. Se o aluno deve ser activo na construção do seu conhecimento, o professor, enquanto elemento com responsabilidades educativas mais próximo do aluno, deve ser o grande incentivador e mediador de todo o processo (Carvalho, 2003).

Em Didáctica da Biologia têm-se desenvolvido inúmeros trabalhos, pelo menos, desde a década de 70. Muitos desses trabalhos envolvem um processo em particular, o da digestão (Clément *et al.* 1983<sup>2</sup>, Clément 1991, 1994 e 2003b; Giordan e de Vecchi, 1988, 2002; Sauvageot-Skibine 1993), que pode mesmo ser considerado um clássico.

Em Portugal, este tipo de estudo é mais recente, destaca-se um estudo transversal levado a cabo no Instituto de Estudos da Criança que procurou identificar concepções e dificuldades de aprendizagem sobre o processo de digestão, apresentadas por alunos do 1º CEB (Carvalho *et al.*, 2004a; Carvalho *et al.*, 2004b; Silva 2004).

Quanto a trabalhos desenvolvidos com adultos, conhecem-se apenas estudos preliminares que envolveram a identificação de concepções e obstáculos de aprendizagem em futuros professores (estudantes universitários) e professores em serviço do 1º CEB (Clément, 2003b; Carvalho *et al.*, 2004b).

Nos estudos nacionais mencionados, identificaram-se vários obstáculos: obstáculos epistemológicos e didácticos (Clément, 2003b; Carvalho *et al.*, 2004a, Carvalho *et al.*, 2004b; Silva 2004).

Do estudo que envolveu os alunos do 1ºCiclo do Ensino Básico concluiu-se que estes apresentam padrões de dificuldades na aprendizagem da digestão/excreção que se referem (*i*) à massa de intestino delgado enrolado sobre si próprio, sem identificação das ligações ao estômago e ao intestino grosso, e (*ii*) à não referência da absorção (dos nutrientes pelo sangue, essencialmente ao nível dos intestinos) (Carvalho *et al.*, 2004a, Carvalho *et al.*, 2004b; Silva, 2004; Carvalho *et al.*, 2005).

Estes resultados vêm reforçar a existência de algumas lacunas já discutidas, nomeadamente a incapacidade de integrar e relacionar conteúdos abordados em separado e a influência das primeiras imagens (Carvalho *et al.*, 2005) na aquisição dos conhecimentos científicos, com este estudo pretendemos saber até que ponto essas concepções “resistem” às sucessivas abordagens em contexto sala de aula.

## **1.1. Programa nacional na área de Biologia Humana**

Como consta no seu Capítulo II, Artigo 8º a Lei de Bases do Sistema Educativo (Lei n.º 46/86, de 14 de Outubro, com alterações introduzidas pela Lei n.º 115/97, de 19 de Setembro), refere-se à organização do ensino básico (ME, 2002)<sup>9</sup>:

- 1 – O ensino básico compreende três ciclos sequenciais, sendo o 1º de quatro anos, o 2º de dois anos e o 3º de três anos, organizados nos seguintes termos:
  - a) No 1º ciclo, o ensino é globalizante, da responsabilidade de um professor único, que pode ser coadjuvado em áreas especializadas;
  - b) No 2º ciclo, o ensino organiza-se por áreas interdisciplinares de formação básica e desenvolve-se predominantemente em regime de professor por área;
  - c) No 3º ciclo, o ensino organiza-se segundo um plano curricular unificado, integrando áreas vocacionais diversificadas, e desenvolve-se em regime de um professor por disciplina ou grupo de disciplinas.
- 2 – A articulação entre os ciclos obedece a uma sequencialidade progressiva, conferindo a cada ciclo a função de completar, aprofundar e alargar o ciclo anterior, numa perspectiva de unidade global do ensino básico.
- 3 – Os objectivos específicos de cada ciclo integram-se nos objectivos gerais do ensino básico, nos termos dos números anteriores e de acordo com o desenvolvimento etário correspondente, tendo em atenção as seguintes particularidades:
  - a) Para o 1º ciclo, o desenvolvimento da linguagem oral e a iniciação e progressivo domínio da leitura e da escrita, das noções essenciais da aritmética

---

<sup>9</sup> O sublinhado é nosso

e do cálculo, do meio físico e social, das expressões plástica, dramática, musical e motora;

- b) Para o 2º ciclo, a formação humanística, artística, física e desportiva, científica e tecnológica e a educação moral e cívica, visando habilitar os alunos a assimilar e interpretar crítica e criativamente a informação, de modo a possibilitar a aquisição de métodos e instrumentos de trabalho e de conhecimento que permitam o prosseguimento da sua formação, numa perspectiva do desenvolvimento de atitudes activas e conscientes perante a comunidade e os seus problemas mais importantes;
- c) Para o 3º ciclo, a aquisição sistemática e diferenciada da cultura moderna, nas suas dimensões humanística, literária, artística, física e desportiva, científica e tecnológica, indispensável ao ingresso na vida activa e ao prosseguimento de estudos, bem como a orientação escolar e profissional que faculte a opção de formação subsequente ou de inserção na vida activa, com respeito pela realização autónoma da pessoa humana.

Como é referido nos itens acima descritos, os diferentes ciclos de ensino respeitam uma sequencialidade que determina que os diferentes conteúdos vão sendo abordados de uma forma mais completa e profunda ao longo da escolaridade básica.

No que respeita o ensino das Ciências Naturais, em particular o ensino da biologia humana, de onde destacamos os sistemas digestivo, circulatório e urinário, conteúdos nos quais se baseia o presente trabalho, essa sequencialidade progressiva é evidente.

Impõe-se que façamos um pequeno esclarecimento: os programas curriculares actualmente em vigor foram definidos em 2001, aquando da última reforma educativa. Contudo, os alunos que participaram no presente estudo frequentaram os níveis de ensino, relevantes para este trabalho, ainda sujeitos aos programas definidos pela reforma educativa de 1991. Assim, ao longo do nosso trabalho analisaremos preferencialmente os programas definidos pela reforma de 1991, fazendo sempre que nos pareça pertinente uma referência aos programas actuais.

### 1.1.1. 1º Ciclo do Ensino Básico

O 1º Ciclo do Ensino Básico corresponde ao início do ensino formal e prolonga-se por quatro anos ao longo dos quais, entre outras, abordam a “disciplina” de Estudo do Meio. Para esta área curricular o programa define vários princípios orientadores, que apontam no sentido de valorizar o conhecimento empírico das crianças, refutando claramente a ideia de que as crianças quando chegam à escola vêm “vazias” de qualquer conhecimento. Assim, dos diferentes princípios consideramos importante destacar o seguinte (ME, 1990: 67 e ME, 2004: 101):

*“Todas as crianças possuem um conjunto de experiências e saberes que foram acumulando ao longo da sua vida, no contacto com o meio que as rodeia. Cabe à escola valorizar, reforçar, ampliar e iniciar a sistematização dessas experiências e saberes, de modo a permitir, aos alunos, a realização de aprendizagens posteriores mais complexas.”*

O estudo dos diferentes aparelhos humanos insere-se no Bloco 1 – *À Descoberta de Si Mesmo* – e são abordados no 3º ano, respeitando os objectivos definidos (ME, 1990: 73e74; ME, 2004: 108)<sup>10</sup>.

- Identificar fenómenos relacionados com algumas das funções vitais:
  - digestão (sensação de fome, enfiamento...);
  - circulação (pulsação, hemorragias...);
  - respiração (movimentos respiratórios, falta de ar...).
- **Conhecer as funções vitais (digestiva, respiratória, circulatória, excretora, reprodutora/sexual).**
- **Conhecer alguns órgãos dos aparelhos correspondentes (boca, estômago, intestinos, coração, pulmões, rins, genitais):**
  - **localizar esses órgãos em representações do corpo humano.**
- Reconhecer situações agradáveis e desagradáveis e diferentes possibilidades de reacção (calor, frio, fome, conforto, dor...).
- Reconhecer estados psíquicos e respectivas reacções físicas (alegria/riso, tristeza/choro, medo/tensão...).
- Reconhecer alguns sentimentos (amor, amizade...) e suas manifestações (carinho, ternura, zanga...).

<sup>10</sup> O destaque no texto é da nossa autoria, pretende-se realçar os objectivos mais relevantes para o nosso trabalho.

É evidente, tendo em conta o desenvolvimento cognitivo dos alunos, que se abordem os conteúdos em causa de uma forma pouco complexa e pormenorizada no 1º ciclo. No entanto, o próprio programa aponta no sentido de enfatizar a anatomia e a localização dos diferentes órgãos e aparelhos, descurando a sua fisiologia.

Como podemos constatar, no Bloco 1, não houve qualquer alteração ao programa curricular de Estudo do Meio na última reforma (2001).

### **1.1.2. 2º Ciclo do Ensino Básico**

O 2º ciclo é contínuo ao anterior e compreende dois anos, ao longo dos quais, entre muitas outras, os alunos frequentam a disciplina de Ciências da Natureza. Os conteúdos relacionados com os diferentes sistemas biológicos humanos são abordados no 6º ano de escolaridade (último ano do 2º ciclo), inseridos no tema organizador “Terra – Ambiente de Vida” onde se inclui o tema “Processos Vitais Comuns aos Seres Vivos” (ME, 1991a).

Como seria de esperar, quer os conteúdos quer os objectivos, são mais aprofundados do que para o 1º ciclo. No Quadro I apresentamos alguns dos conteúdos e dos objectivos definidos no programa curricular para o tema em discussão – “Processos Vitais Comuns aos Seres Vivos”.

A anatomo-fisiologia de cada sistema é explorada separadamente, aprofundando-se e completando-se o estudo dos diferentes sistemas, face ao que fora explorado no 1º ciclo. Contudo, o próprio programa refere a interacção entre todos os sistemas na “*unidade do organismo*”. Daqui podemos depreender que apesar da abordagem compartimentada dos diferentes sistemas se deve realçar a constante e fundamental interacção entre os mesmos.

**Quadro I** – Alguns conteúdos e objectivos gerais definidos no programa curricular do 2º Ciclo do Ensino Básico (2ºCEB) para a disciplina de Ciências da Natureza no 6º ano (ME, 1991a: 20 e 21).

Conteúdos	Objectivos
<p>PROCESSOS VITAIS COMUNS AOS SERES VIVOS.</p> <p>- TROCAS NUTRICIONAIS ENTRE O ORGANISMO E O MEIO:</p> <p style="text-align: center;"><i>Nos animais:</i></p> <p>. Os alimentos como veículo de nutrientes.</p> <p>- Como escolher os nossos alimentos?</p> <p>- Órgãos do sistema digestivo do Homem – digestão como processo de obtenção de nutrientes.</p> <p>- Características do sistema digestivo em função do regime alimentar dos animais.</p> <p>(...)</p> <p>. Transporte de nutrientes e oxigénio até às células:</p> <p>- O sangue – importância dos seus constituintes.</p> <p>- A circulação do sangue – coração e vasos sanguíneos.</p> <p>(...)</p> <p>. Eliminação de produtos da actividade celular:</p> <p>- Principais produtos de excreção.</p> <p>- Breve referência à pele e aos órgãos do sistema urinário</p> <p>(...)</p>	<p>. Compreender que a vida dos seres é assegurada pela realização de funções específicas.</p> <p>(...)</p> <p>. Reconhecer a interacção dos diferentes sistemas na unidade do organismo.</p> <p>. Compreender conceitos de morfologia e fisiologia humana necessários à abordagem de problemas de saúde.</p> <p>(...)</p>

### 1.1.3. 3º Ciclo do Ensino Básico

O 3º ciclo é subsequente ao anterior e prolonga-se por três anos (7º, 8º e 9º anos). A reforma educativa de 1991 determinou que a disciplina de Ciências Naturais fizesse parte do currículo apenas nos dois primeiros anos (7º e 8º ano). Actualmente, esta disciplina voltou a ser leccionada no 9º ano ao abrigo do disposto na reforma educativa em vigor, tendo sido concretizado no ano lectivo 2004/2005.

Os alunos que participaram neste estudo abordaram os temas de biologia humana no 8º ano de escolaridade (reforma curricular de 1991).

Tendo em conta o programa aprovado em 1991, os conteúdos relacionados com a digestão, circulação e excreção eram abordados no 8º ano<sup>11</sup>, inseridos no conteúdo “I–

<sup>11</sup> Actualmente são abordados no 9º ano

Energia e Vida” inserido, por sua vez no tema organizador “Regulação e Conservação da Vida” (ME, 1991b).

Na verdade, é notória a ênfase dada à fisiologia de alguns órgãos e sistemas e a sua relação com as funções vitais que garantem a sobrevivência do organismo. Parte-se do princípio que os alunos já conhecem os órgãos que constituem os diferentes sistemas e a sua morfologia. Dá-se assim, mais um passo na complexidade dos diferentes sistemas e, apesar de se continuar a abordar os sistemas separadamente, o programa dá orientações no sentido de realçar a compreensão do organismo humano como um todo.

No Quadro II apresentamos os conteúdos e objectivos gerais relacionadas com os sistemas digestivo, circulatório e urinário que constam do programa curricular de 1991 (ME, 1991b).

**Quadro II** - Alguns conteúdos e objectivos gerais definidos no programa curricular do 3º Ciclo do Ensino Básico (3ºCEB) para a disciplina de Ciências Naturais no 8º ano (ME, 1991b e 1991c).

Conteúdos	Objectivos gerais
<p style="text-align: center;">I – ENERGIA E VIDA</p> <p>. Os alimentos e a manutenção da vida:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alimentação e saúde.</li> <li>- A fisiologia da digestão – acção das enzimas digestivas.</li> <li>- Absorção de nutrientes.</li> </ul> <p>(...)</p> <p>. Sistema cardio-respiratório e transporte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Meio interno: sangue e linfa.</li> <li>- Morfofisiologia do sistema cardio-respiratório.</li> </ul> <p>(...)</p> <p>. Excreção renal:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Morfologia do rim.</li> <li>- Excreção renal e meio interno.</li> </ul> <p>(...)</p>	<p>(...)</p> <p>. Compreender que a actuação das enzimas digestivas proporciona um conjunto de nutrientes necessários à fisiologia geral do organismo.</p> <p>(...)</p> <p>. Relacionar a fisiologia do sistema cardio-respiratório com a resposta do organismo a diferentes situações.</p> <p>. Estabelecer relações entre a fisiologia geral do rim e a manutenção de características do meio interno.</p> <p>(...)</p>

#### 1.1.4. Ensino Secundário

Até aqui abordámos apenas o universo do Ensino Básico. Para o Ensino Secundário, Capítulo II, Artigo 10º da Lei de Bases do Sistema Educativo (Lei n.º 46/86, de 14 de Outubro, com alterações introduzidas pela Lei n.º 115/97, de 19 de Setembro), que diz respeito à sua organização destacamos o ponto 3 onde se refere que:

“3 – O ensino secundário organiza-se segundo formas diferenciadas, contemplando a existência de cursos predominantemente orientados para a vida activa ou para o prosseguimento de estudos, contendo todas elas componentes de formação de sentido técnico, tecnológico e profissionalizante e de língua e cultura portuguesas adequadas à natureza dos diversos cursos.” (ME, 2002).

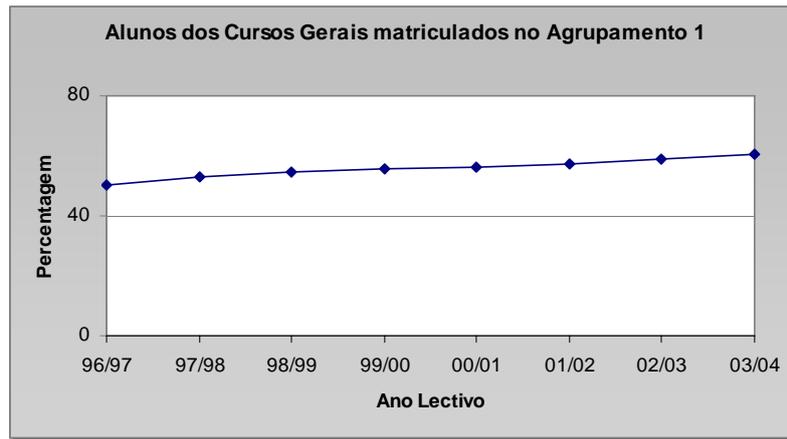
Neste nível de ensino, os alunos podem optar por um curso orientado para o prosseguimento de estudos – os chamados Cursos Gerais, ou por um curso orientado para a vida activa – os chamados Cursos Tecnológicos.

Antes da reforma de 2001, os alunos do Ensino Secundário tinham que escolher um de entre os diferentes Agrupamentos: 1- Científico-Natural; 2- Artes; 3- Económico-social; e 4 – Humanidades.

Com a última reforma educativa (2001) houve uma reorganização estrutural e curricular no ensino secundário, actualmente falamos nos Cursos Científico-Humanísticos e nos Cursos Tecnológicos. Nos primeiros incluem-se as áreas das: Ciências e Tecnologias; Ciências Socioeconómicas; Ciências Sociais e Humanas; Línguas e Literaturas; e Artes Visuais.

Em Portugal Continental a área Científico-Natural tem sido cada vez mais procurada pelos estudantes que se matriculam no Ensino Secundário. O número de alunos dos Cursos Gerais matriculados no Agrupamento 1 (Científico-Natural), tem vindo a aumentar desde o ano lectivo de 1997/1998. No gráfico da figura 1.1 esse aumento é bem visível, tendo atingido os 60,8% no ano lectivo 2003/2004 (GIASE, 2005).

Tendo em conta que, os alunos do ensino superior que responderam ao nosso questionário frequentaram o ensino secundário enquanto estava em vigência o programa antigo, analisaremos apenas os conteúdos, relevantes para o nosso estudo, integrados nos programas antigos das disciplinas de Ciências da Terra e da Vida (10º e 11º anos) e de Biologia (12º ano) do Agrupamento 1.



**Figura 1.1:** Percentagem de alunos dos Cursos Gerais matriculados no Agrupamento 1, em cada ano lectivo. Fonte: Gabinete de Informação e Avaliação do Sistema Educativo (GIASE, 2005).

Nem no 10º nem no 11º ano é feita uma abordagem específica aos diferentes sistemas. Na verdade, apenas no 12º ano reaparece o estudo dos diferentes sistemas, abordando-os numa perspectiva evolutiva e comparativa entre diferentes animais.

O tema organizador é “Evolução, Diversidade e Ambiente”, no qual se inclui a “Biologia dos Animais”. No Quadro III descrevemos alguns dos conteúdos e objectivos gerais definidos no programa (ME, 1991d).

**Quadro III** – Exemplos de conteúdos e objectivos definidos no programa curricular do Ensino Secundário para a disciplina de Biologia no 12º ano (ME, 1991d).

Conteúdos	Objectivos
<p>BIOLOGIA NOS ANIMAIS</p> <p>(...)</p> <p>. Digestão e Nutrição:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Evolução dos sistemas digestivos</li> </ul> <p>. Transporte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Evolução dos sistemas de transporte.</li> <li>- Defesa do organismo contra materiais estranhos.</li> </ul> <p>. Respiração e Excreção:</p> <p>(...)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Excreção, regulação química e osmorregulação em diferentes ambientes.</li> <li>- Sistemas excretores.</li> </ul> <p>(...)</p>	<p>(...)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Compreender o significado evolutivo do desenvolvimento de um tubo digestivo com regiões cada vez mais especializadas.</li> <li>. Relacionar a circulação com a distribuição de nutrientes, gases e substâncias reguladoras a todo o organismo, e com a remoção de resíduos metabólicos.</li> </ul> <p>(...)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Compreender a importância do aparelho excretor no controlo da composição do meio interno.</li> </ul> <p>(...)</p>

As alterações, mais relevantes para o presente estudo, impostas pela nova reforma educativa (2001) prendem-se essencialmente com a distribuição dos conteúdos programáticos pelos diferentes anos de cada ciclo de ensino. Nomeadamente a exploração dos sistemas biológicos no 9º ano.

Reforçou-se ainda a ideia da continuidade e sequencialidade entre os conteúdos abordados em cada ciclo de ensino, definindo-se para a área das Ciências Físicas e Naturais quatro temas organizadores relacionados entre si (figura 1.2) e comuns a todos os ciclos do Ensino Básico, para os quais foram definidas diferentes competências essenciais, adequadas a cada nível de ensino. A abordagem da digestão, circulação e excreção inclui-se no tema organizador “Viver Melhor na Terra” (ME, 2001a), mais precisamente no sub tema “Sistemas neurohormonal, cárdio-respiratório, digestivo e excretor em interação” orientando no sentido de que “ (...) *Os alunos devem ficar a conhecer aspectos morfológicos e fisiológicos básicos dos sistemas referidos de modo a compreenderem a importância da circulação sanguínea, respiração pulmonar, digestão, absorção e eliminação de substâncias produzidas no organismo, compreendendo o funcionamento dos sistemas de modo integrado.*” (ME, 2001b: 35)

A nível do Ensino Secundário a reformulação curricular das disciplinas da área das Ciências foi acentuada, a começar pela própria designação das disciplinas: Biologia e Geologia para os 10º e 11º anos, no 12º ano continuam a haver a disciplina de Biologia e a de Geologia.

No que respeita os conteúdos programáticos relacionados com os sistemas digestivo, circulatório e excretor, anteriormente concentrados no 12º ano, procedeu-se à sua redistribuição (e em certa medida simplificação) pelo 10º ano (programa do 10º ano - Anexo 1), mantendo contudo a perspectiva evolutiva e comparativa dos sistemas entre os diferentes animais, já patente no programa curricular de 1991.

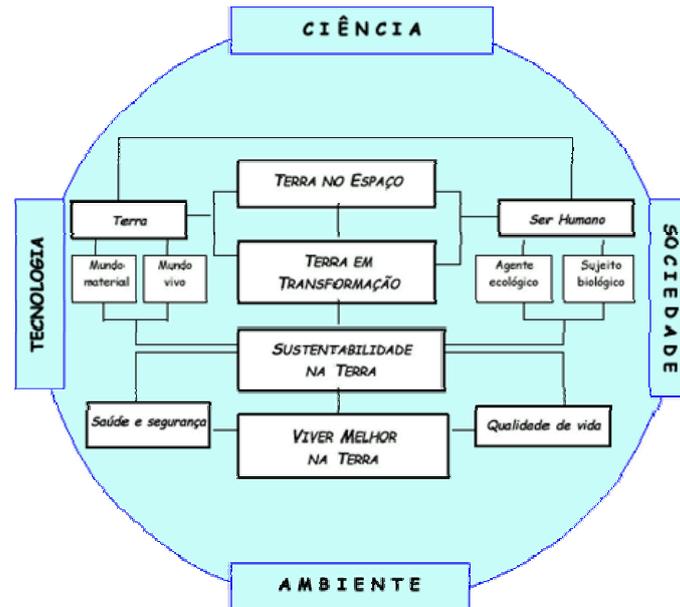


Figura 1.2: Esquema organizador dos quatro temas (ME, 2001a)

Durante a nossa pesquisa bibliográfica, deparámo-nos com uma situação dúbia: a utilização dos termos aparelho *versus* sistema. Notámos que no programa curricular do 1º ciclo aparece **aparelho** “*Conhecer alguns órgãos dos aparelhos correspondentes ...*” (ME, 1990: 73 e 74; ME, 2004: 108); o mesmo termo é utilizado nos manuais escolares correspondentes. A partir do 2º ciclo surge **sistema**: “*Órgãos do sistema digestivo ...*”, “*... órgãos do sistema urinário...*” (ME, 1991a: 20 e 21); “*Sistema cardio-respiratório ...*” (ME, 1991b – 3º ciclo) e “*Evolução dos sistemas digestivos.*”, “*Sistemas excretores.*” (ME, 1991d – 12º ano).

Segundo o Dicionário da Língua Portuguesa (2004: 122), **aparelho** é um: “*... conjunto de órgãos necessários para desempenhar uma função num corpo organizado (...)*”, o mesmo define **sistema** como um “*...conjunto de órgãos constituídos fundamentalmente por uma mesma categoria de tecidos e com a mesma função; (...)*” (pág. 1541).

**Sistema** aparece também definido como “*... um grupo de órgãos considerado como uma unidade, já que apresenta uma função, ou conjunto de funções, comum.*” No entanto, no mesmo livro, aparece uma nota do tradutor onde se esclarece que “*Na tradição anatómica portuguesa, reserva-se o nome de sistema ao conjunto de órgãos em que estes têm semelhança estrutural; caso contrário, designa-se aparelho*” (Seeley et al., 2001: 7).

Neste trabalho optamos por utilizar o termo **sistema**, uma vez que para além de aspectos anatómicos, o questionário aplicado pretende que se relacionem as três funções: digestiva, circulatória e urinária. Ou seja, pretendemos, entre outros, analisar a percepção do organismo como um todo, cujo funcionamento depende da relação fisiológica que se estabelece entre órgãos e sistemas.

## **1.2. Habilitações profissionais para a docência na área da Biologia Humana**

No que diz respeito à organização do Ensino Básico (ME, 2002)<sup>9</sup>, o ministério faz uma clara distinção no que respeita os grupos de docência específicos para cada nível de ensino. Assim, para o Ensino Básico, no 1º ciclo, “ (...) *o ensino é globalizante, da responsabilidade de um professor único* (...)”; no 2º ciclo, “ (...) *desenvolve-se predominantemente em regime de professor por área* (...)”; enquanto no 3º ciclo o ensino “ (...) *desenvolve-se em regime de um professor por disciplina ou grupo de disciplinas* (...)”. Tendo em conta as diferentes especificidades de cada ciclo do Ensino Básico, a formação académica dos docentes habilitados para leccionar em cada um dos ciclos também é diferente.

As habilitações exigidas para leccionar no 1º ciclo têm vindo a sofrer alterações. Actualmente, a exercer funções de docência neste nível de ensino temos, pelo menos, cinco situações possíveis: (i) docentes que fizeram apenas o Magistério Primário; (ii) docentes que fizeram o Bacharelato em instituições do Ensino Superior (Escolas Superiores de Educação (ESE) e Universidades); (iii) docentes com o Magistério ou Bacharelato que, mais recentemente, concluíram Cursos de Estudos Superiores Especializados, que conferem o grau académico de licenciatura; (iv) docentes com o Magistério ou Bacharelato que, mais recentemente, concluíram Cursos de Complemento de Formação ou cursos de Qualificação, que conferem o grau académico de licenciatura; e finalmente, (v) docentes que frequentaram os cursos que conferem logo à partida, o grau académico de licenciatura.

Como consta da Lei de Bases do Sistema Educativo (ME, 2002), a formação dos professores do 1º e 2º CEB pode realizar-se em escolas superiores de educação ou em universidades, enquanto a formação de professores do 3º CEB e do Secundário só se realiza em universidades.

Não é nossa pretensão fazer uma análise minuciosa relativamente às habilitações académicas dos professores de cada um dos ciclos. Até porque o currículo de cada um dos cursos varia de escola superior para escola superior e de universidade para universidade. Pretendemos apenas clarificar a formação académica exigida para a docência em cada um dos ciclos do Ensino Básico e do Ensino Secundário, e justificar a diversidade de graus académicos encontrada na nossa amostra.

No que respeita ao ensino da biologia, como acima referimos, no 1º ciclo um só professor é responsável pelas diferentes áreas incluindo a área em questão. No 2º e 3º CEB as disciplinas, respectivamente de Ciências da Natureza e de Ciências Naturais, são da responsabilidade de um professor detentor de habilitações específicas para as leccionar. No quadro IV encontra-se uma lista de cursos que conferem qualificações profissionais específicas para cada um dos níveis de ensino e respectivos grupos de docência (Ensino Básico e Secundário)<sup>12</sup>.

Ao incluirmos neste trabalho alunos dos três ciclos do Ensino Básico, alunos do 1º e 4º anos do Ensino Superior de cursos que conferem habilitações profissionais para a docência no 1º ciclo, 2º ciclo e 3º ciclo do EB; e professores em serviço dos três ciclos do ensino básico, estamos a “atravessar” três níveis de ensino: o básico, o secundário e o superior, ou seja, podemos considerar o nosso estudo um estudo transversal que engloba os principais intervenientes no processo de ensino-aprendizagem, os alunos e os professores, nos diferentes níveis de ensino.

---

<sup>12</sup>Direcção-Geral da Administração Educativa (DGAE), 2002

**Quadro IV** – Lista de cursos que conferem qualificações para a docência e respectivo grau académico (DGAE, 2002).

Grupo de Docência	Qualificação Profissional e Grau Académico <sup>13</sup>
1C – 1º Ciclo	Ensino Básico – 1º Ciclo <b>L</b> Magistério Primário <b>B</b> Professores de Educação Musical do Ensino Básico <b>L</b> Professores do 2.º Ciclo do Ensino Básico – variante: Educação Musical <b>L</b> Professores do 2.º Ciclo do Ensino Básico – variante: Educação Visual e Tecnológica <b>L</b> Professores do 2.º Ciclo do Ensino Básico – variante: Português e Francês <b>L</b> Professores do 2.º Ciclo do Ensino Básico – variante: Português e Inglês <b>L</b> Professores do 2.º Ciclo do Ensino Básico – variante: Português, História e Ciências Sociais <b>L</b> Professores do 2.º Ciclo do Ensino Básico -variante: Matemática e Ciências da Natureza <b>L</b> Professores do Ensino Básico – variante: Educação Física <b>L</b> Professores do Ensino Básico – variante: Educação Musical <b>L</b> Professores do Ensino Básico – variante: Educação Visual <b>L</b> Professores do Ensino Básico – variante: Educação Visual e Tecnológica <b>L</b> Professores do Ensino Básico – variante: Matemática e Ciências da Natureza <b>L</b> Professores do Ensino Básico – variante: Português e Francês <b>L</b> Professores do Ensino Básico – variante: Português e Inglês <b>L</b> Professores do Ensino Básico – variante: Português, História e Ciências Sociais <b>L</b> Professores do Ensino Básico – variante: Trabalhos Manuais <b>L</b> Professores do Ensino Básico, 2.º Ciclo – variante: Português e Francês <b>L</b> Professores do Ensino Básico, 2.º Ciclo – variante: Português e Inglês <b>L</b> Professores do Ensino Básico, 2.º Ciclo – variante: Português/Francês <b>L</b> Professores do Ensino Básico, 2.º Ciclo – variante: Português/Inglês <b>L</b> Professores do Ensino Básico, 2º Ciclo – variante: Educação Musical <b>L</b> Professores do Ensino Básico, 2º Ciclo – variante: Educação Visual e Tecnológica <b>L</b> Professores do Ensino Básico, 2º Ciclo – variante: Matemática e Ciências da Natureza <b>L</b> Professores do Ensino Primário <b>B</b>
04 – Matemática e Ciências da Natureza	Professores do 2.º Ciclo do Ensino Básico -variante: Matemática e Ciências da Natureza <b>L</b> Professores do Ensino Básico, 2º Ciclo – variante: Matemática e Ciências da Natureza <b>L</b>
26 – Biologia e Geologia <sup>14</sup>	Biologia – Geologia (ensino de) <b>L</b> Biologia (ramo de ensino) <b>L</b> Biologia (ramo de formação educacional) <b>L</b> Biologia e Geologia (ensino de) <b>L</b> Biologia e Geologia (ensino de) – variante: Biologia <b>L</b> Biologia e Geologia (ensino de) – Variante: Geologia <b>L</b>

<sup>13</sup> L – Licenciatura e B – Bacharelato<sup>14</sup> O grupo 26 engloba a docência ao 3º Ciclo do Ensino Básico e ao Secundário

### 1.3. Questão de investigação

Os trabalhos de investigação em didáctica das ciências podem direccionar-se para três campos diferentes, embora complementares: análise da transposição didáctica; análise das concepções e dos obstáculos de aprendizagem; e análise de situações didácticas (Clément, 2000). Como temos vindo a realçar ao longo deste capítulo, o presente trabalho de investigação insere-se no campo das investigações sobre concepções e obstáculos de aprendizagem.

Neste estudo vamos debruçar-nos sobre a digestão/excreção, processo que engloba a função digestiva, circulatória e excretora. Assim, através da resposta, por representação icónica, a três questões simples pretendemos identificar possíveis concepções e obstáculos de aprendizagem relacionados com a anatomo-fisiologia dos sistemas digestivo, circulatório, urinário bem como a inter-relação entre eles.

O objectivo geral do presente estudo é dar resposta a uma questão, aparentemente simples, e ao mesmo tempo reveladora de uma considerável quantidade de informação:

*“Haverá diferenças nas concepções sobre a digestão/excreção entre os alunos dos três ciclos do ensino básico e entre estes e os respectivos professores?”*

Ao definirmos esta questão, estamos a partir do princípio que as concepções sobre a digestão/excreção são um fenómeno geral, que pode abranger crianças e adultos (Giordan e de Vecchi, 2002).

Assim, para dar resposta a esta questão começaremos por analisar e comparar as concepções relativas aos sistemas digestivo, circulatório, urinário e respectiva inter-relação em diferentes grupos: (i) alunos do Ensino Básico (1º, 2º e 3º ciclos); (ii) alunos de cursos superiores que conferem qualificação profissional para a docência em cada um dos ciclos do Ensino Básico; e finalmente (iii) professores a exercer actividade nos três ciclos do Ensino Básico.

A comparação das concepções será inicialmente intra-grupos, ou seja, começamos por comparar a frequência das concepções entre os alunos dos três ciclos do Ensino Básico, entre os alunos do ensino superior e entre os professores a exercer actividade docente nos três ciclos do Ensino Básico. Só numa fase posterior procederemos à comparação inter-grupos, ou seja, entre alunos do Ensino Básico, respectivos professores e alunos dos cursos superiores correspondentes.

Após a análise das concepções procuraremos para além de identificar as que poderão resultar de obstáculos de aprendizagem, determinar a natureza dos mesmos.

Numa fase final e, recorrendo aos resultados de outros estudos pretendemos esboçar uma série de estratégias e recomendações que poderão contribuir para a ultrapassagem dos obstáculos identificados.

A formulação de hipóteses de trabalho ajuda na orientação do mesmo e permitem decidir uma série de procedimentos metodológicos como o tipo de instrumento de recolha de dados, a natureza da análise estatística dos dados obtidos, entre outros (Hill e Hill, 2002). Este trabalho desenvolver-se-á não só em torno da identificação de concepções conjunturais (Clément, 1994 e 2000) sobre a digestão/excreção, mas também da sua análise.

Considerando todas as premissas envolvidas neste trabalho como: a selecção da amostra; a escolha da técnica de recolha de dados e conseqüentemente a natureza dos dados obtidos, entre outros, formularam-se as seguintes hipóteses de trabalho:

- ✍ Não há diferenças entre as concepções dos alunos do 1º ciclo, 2º ciclo e 3º ciclo do EB.
- ✍ Não há diferenças entre as concepções dos estudantes das três licenciaturas (futuros professores do 1º ciclo, do 2º ciclo e do 3º ciclo do EB).
- ✍ Não há diferenças entre as concepções dos professores do 1º ciclo, 2º ciclo e 3º ciclo do EB.
- ✍ Não há diferenças entre as concepções dos estudantes dos 1º e 4º anos de cada licenciatura de formação de professores para o 1º ciclo, de professores para o 2º ciclo (variante Matemática e Ciências) e 3º ciclo (ensino de Biologia e Geologia).
- ✍ Não há diferenças entre as concepções dos estudantes universitários das três licenciaturas e as apresentadas pelos professores em serviço dos três ciclos do ensino básico (1º, 2º e 3º ciclos).
- ✍ Não há diferenças entre as concepções dos alunos de cada ciclo (1º ciclo, 2º ciclo e 3º ciclo) e os respectivos professores.

## 2. Metodologia

O tipo de investigação levada a cabo insere-se no universo das investigações empíricas, ou seja através dos dados recolhidos por meio de um questionário que recorre à técnica de expressão por desenho, pretendemos ficar a conhecer as concepções dos indivíduos que participaram neste estudo, definindo posteriormente padrões.

O questionário aplicado neste estudo, denominado “*tríptico*”, é constituído por três questões acompanhadas por três silhuetas humanas para representação das respostas.

As três questões referem diferentes situações que estão explícita ou implicitamente relacionadas com o processo de digestão/excreção, tornando-se complementares, o que permite uma análise mais aprofundada das concepções sobre a digestão/excreção apresentadas pelos indivíduos que participaram no presente estudo.

A existência das silhuetas humanas induzia o recurso ao desenho ou a esquemas para responder às questões. A representação icónica tem sido muito utilizada em trabalhos de investigação na área da didáctica da biologia (por exemplo: Clément *et al.* 1983<sup>2</sup>; Clément, 1991, 2003a, 2003b; Giordan e de Vecchi, 1988; Sauvageot-Skibine, 1993; Ramadas e Nair, 1996; Astolfi *et al.* 1997; Selles e Ayres, 1999; Teixeira, 2000; Psarros & Stavridou, 2001; Reiss *et al.* 2002; Carvalho *et al.*, 2004a; Silva, 2004).

Vários autores reconhecem inúmeras vantagens no recurso à técnica da expressão por desenho quando aplicada a adultos e, especialmente, a crianças. Segundo White e Gunstone<sup>15</sup> o desenho evita o constrangimento que pode ocorrer entre a criança e o investigador e Buckley *et al.*<sup>15</sup> defendem que desenhar é uma forma de revelar as representações pessoais/individuais. Giordan e de Vecchi (2002) para além de considerarem que esta técnica evita o constrangimento, consideram-na mais acessível que o discurso, dado que as crianças já possuem a capacidade de esquematizar. O desenho torna-se ainda mais enriquecido e revelador se forem solicitadas legendas, os mesmos autores defendem que por vezes são pequenas notas escritas (a acompanhar o desenho) que fazem emergir os verdadeiros problemas.

Pelo exposto e tendo em conta que a amostra definida é muito abrangente no que concerne a faixa etária e o nível de ensino dos sujeitos inquiridos, e que se pretende comparar, entre eles, as concepções emergentes, consideramos pertinente aplicar este

---

<sup>15</sup> Referidos por Carvalho *et al.*, 2004a

questionário, pois permite-nos obter informação relativa a itens e fenómenos envolvidos no processo de digestão/excreção, como a anatomia dos sistemas digestivo, circulatório e urinário bem como a relação funcional entre os mesmos.

Pela natureza do questionário obtivemos dados qualitativos, e para a análise destes dados tivemos que proceder à categorização das respostas, tendo em conta que numa escala nominal trabalhamos com as frequências, ou seja, com o número de respostas em cada categoria definida (Hill e Hill, 2002).

Uma das maiores dificuldades encontradas durante o processo de categorização está relacionada com o facto de, nalguns casos, ser notória uma evolução do ponto de vista gráfico contudo, as ideias básicas são as mesmas, como referiram Giordan e de Vecchi em “*Los Origenes del Saber*” (1988) só muda a “embalagem” e a apresentação.

## 2.1. Questionário

O questionário aplicado nesta investigação foi produzido no âmbito dos seguintes projectos coordenados pela Prof.<sup>a</sup> Graça Simões de Carvalho e pelo Prof. Pierre Clément (Consultor Científico):

- *Projecto de Investigação do I.I.E, nº 4 / 2002 “Identificação de padrões de dificuldades na aprendizagem da biologia humana no 1º Ciclo”;*
- *Projecto de Investigação da FCG nº 56565 “Identificação de dificuldades de aprendizagem em biologia humana e saúde no 1º Ciclo”;*
- *Projecto de Investigação da FCT-POCTI/CED/44187/2002 “Identificação de dificuldades de aprendizagem em biologia humana e formulação de propostas pedagógicas para as ultrapassar”.*

Para cada questão do referido questionário “tríplico” (fig. 2.1, Anexo 2), definiram-se objectivos precisos:

(i) **Diamante**: “O pequeno diamante do seu anel cai-lhe no prato. Sem querer... engole-o! Desenhe o trajecto que o diamante fará no seu corpo. Não esqueça a legenda.”

Pretende-se analisar as possíveis representações do tubo digestivo, desde a boca até ao ânus;

(ii) **Maçã**: “Está com fome, e come uma maçã com casca e sementes. Desenhe o trajecto destes constituintes da maçã no seu corpo. Não esqueça a legenda.”

Pretende-se analisar uma eventual distinção entre a absorção dos constituintes absorvíveis da excreção dos constituintes não absorvíveis, assim como, a relação entre os sistemas digestivo, circulatório e urinário;

(iii) **Água**: “Está com sede e bebe um litro de água. Desenhe o trajecto que esse litro de água fará no seu corpo. Não esqueça a legenda.”

Pretende-se analisar as possíveis concepções sobre a absorção bem como a relação entre os sistemas digestivo, circulatório e urinário.

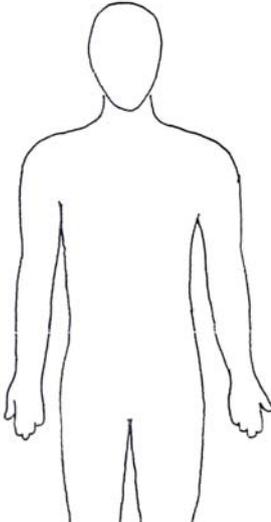
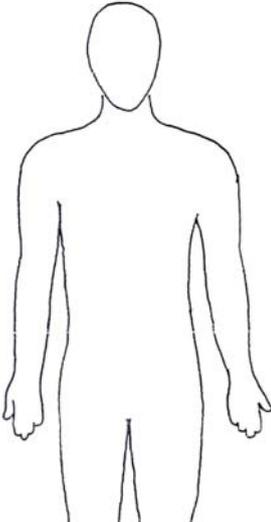
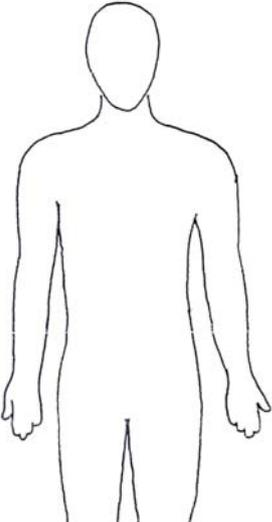
<p>O pequeno diamante do anel da tua mãe cai no teu prato. Sem querer... engole-o! Desenha o trajecto que o diamante fará no teu corpo. <i>Não esqueças a legenda.</i></p>	<p>Estás com fome, e comes uma maçã com casca e sementes. Desenha o trajecto destes constituintes da maçã no teu corpo. <i>Não esqueças a legenda.</i></p>	<p>Estás com sede e bebes um litro de água. Desenha o trajecto que esse litro de água fará no teu corpo. <i>Não esqueças a legenda.</i></p>
		

Figura 2.1: Questionário aplicado a todos os indivíduos

## 2.2. Amostra

O presente estudo pretendeu envolver alguns dos intervenientes directos do processo de ensino-aprendizagem numa perspectiva vertical, desde o 1º ciclo até ao último ano de três cursos de nível superior (antes do estágio), bem como professores dos três ciclos do Ensino Básico.

Assim, podemos considerar três macro-grupos: (i) *crianças*, alunos do EB (1º, 2º e 3º ciclo); (ii) *estudantes universitários*, alunos do 1º e 4º anos das três licenciaturas [Ensino Básico, 1º ciclo; Ensino Básico, 2º ciclo variante Matemática e Ciências da Natureza; Biologia e Geologia]; (iii) *professores em serviço* dos três ciclos do EB.

A selecção de diferentes grupos relacionados com cada um dos três ciclos do EB (fig. 2.2) mostra-se fundamental, na medida em que ao longo da designada escolaridade obrigatória, os conteúdos relacionados com os diferentes sistemas do corpo humano, nomeadamente o digestivo, o circulatório e o urinário, integram os currículos definidos para cada um dos ciclos (1º ciclo, 2º ciclo e 3º ciclo) (ME, 2001a).

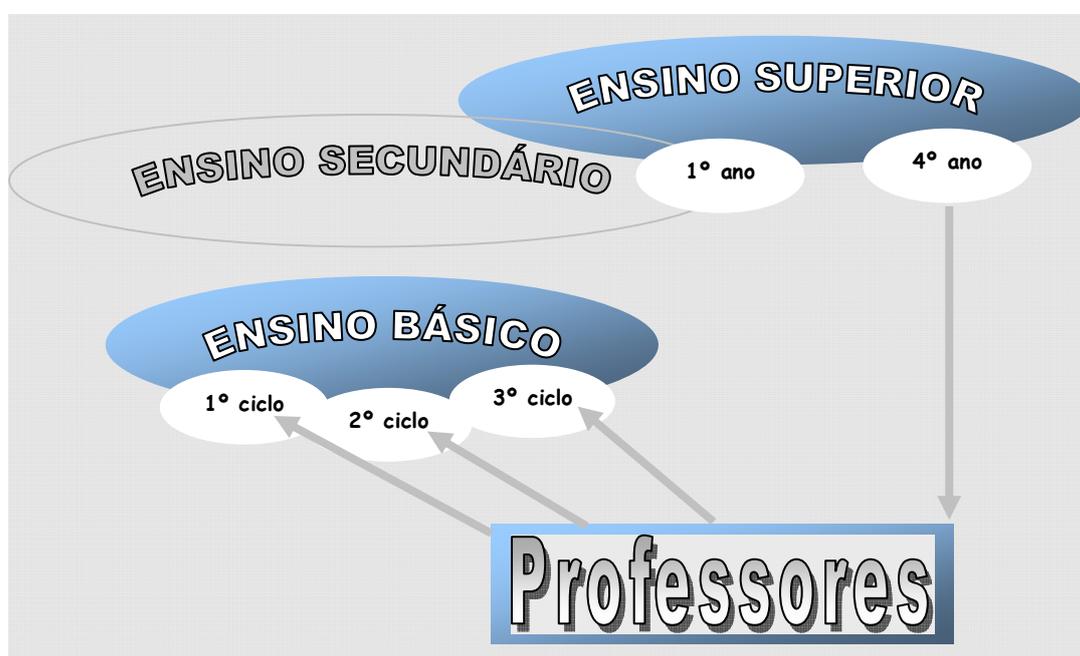


Figura 2.2: Grupos envolvidos no presente estudo

### 2.2.1. Alunos do Ensino Básico

Aos alunos do Ensino Básico optámos por aplicar os questionários um ano após o ensino formal dos conteúdos em questão. Esses conteúdos foram abordados no 3º ano, no 6º ano e no 8º ano. Actualmente, após a implementação da última reforma curricular esses conteúdos passaram a ser abordados no 9º ano (ME, 2001a).

À data da aplicação dos questionários ainda estava em vigor o programa curricular anterior, daí a aplicação dos questionários ter ocorrido em turmas do 9º ano. As turmas onde foram aplicados os questionários pertencem a escolas dos distritos de Braga e de Vila Real. Os questionários foram preenchidos na presença do investigador, tendo cada aluno demorado uma média de 30 minutos a preenchê-lo (a recolha destes dados foi levada a cabo por dois investigadores um responsável pela aplicação no distrito de Braga e o outro responsável pela aplicação no distrito de Vila Real).

Os grupos de alunos são bastante similares no que respeita o género (Tabela 2.1). Para o nosso estudo não consideramos os questionários que foram preenchidos por alunos com necessidades educativas especiais.

**Tabela 2.1:** Caracterização dos alunos do Ensino Básico

Alunos do Ensino Básico					
	Género		NR	Total	Média de Idades $\pm$ Dp
	Feminino	Masculino			
<b>1º Ciclo (4º Ano)</b>	18	18	---	36	8,94 $\pm$ 0,58
<b>2º Ciclo (7º Ano)</b>	38	35	3	76	13,07 $\pm$ 1,22
<b>3º Ciclo (9º Ano)</b>	20	20	---	40	15,18 $\pm$ 1,02

NR: não responderam

Dp: desvio padrão

### 2.2.2. Estudantes do Ensino Superior

No grupo de estudantes do Ensino Superior seleccionamos para amostra os do 1º e 4º anos dos cursos: Ensino Básico, 1º ciclo (EB1); Ensino Básico, 2º ciclo variante Matemática e Ciências (EB2); e Biologia e Geologia (EB3).

Estes são cursos que conferem habilitações para a docência, respectivamente, para o 1º ciclo, para a disciplina de Ciências da Natureza (2º ciclo) e para a disciplina de Ciências Naturais (3º ciclo). Isto é, as disciplinas onde os conteúdos relacionados com a biologia humana são tratados.

A aplicação dos questionários no 1º ano do Ensino Superior visa obter informações relativamente às concepções dos alunos aquando da sua entrada neste nível de ensino, ou seja, com os conhecimentos adquiridos durante o Ensino Secundário.

Por sua vez, os estudantes do 4º ano já haviam frequentado a maioria das disciplinas que constituem os respectivos cursos estando portanto, aptos para iniciar o estágio pedagógico.

A aplicação destes questionários ocorreu na zona Norte do país. Os questionários aplicados aos alunos de Ensino Básico 1º Ciclo (1º e 4º anos) ocorreu no âmbito dos projectos enumerados neste capítulo. Os restantes questionários foram aplicados exclusivamente no âmbito do presente trabalho.

O reduzido número de estudantes do 1º ano de Ensino Básico, variante de Matemática e Ciências da Natureza poderá estar relacionado com a diminuição da procura dos cursos via ensino.

A grande maioria dos estudantes (em algumas situações na sua totalidade) dos diferentes cursos, que responderam ao questionário é do sexo feminino (Tabela 2.2).

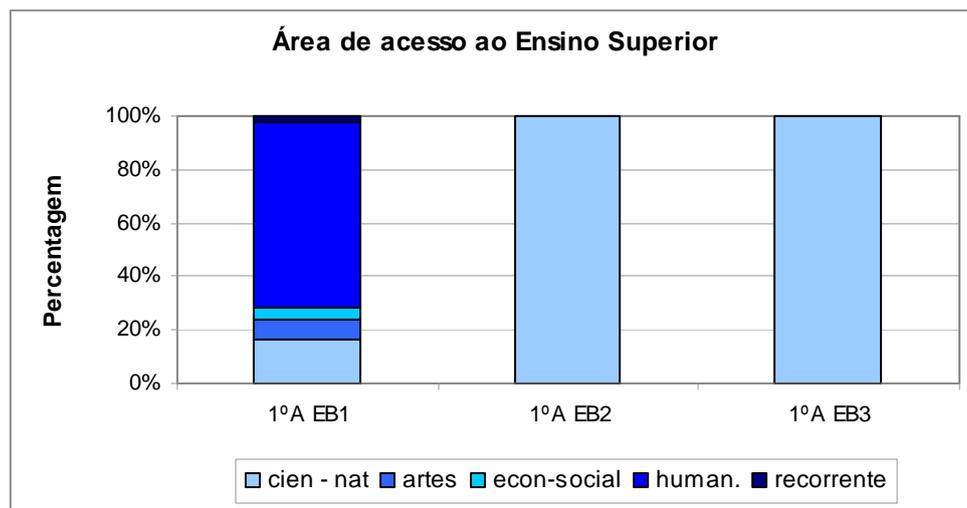
Quanto à área do secundário, todos os estudantes de Matemática e Ciências e de Biologia e Geologia frequentaram a área Científico-Natural, enquanto a maioria dos estudantes de EB1 frequentou a área de Humanidades (fig. 2.3).

**Tabela 2.2:** Caracterização dos estudantes do Ensino Superior

<b>Estudantes do Ensino Superior</b>						
		Género		NR	Total	Média de Idades $\pm$ Dp
		Feminino	Masculino			
<b>Ensino Básico, 1º ciclo</b>	1º ano	41	2	---	43	19,54 $\pm$ 2,28
	4º ano	36	0	2	38	22,54 $\pm$ 3,13
<b>Ensino Básico, variante Matemática e Ciências</b>	1º ano	11	1	---	12	22,50 $\pm$ 7,09
	4º ano	27	0	---	27	23,26 $\pm$ 3,98
<b>Biologia e Geologia (ensino de)</b>	1º ano	35	21	---	56	18,73 $\pm$ 0,77
	4º ano	34	5	---	34	22,28 $\pm$ 2,19

NR: não responderam

Dp: desvio padrão



**Figura 2.3:** Área do secundário frequentada por cada grupo de estudantes do Ensino Superior.

### 2.2.3. Professores em serviço

No grupo de professores em serviço, incluem-se os professores que exercem a sua actividade no 1º ciclo, no 2º ciclo (Ciências da Natureza) e no 3º ciclo (Ciências Naturais). A inclusão deste grupo de respondentes no nosso estudo faz todo o sentido na medida em que, como já foi amplamente discutido no capítulo do Enquadramento Teórico, a prática docente é uma das condicionantes na aquisição dos conhecimentos, ou na manutenção e consolidação das concepções dos alunos.

A maioria dos questionários aplicados aos professores do 1º CEB, foi em regime presencial, ou seja, decorreu na presença do investigador, uma vez que se optou por solicitar a participação dos professores que frequentavam Cursos de Complemento de Formação e Mestrados, para além destes, houve a necessidade de entregar alguns questionários a outros professores que os levaram para casa para os preencher.

No que respeita a aplicação dos questionários aos professores de Ciências da Natureza (2ºciclo) e de Ciências Naturais (3ºciclo), e tendo em conta o seu reduzido número por cada escola do Ensino Básico 2º e 3º Ciclos (EB2/3), optou-se por deixar os questionários nas escolas, ou seja, estes não foram preenchidos na presença de um investigador.

Os professores que responderam ao nosso questionário estavam a exercer a sua actividade em escolas dos distritos de Braga e de Vila Real. Em algumas escolas pedimos a colaboração do Conselho Executivo para a distribuição dos questionários,

mas na maior parte dos casos optámos por entrar em contacto com professores que conhecíamos e pedimos-lhes para distribuir pelos professores de Ciências da Natureza e de Ciências Naturais da respectiva escola. Apesar do pequeno número de questionários preenchidos, este último foi o processo que permitiu a recolha do maior número de questionários.

Mais uma vez, o predomínio de indivíduos do sexo feminino é evidente (Tabela 2.3) em todos os grupos de professores.

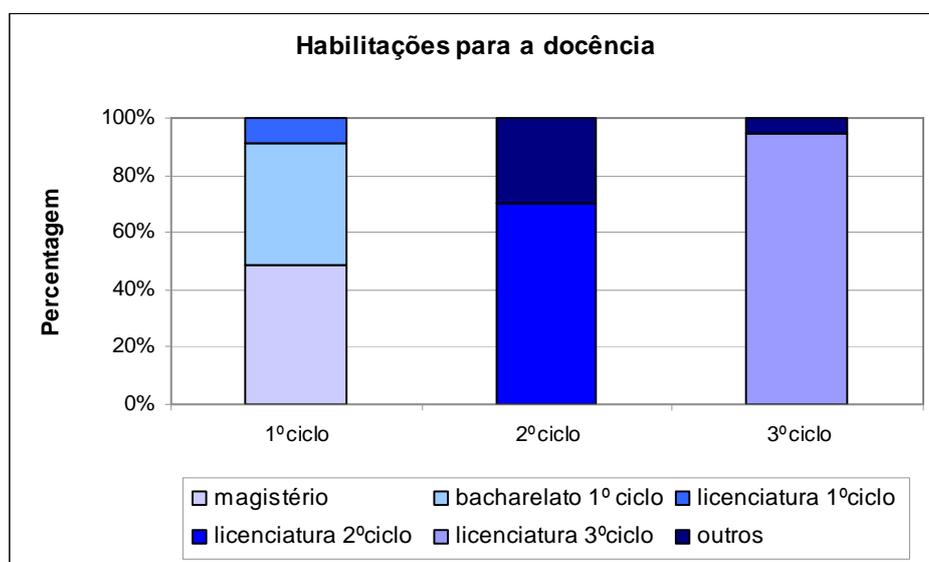
No que respeita as habilitações para a docência, a maior parte dos professores do 1º ciclo possuem o magistério ou bacharelato. A maioria dos professores do 2º ciclo possuem uma licenciatura em EB2, mas cerca de 30% possuem outras licenciaturas tendo feito profissionalização em serviço (fig. 2.4). Grande parte dos professores do 3º ciclo possui licenciaturas como Biologia e Geologia; Biologia, ramo Educacional; e Geologia. Apenas um dos professores possuía bacharelato (fig. 2.4).

**Tabela 2.3:** Caracterização dos professores em serviço.

Professores em serviço					
	Género		NR	Total	Média de Idades ± Dp
	Feminino	Masculino			
<b>1º Ciclo</b>	42	5	4	51	39,96 ± 7,60
<b>Ciências da Natureza</b>	7	4	---	11	42,90 ± 10,54
<b>Ciências Naturais</b>	16	2	---	18	34,78 ± 5,39

NR: não responderam

Dp: desvio padrão



**Figura 2.4:** Habilitações para a docência nos professores do 1º ciclo, 2º ciclo e 3º ciclo do EB.

## 2.3. Categorização das respostas

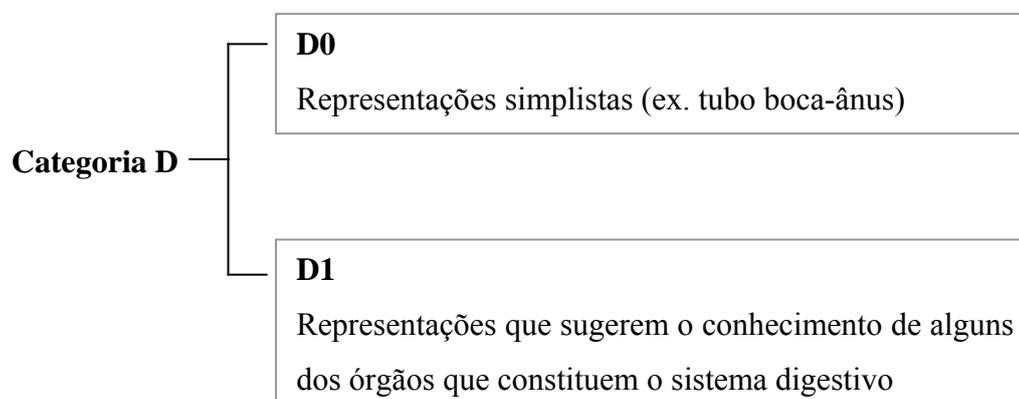
Para o presente trabalho recorreremos a um conjunto de categorias, já utilizadas em alguns trabalhos no âmbito dos projectos acima referidos. Estas categorias foram definidas tendo por base trabalhos internacionais (Clément *et al.* 1983<sup>2</sup>; Clément, 1991, 2003a, 2003b; Giordan e de Vecchi, 1988; Sauvageot-Skibine, 1993) e resultaram de um trabalho conjunto com o consultor dos projectos, Pierre Clément (Anexo III). De realçar que as categorias definidas incluem o que Clément (2003a) referiu como uma “particularidade portuguesa” - a representação de uma massa confusa de órgãos do sistema digestivo na região abdominal (Carvalho *et al.*, 2004a, 2004b; Silva, 2004).

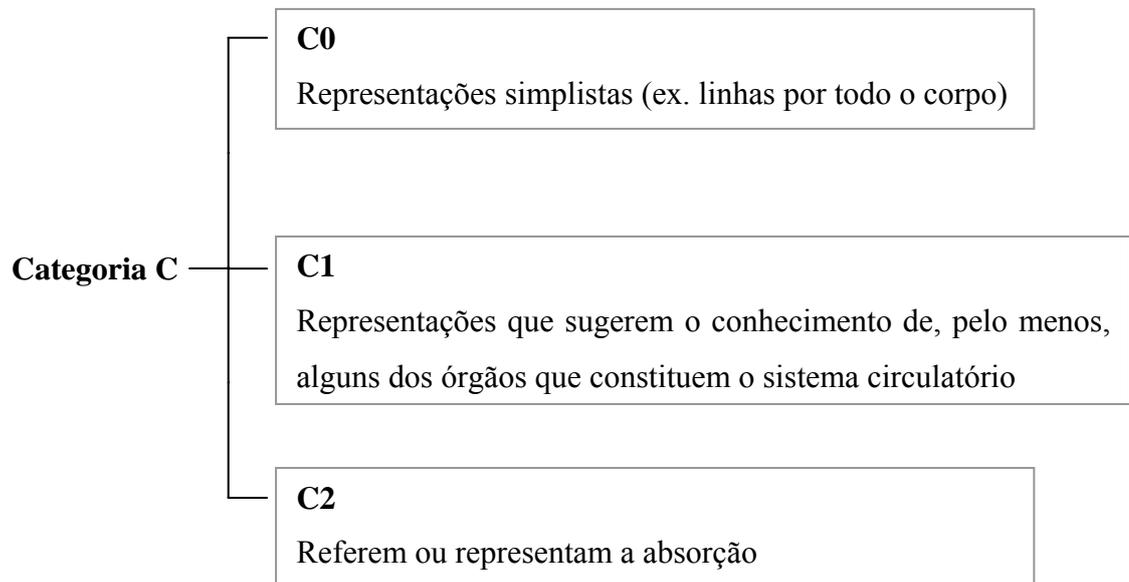
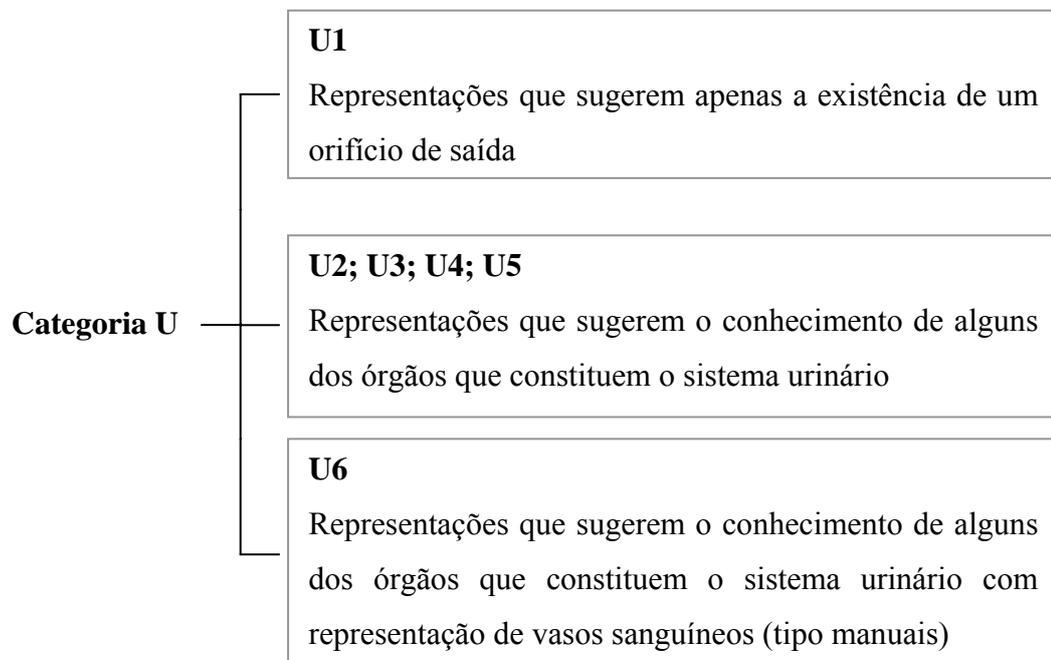
As categorias utilizadas foram reunidas em quatro grandes grupos: (i) anatomofisiologia do sistema digestivo; (ii) anatomofisiologia do sistema circulatório; (iii) anatomofisiologia do sistema urinário; e (iv) inter-relação entre os três sistemas.

Tendo em conta o tipo de questão utilizada no presente questionário, que pedia de forma explícita para os participantes apresentarem a sua resposta em forma de desenho, as categorias definidas incidem essencialmente sobre os desenhos. Contudo, contemplam também a possibilidade dos desenhos apresentarem os órgãos **separados**, ou seja, sem qualquer continuidade anatómica entre os órgãos (acrescenta-se à categoria a letra **s**); das respostas serem dadas em forma de **diagrama** (acrescenta-se à categoria a letra **d**); e das respostas serem dadas em forma de **texto** (acrescenta-se à categoria a letra **t**).

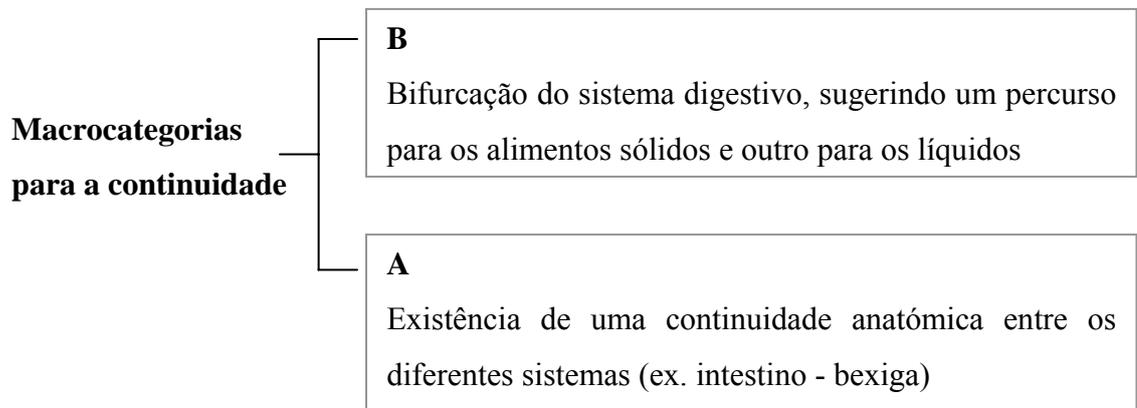
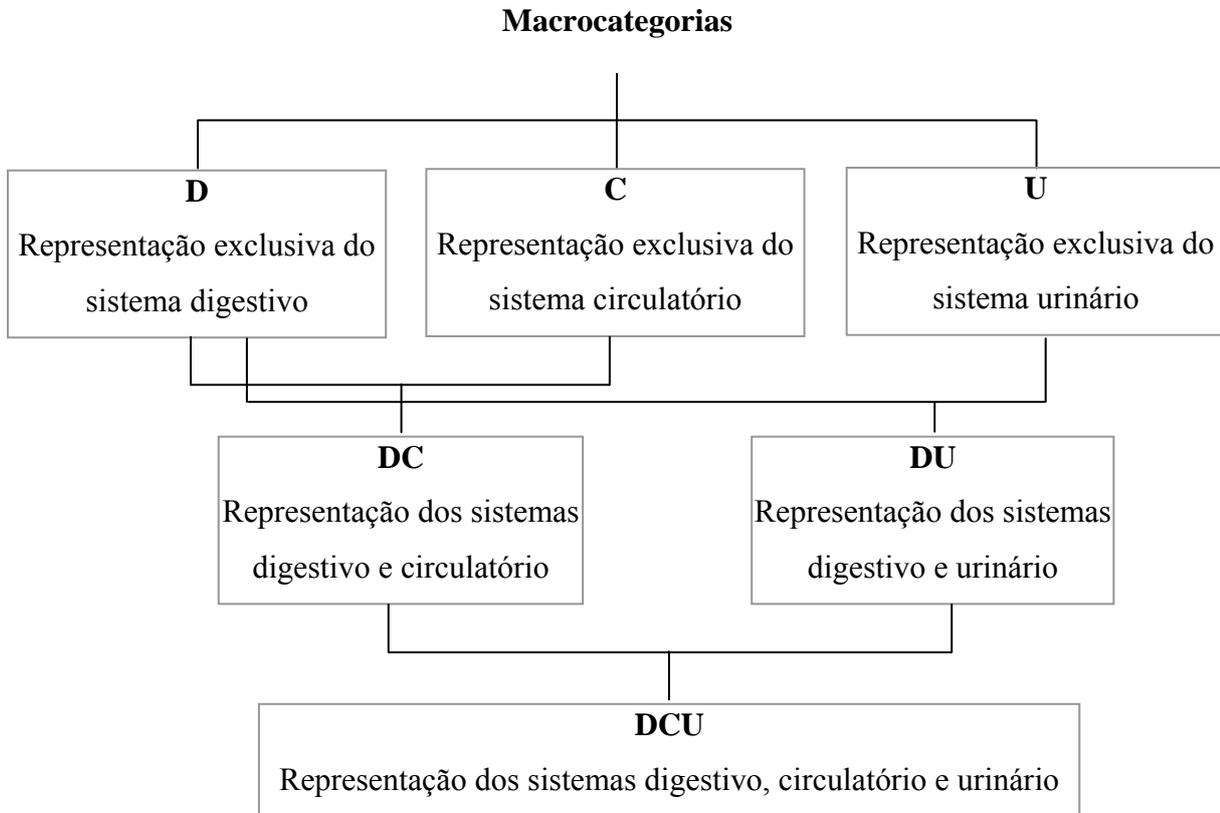
Apresentamos, de seguida, uma síntese das categorias utilizadas:

### (i) Sistema digestivo



**(ii) Sistema circulatório****(iii) Sistema urinário**

(iv) Inter-relação entre os três sistemas



## 2.4. Tratamento estatístico

Os dados obtidos a partir das respostas dos questionários, inserem-se na escala nominal, visto tratar-se de dados qualitativos. Para proceder à análise dos dados utilizámos a versão 13 do programa SPSS (Statistical Package for Social Sciences).

Um dos testes mais indicados, tendo em conta a natureza dos dados obtidos é o Qui-Quadrado ( $\chi^2$ ) de Pearson. Este teste incide sobre a frequência observada de respostas em cada uma das categorias definidas e as respectivas frequências esperadas (Pestana e Gageiro, 2000), ou seja, aquelas que seriam de esperar caso as variáveis a testar fossem independentes. Assim, este teste (Pestana e Gageiro, 2003) define como:

- Hipótese nula ( $H_0$ ): as variáveis são independentes, isto é, os valores amostrais provêm de universos onde estas proporções são iguais;
- Hipótese alternativa ( $H_a$ ): existe uma relação entre as variáveis, isto é, os valores amostrais provêm de universos onde estas proporções são significativamente diferentes.

Contudo, a execução deste teste exige o respeito de alguns pressupostos como: nenhuma das células apresentar uma frequência esperada inferior a 1; e não existirem mais de 20% de células com uma frequência esperada inferior a 5. Apenas o cumprimento destes pressupostos assegura a aplicação do teste (Pestana e Gageiro, 2000 e 2003).

Sempre que estavam reunidas estas condições, recorremos ao teste do  $\chi^2$  com um intervalo de confiança de 95%: considerando que não há diferenças significativas quando  $p \geq 0,05$ ; e que há diferenças significativas quando  $p < 0,05$ , isto é, quando rejeitamos a  $H_0$ .

Ao pedir o teste de  $\chi^2$  para além de pedirmos os valores observados e os valores esperados, pedíamos também os resíduos ajustados. Estes valores indicam as células que se afastam mais da  $H_0$ , assim, as células cujos valores dos resíduos ajustados se afastam mais de  $-1,96$  ou  $+1,96$  são aquelas que se afastam significativamente da  $H_0$  (Pestana e Gageiro, 2003).

Analísámos ainda, sempre que o teste revelava diferenças significativas, as *Medidas de Associação* baseadas no  $\chi^2$ , – Cramer's V, o qual varia entre  $r=0,00$  (sem

associação) e  $r=1,00$  (associação perfeita): associação fraca quando o  $r \leq 0,40$ ; associação moderada quando  $0,40 < r \leq 0,60$ ; associação forte quando  $r > 0,60$  (Coolican, 1990; Pestana e Gageiro, 2000). Ao analisarmos estes valores ficamos a conhecer a força da relação existente entre as variáveis em causa.

A fim de explorar melhor as respostas dos diferentes grupos, em especial a comparação das respostas dadas em cada uma das questões, (*Diamante, Maçã e Água*), por grupo de participantes, recorreremos às Tabelas de Respostas Múltiplas.

Para além do SPSS, servimo-nos ainda do programa Excel para, a partir dos resultados do SPSS, construirmos os gráficos.

### 3. Resultados e Análise dos Resultados

Finda a categorização de todos os questionários houve a necessidade de agrupar as referidas categorias (Anexo 3), respeitando sempre os objectivos a que este trabalho se propôs, a fim de facilitar a sua análise e conseguir levar a cabo alguns testes estatísticos.

Esses agrupamentos procuraram respeitar uma lógica que assenta no nível de compreensão do processo de digestão/excreção. Para cada um dos itens procuramos agrupar as categorias de acordo com as concepções emergentes, conscientes de que ao procedermos a tais agrupamentos perdemos sempre informação de pormenor, mas que por outro lado permite comparar de forma mais compreensível os dados obtidos.

Assim, definimos as seguintes categorias:

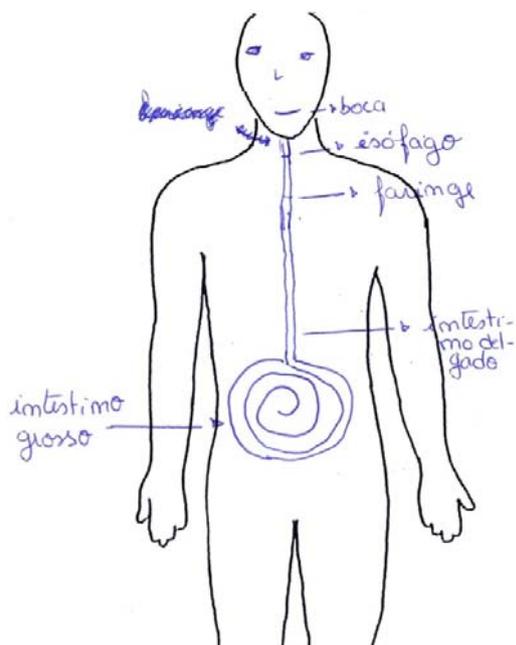
† **Sistema digestivo** (Tabela 3.0.1):

- (i) **“Simples”** - inclui diversos desenhos mais simples que evidenciam: a existência de uma entrada e de uma saída, sem a presença de qualquer órgão, ou a ideia de que os alimentos entram e permanecem no organismo, ou seja, existe um “estômago” representado como uma espécie de saco. Resumidamente, todas as categorias agrupadas caracterizam-se pela inexistência de órgãos específicos (fig. 3.0.1);
- (ii) **“Sem confusão”** - quando existe continuidade entre os diferentes órgãos do sistema digestivo. Esta categoria sugere a existência de uma sequencialidade clara entre os diferentes órgãos que constituem o sistema digestivo, isto é, evidencia um correcto conhecimento anatómico do mesmo (fig. 3.0.2);
- (iii) **“Com confusão”** - quando existe uma amálgama de órgãos em vez de uma clara sequência entre os mesmos. Neste caso há um conhecimento dos órgãos que constituem o sistema digestivo no entanto, a sua representação é ambígua, isto é, não há uma sequência nem uma correcta ligação entre os diferentes órgãos, nomeadamente entre o estômago, o intestino delgado e o intestino grosso (fig. 3.0.3);
- (iv) **“Outros”** - inclui diversos desenhos com uma menor expressão na nossa amostra e cuja inclusão em qualquer uma das outras categorias suscitava dúvidas.

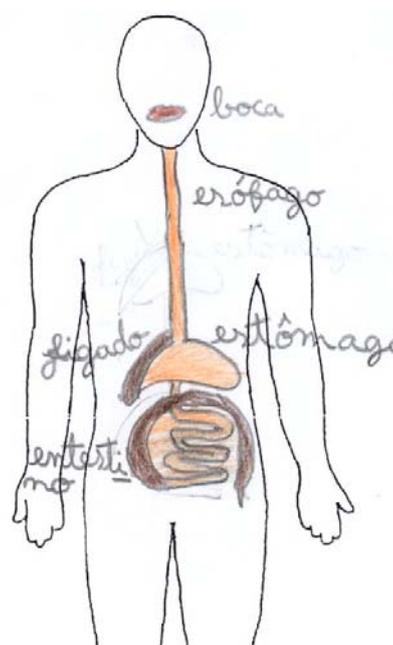
Incluímos também as respostas que foram dadas recorrendo exclusivamente a texto ou à representação de diagramas (fig. 3.0.4).

**Tabela 3.0.1:** Agrupamento das categorias para o sistema digestivo

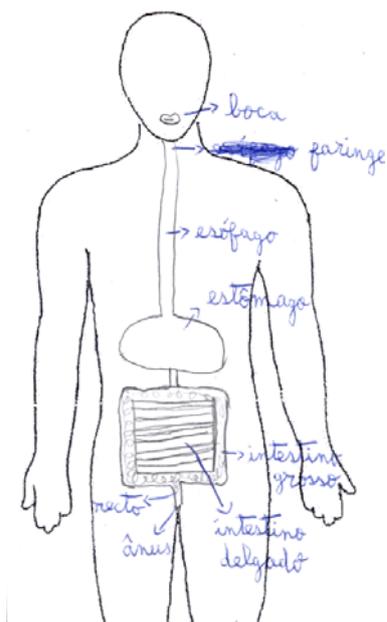
<i>Categorias Agrupadas</i>	<i>Sub –categorias</i>
<i>Simples</i>	D01 à D010
<i>Sem confusão</i>	D10; D10s; D11; D11s; D12 e D12s e D14; D14s (após reapreciação)
<i>Com confusão</i>	D13; D13s e D14; D14s (após reapreciação)
<i>Outros</i>	D1d; D1t; D14d; D14t; D15



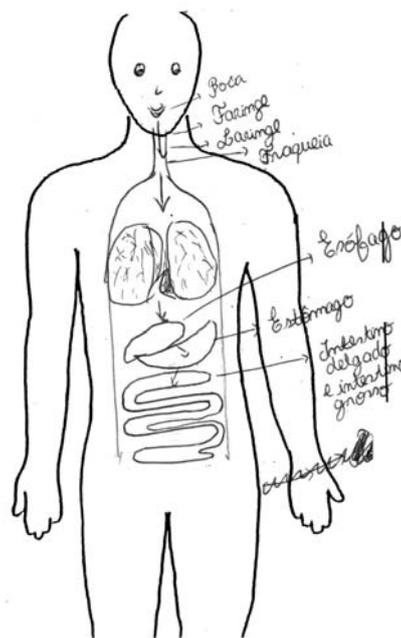
**Figura 3.0.1:** “simples”, estudante do 1º ano EB1



**Figura 3.0.2:** “sem confusão”, aluno do 1º CEB



**Figura 3.0.3:** “com confusão”, aluno do 9º ano



**Figura 3.0.4:** “outros”: estudante do 1º ano EB1

† **Sistema circulatório, Estrutura e absorção** (Tabela 3.0.2):

- (i) “**Sistema circulatório não estruturado**”- quando o “sangue” está representado por todo o corpo, sem a ideia de uma circulação fechada. Está explícita a existência do sangue mas desconhece-se a anatomia do sistema circulatório (fig. 3.0.5);
- (ii) “**Sistema circulatório estruturado**” - quando está presente a ideia de uma circulação fechada, estando representadas estruturas específicas (ex. vasos sanguíneos). Sobressai a ideia de que existem estruturas especializadas e que a circulação do sangue respeita um circuito próprio (fig. 3.0,6);
- (iii) “**Sangue a ligar o digestivo aos rins**” - quando um vaso sanguíneo estabelece a ligação entre o sistema digestivo e os rins (fig. 3.0.7);
- (iv) “**Absorção**” - quando a absorção está representada ou é referida (ex. através de setas), sem qualquer outra especificação (fig. 3.0.8);
- (v) “**Outros**”- inclui diversos desenhos com uma menor expressão na nossa amostra e cuja inclusão em qualquer uma das outras categorias suscitava dúvidas. Nesta categoria incluímos ainda todas as respostas dadas textualmente ou por intermédio de diagramas (fig. 3.0.9).

**Tabela 3.0.2:** Agrupamento das categorias para o sistema circulatório

<i>Categorias Agrupadas</i>	<i>Sub – categorias</i>
<i>Não estruturado</i>	C01 à C05
<i>Estruturado</i>	C10; C10s; C12; C12s
<i>Sangue a ligar digestivo aos rins</i>	C11; C11s;
<i>Absorção</i>	C2; C2s; C2d; C2t
<i>Outros</i>	C1d; C1t; C13

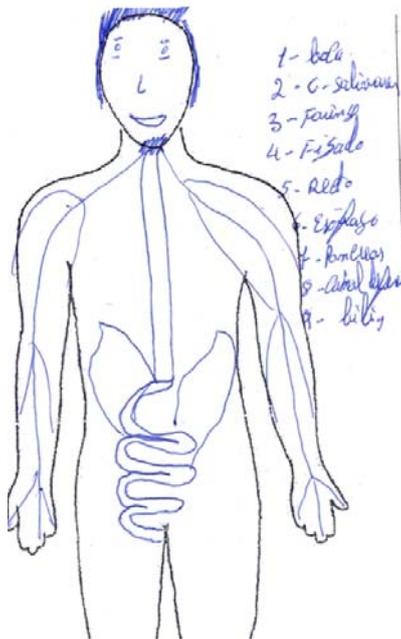


Figura 3.0.5: “não estruturado”, aluno do 9º ano

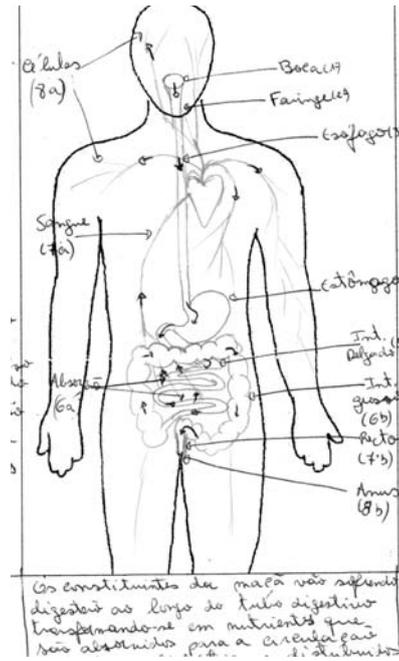


Figura 3.0.6: “estruturado”, professor do 3º CEB

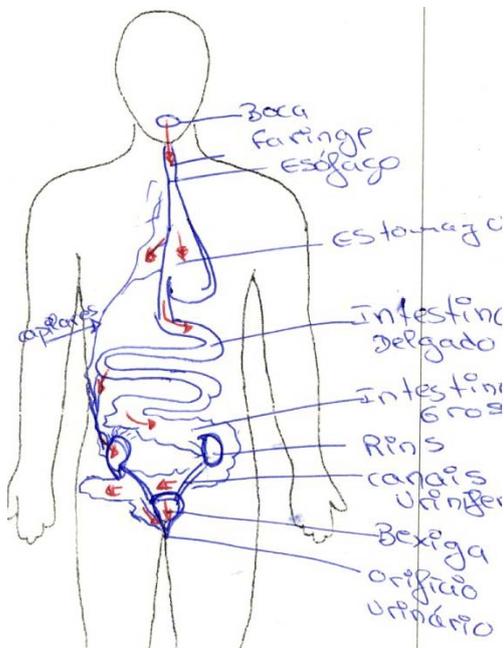


Figura 3.0.7: “sangue a ligar o dig. aos rins”,  
estudante do 1º ano EB1

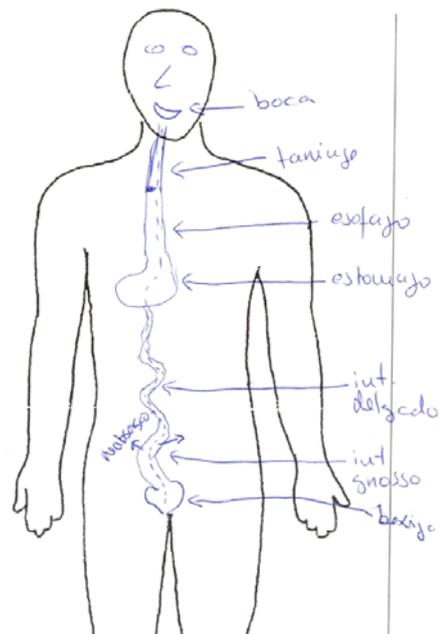


Figura 3.0.8: “absorção”,  
estudante do 4º ano EB3

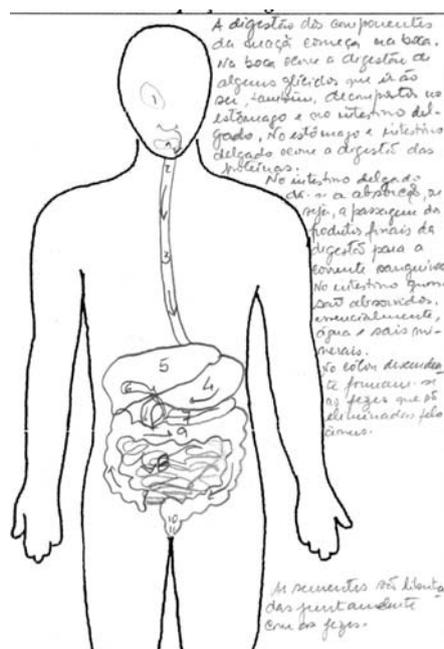


Figura 3.0.9: “outros”: professor do 3º CEB

† Sistema urinário (Tabela 3.0.3):

- (i) **“Muito incompleto”** – quando representam apenas um dos diferentes órgãos que constituem o sistema urinário (fig. 3.0.10);
- (ii) **“Incompleto”** – quando representam os rins e a bexiga, sem os ureteres (fig. 3.0.11);
- (iii) **“Completo”** – quando representam os rins ligados à bexiga através dos ureteres (fig. 3.0.12);
- (iv) **“Outros”** - inclui diversas representações de menor expressão na nossa amostra (fig. 3.0.13).

Tabela 3.0.3: Agrupamento das categorias para o sistema urinário

<i>Categorias Agrupadas</i>	<i>Sub - categorias</i>
<i>Muito incompleto</i>	U1, U1s, U1d, U1t; U2, U2s, U2d, U2t e U5, U5s, U5d, U5t
<i>Incompleto</i>	U4, U4s, U4d, U4t
<i>Completo</i>	U3, U3s, U3d, U3t
<i>Outros</i>	U7

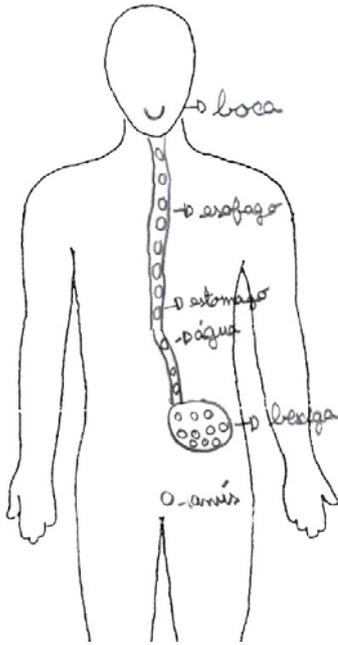


Figura 3.0.10: “muito incompleto”, aluno do 1º CEB

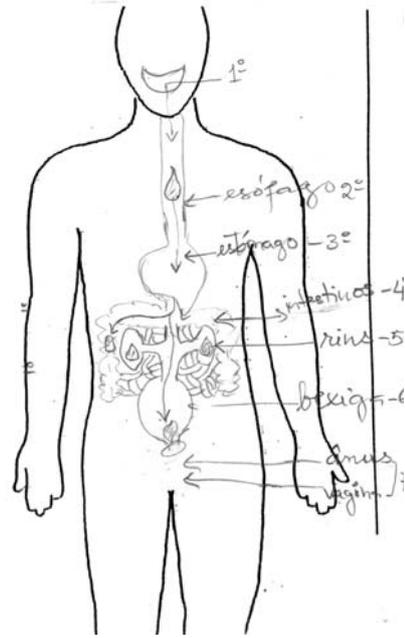


Figura 3.0.11: “incompleto”, professor do 1º CEB

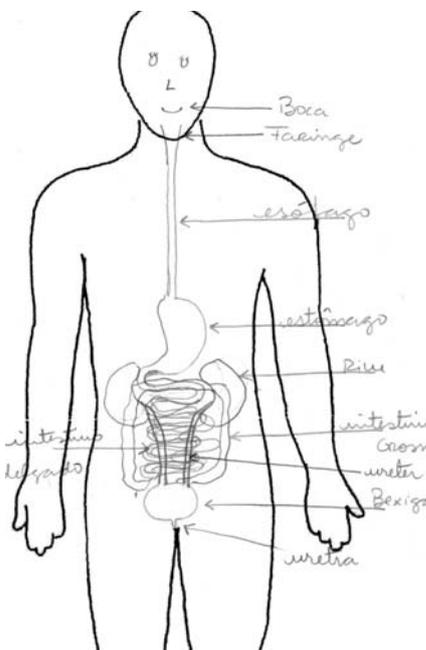


Figura 3.0.12: “completo”, professor do 3º CEB

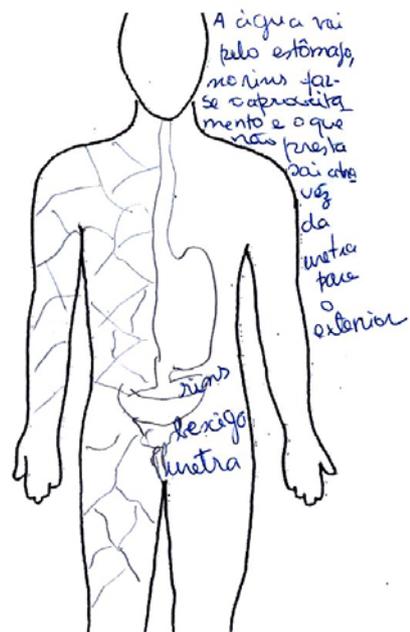


Figura 3.0.13: “outros”, professor do 1º CEB

### † Inter-relação entre os diferentes sistemas:

De entre todas as categorias para a inter-relação entre sistemas apresentadas no capítulo da Metodologia (Anexo 3), apenas algumas aparecem nos nossos resultados.

Apresentamos de seguida alguns exemplos de respostas encontradas:

- (i) “A”, continuidade entre os sistemas digestivo e urinário (fig. 3.0.14);
- (ii) “B”, bifurcação do tubo digestivo (fig. 3.0.15);
- (iii) “D”, apenas o sistema digestivo representado (fig. 3.0.16);
- (iv) “U”, apenas o sistema urinário representado (fig. 3.0.17);
- (v) “DU”, sistema digestivo e urinário representados, sem qualquer ligação entre eles (fig. 3.0.18);
- (vi) “DC”, sistemas digestivo e circulatório representados (fig. 3.0.19);
- (vii) “DCU”, sistemas digestivo, circulatório e excretor representados (fig. 3.0.20).

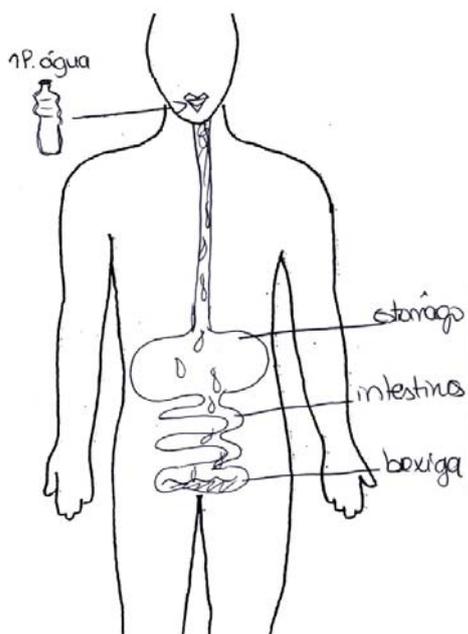


Figura 3.0.14: “A”, estudante do 1º ano EB1

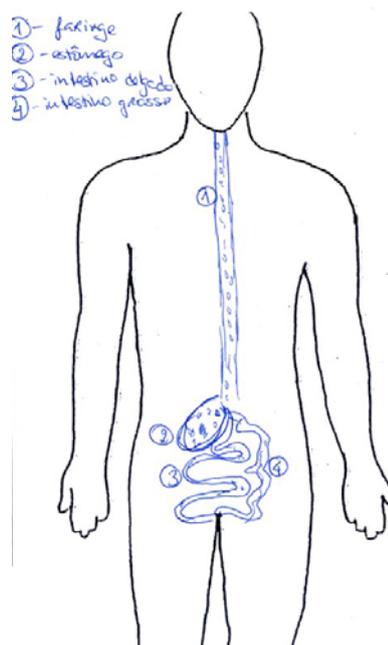


Figura 3.0.15: “B”, estudante do 1º ano EB1

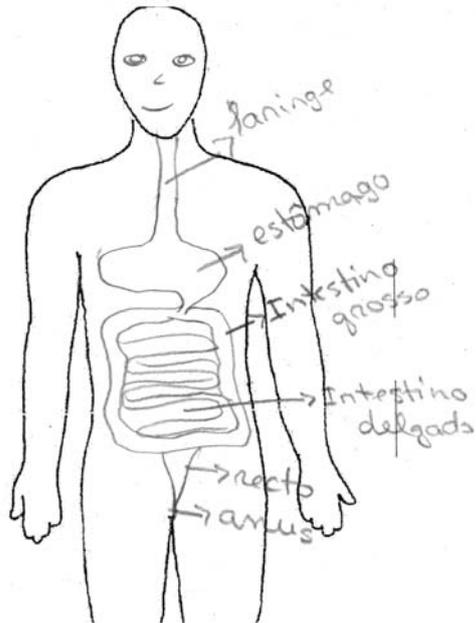


Figura 3.0.16: "D", aluno do 7º ano

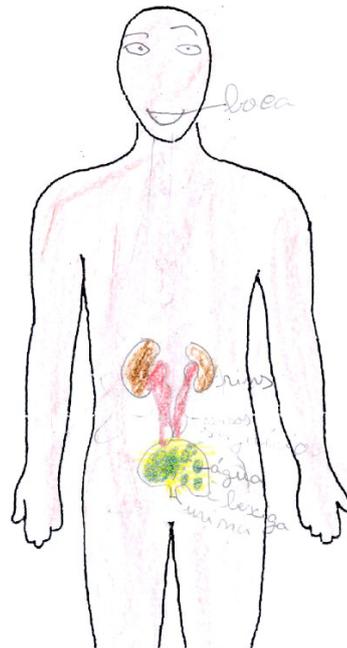


Figura 3.0.17: "U", aluno do 1º CEB

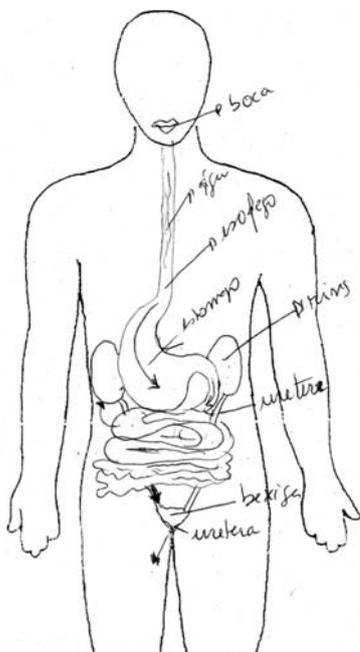


Figura 3.0.18: "DU", estudante do 4º ano EB2

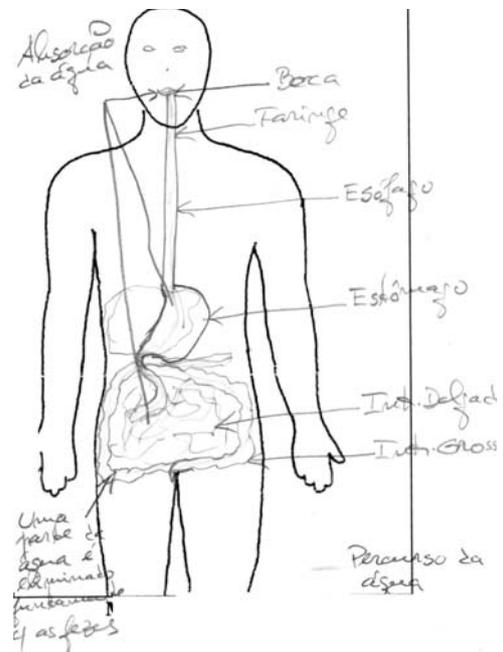


Figura 3.0.19: "DC", professor do 2º CEB

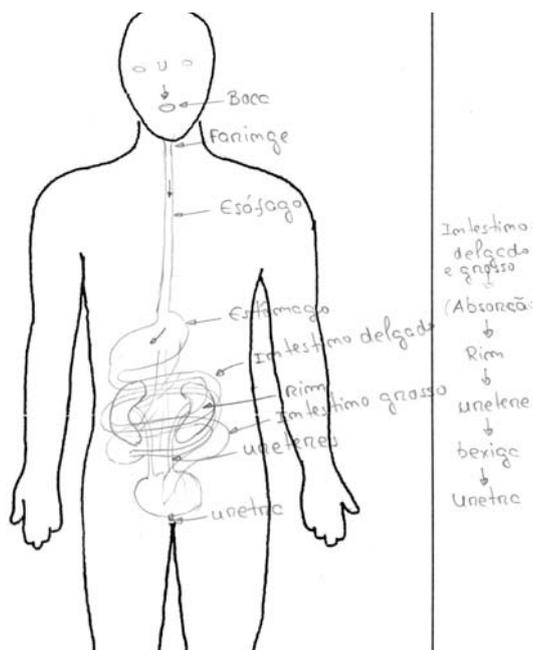


Figura 3.0.20: “DCU”, professor do 2º CEB

Houve ainda a necessidade de agrupar as subcategorias definidas para a continuidade anatômica entre o tubo digestivo e órgãos do sistema urinário (categoria A), tendo em conta se referiam / representavam ou não o sistema circulatório ou o termo absorção (Tabela 3.0.4).

- (i) “**Continuidade digestivo - urinário**”, continuidade entre os sistemas digestivo e órgãos do sistema urinário (fig. 3.0.21);
- (ii) “**Continuidade digestivo- urinário+circulatório**”, continuidade entre os sistemas digestivo e órgãos do sistema urinário, com referência ao sangue/sistemas circulatório (fig. 3.0.22);

Tabela 3.0.4: Agrupamento das categorias para a continuidade

<i>Categorias Agrupadas</i>	<i>Sub -categorias</i>
<i>Continuidade digestivo - urinário</i>	A01 à A04
<i>Continuidade digestivo- urinário+circulatório</i>	A05 à A07

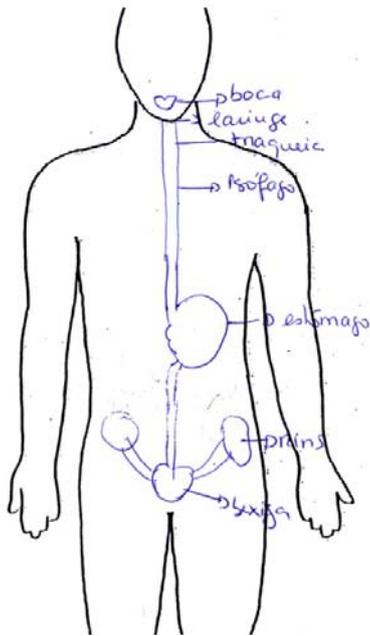


Figura 3.0.21: “continuidade digst-urinário”,  
estudante do 4º ano EB1

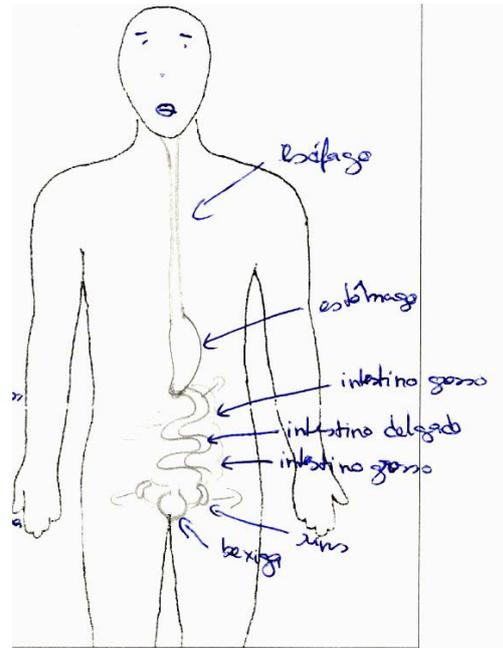
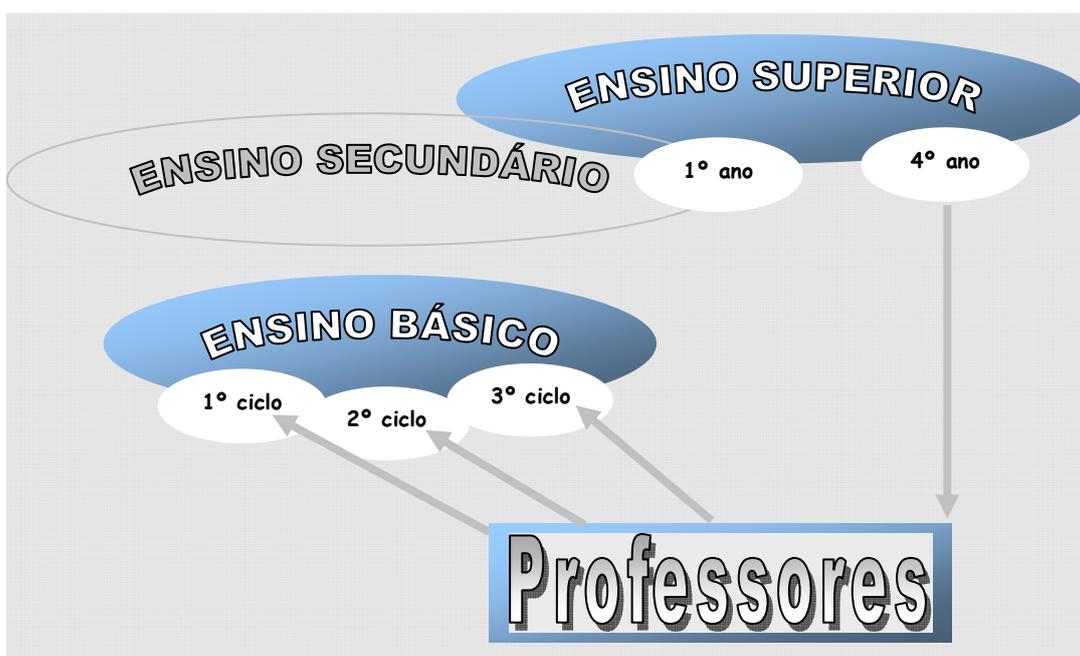


Figura 3.0.22: “continuidade digst- urinário +  
sangue”, estudante do 1º ano EB3

Apresentamos de seguida os resultados do presente estudo, respeitando a seguinte ordem:

- 3.1. Alunos dos três ciclos do Ensino Básico;
- 3.2. Estudantes do 1º ano do Ensino Superior;
- 3.3. Estudantes do 4º ano do Ensino Superior;
- 3.4. Professores em serviço dos três ciclos do Ensino Básico

Em cada secção apresentamos os resultados relativos ao sistema digestivo, sistema circulatório, sistema urinário e finalmente, relativos à natureza da inter-relação estabelecida entre os diferentes sistemas. Apresentamos ainda, uma síntese dos resultados obtidos para cada um dos grupos envolvidos (fig. 3.0.23).



**Figura 3.0.23:** Grupos envolvidos no presente estudo

### 3.1. Resultados dos alunos do Ensino Básico

Começamos por apresentar os resultados obtidos a partir da análise dos dados dos alunos do EB (fig. 3.1.1). Como já foi explicado no capítulo da Metodologia os questionários foram aplicados um ano após o ensino formal dos conteúdos relacionados com a biologia humana.

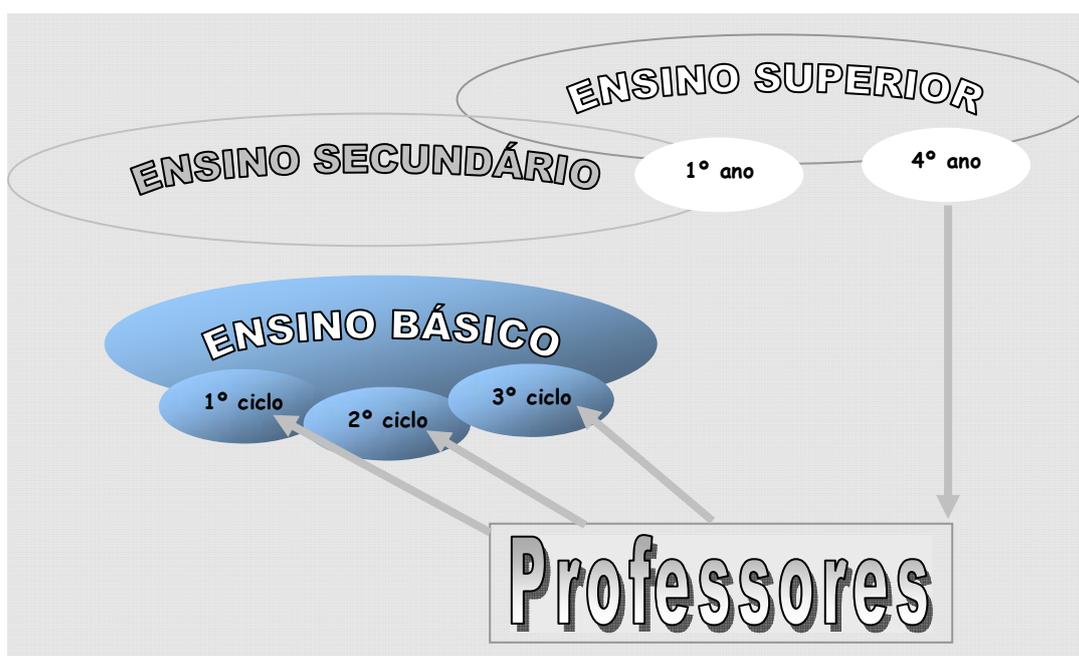


Figura 3.1.1: Grupos dos alunos do EB envolvidos no presente estudo

#### 3.1.1. Sistema Digestivo

##### Questões *Diamante, Maçã e Água*

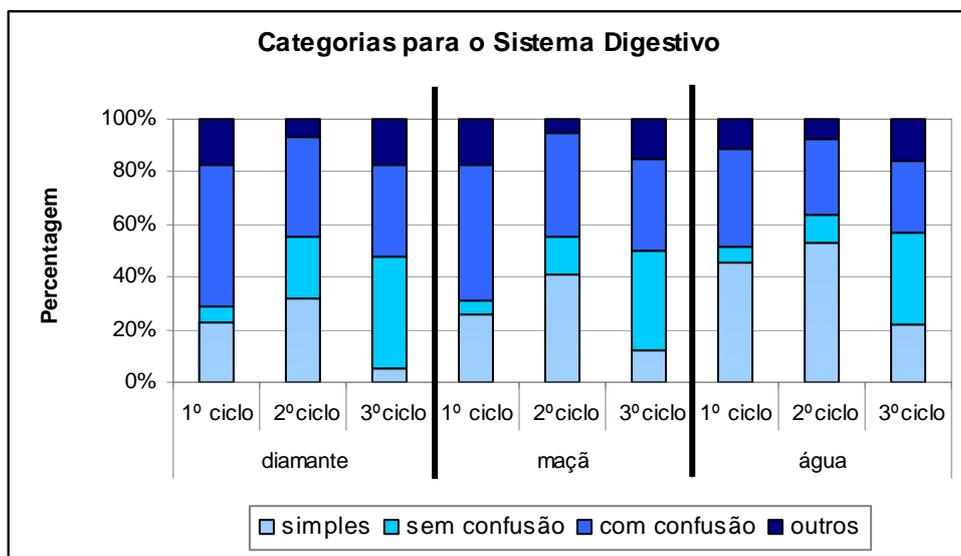
No que respeita a representação do sistema digestivo é notória a evolução gráfica dos alunos, mas neste estudo pretende-se analisar essencialmente a evolução conceptual. Assim, para as três questões quase podemos definir um padrão no que respeita o tipo de representação para os alunos de cada um dos ciclos do ensino básico.

Por exemplo, na figura 3.1.2. pode ver-se que os alunos do 2º ciclo são os que apresentam a mais elevada percentagem de representação da categoria “**simples**” para

qualquer uma das questões (32% - *Diamante*; 41% - *Maçã* e 53% - *Água*). Relativamente a esta categoria, realçamos ainda o facto de esta aumentar consideravelmente, nos três grupos de alunos, quando passámos da questão *Diamante* para a questão *Maçã* e para a questão *Água*, como se pode constatar com o exemplo dado (fig. 3.1.2).

No que respeita a representação das categorias “**com confusão**” e “**sem confusão**”, verifica-se que a primeira decresce do 1º para o 3º ciclo enquanto a segunda segue a distribuição inversa (ex. *Diamante* “**com confusão**”: 54% - 1ºciclo; 38% - 2ºciclo e 35% - 3ºciclo; “**sem confusão**”: 6% - 1ºciclo; 24% - 2ºciclo e 43% - 3º ciclo) (fig. 3.1.2).

Para cada uma das questões, podemos afirmar que o nível de escolaridade influencia as respostas dos alunos, em especial para a representação da categoria “**sem confusão**” que é mais frequente nos alunos do 3º ciclo.



**Figura 3.1.2:** Percentagem de categorias, nas três questões, em cada grupo de sujeitos (1º ciclo - alunos do 1º ciclo do Ensino Básico, 2º ciclo - alunos do 2º ciclo do Ensino Básico, 3º ciclo - alunos do 3º ciclo do Ensino Básico).

O teste  $\chi^2$  revelou a existência de diferenças significativas entre os 3 grupos ( $p < 0,05$ ), em todas as questões, com uma associação fraca ( $r \leq 0,40$ ).

Em todas as questões os alunos do 3º ciclo que representaram a categoria “**sem confusão**” são os que mais contribuem para as diferenças encontradas.

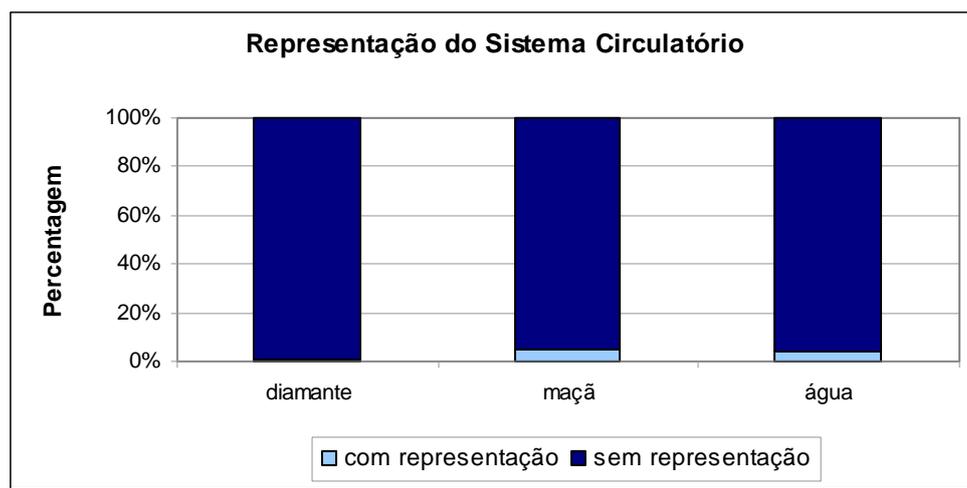
### 3.1.2. Sistema Circulatório

#### Questões *Maçã* e *Água*

Na questão *Diamante*, uma vez que não ocorre absorção, a representação do sistema circulatório foi insignificante, inferior a 1%, tal como esperado (fig. 3.1.3).

No entanto, também na questão *Maçã* a percentagem de representação do sistema circulatório foi muito baixa, cerca de 5,4% (fig. 3.1.3) distribuídos da seguinte forma: 6,8% nos alunos do 2ºciclo e 7,5% nos alunos do 3ºciclo. Destes, 87,5% das representações incluem-se na categoria “**não estruturado**”, ou seja, os alunos representam o “sangue” distribuído por todo o corpo por meio de linhas ou de setas.

Relativamente à questão *Água* a percentagem de representação da circulação é também baixa, 3,6% (fig. 3.1.3).



**Figura 3.1.3:** Percentagem de representação do sistema circulatório, nas questões *Diamante*, *Maçã* e *Água*.

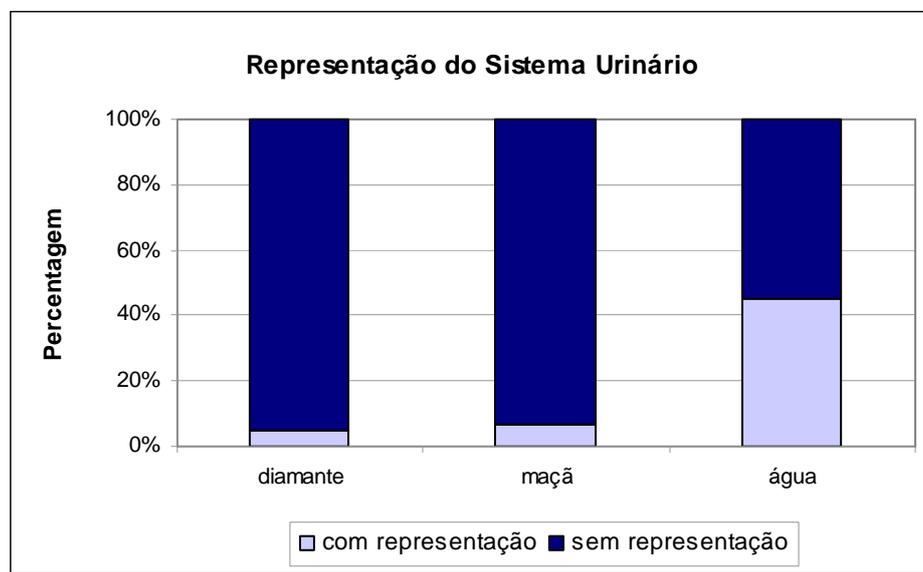
### 3.1.3. Sistema Urinário

#### Questões *Maçã* e *Água*

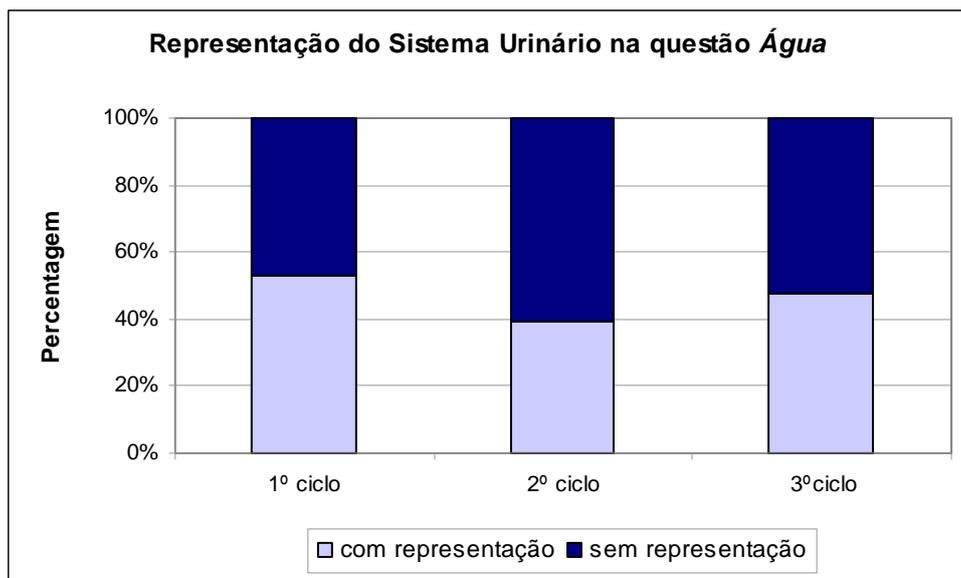
Tal como esperado, também na questão *Diamante* a percentagem de representação do sistema urinário foi baixa, cerca de 5% (fig. 3.1.4).

Na questão *Maçã* há um ligeiro aumento na representação deste sistema contudo, como era de esperar, é na questão *Água* que cerca de 45% dos alunos o representa (fig. 3.1.4). Estes alunos encontram-se distribuídos de uma forma bastante homogénea pelos diferentes níveis do EB: 1º ciclo – 53%; 2º ciclo – 39%; 3º ciclo – 48% (fig. 3.1.5).

Dado que a percentagem de respostas relativas à questão *Água* foi elevada, analisámos os dados de acordo com o nível de ensino (1º, 2º e 3º ciclo) (fig. 3.1.6), verificando-se uma certa evolução, entre os alunos do 1º e do 3º ciclo, no que respeita a representação do sistema em causa. Os alunos do 3º ciclo são os que representam com maior frequência os diferentes órgãos que constituem o sistema urinário (categoria “completo”) (fig. 3.1.6).

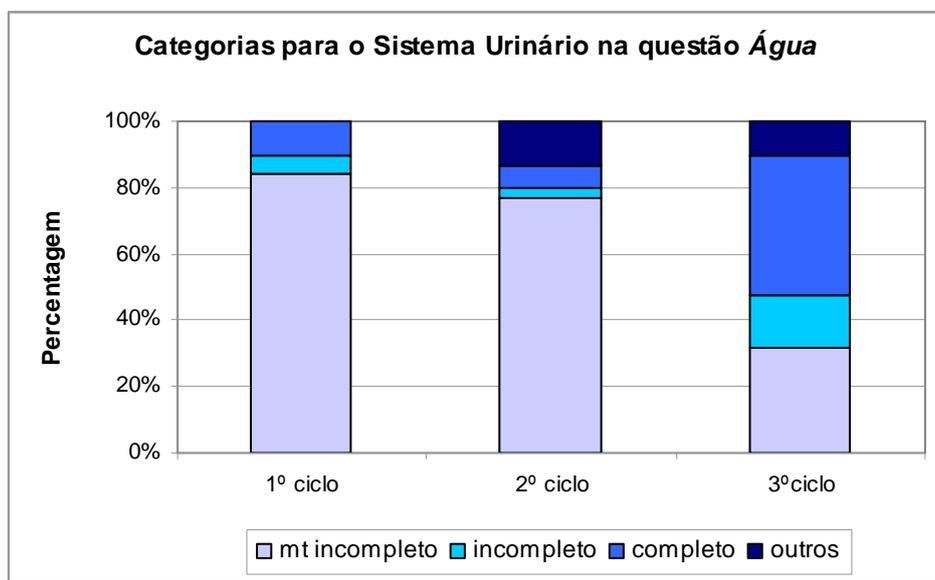


**Figura 3.1.4:** Percentagem de representação do sistema urinário, por todos os alunos do 1º, 2º e 3º ciclo do EB, nas questões *Diamante*, *Maçã* e *Água*.



**Figura 3.1.5:** Percentagem de representação do sistema urinário por todos os alunos do 1º, 2º e 3º ciclos do EB, na questão *Água*.

O teste  $\chi^2$  revelou que não há diferenças estatisticamente significativas entre os três grupos ( $p > 0,05$ ).



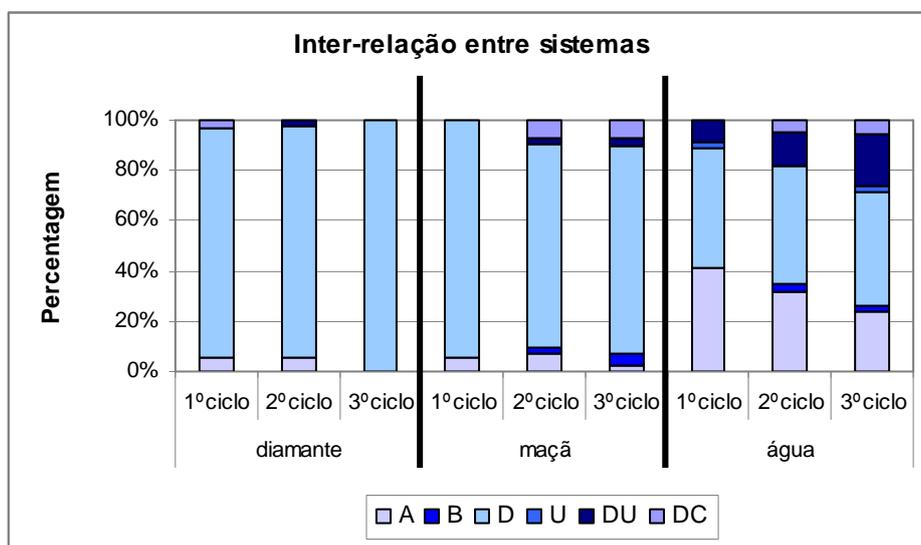
**Figura 3.1.6:** Percentagem de categorias do sistema urinário na questão *Água*, por grupo de alunos do 1º, 2º e 3º ciclo do EB.

### 3.1.4. Inter-relação entre os diferentes sistemas

#### Questões *Diamante*, *Maçã* e *Água*

No que respeita a inter-relação entre os sistemas digestivo, circulatório e urinário, nas questões *Diamante* e *Maçã* a maioria dos alunos tende a representar unicamente o sistema digestivo (94% e 85%, respectivamente), apenas uma pequena percentagem de alunos representa dois sistemas (digestivo e urinário ou digestivo e circulatório) (fig. 3.1.7).

Na questão *Água*, é mais notória a tendência para representarem dois sistemas contudo, continua a prevalecer, em qualquer um dos ciclos, a representação quase exclusiva do sistema digestivo. Devemos ainda realçar a tendência dos alunos, do 1º para o 3º ciclo, para abandonar a representação de uma continuidade, neste caso, entre os sistemas digestivo e urinário (categoria **A**: 42% - 1ºciclo; 32% - 2ºciclo; e 24% - 3ºciclo) dando lugar a uma coexistência, independente do ponto de vista anatómico, dos diferentes sistemas (categorias **DU** e **DC**) (fig. 3.1.7).



**Figura 3.1.7:** Percentagem de categorias para a inter-relação entre sistemas, nas 3 questões, em cada grupo de sujeitos.

Legenda : “A”, continuidade entre os sistemas digestivo e urinário;  
 “B”, bifurcação do tubo digestivo;  
 “D”, apenas o sistema digestivo representado;  
 “U”, apenas o sistema urinário representado;  
 “DU”, sistemas digestivo e urinário representados, sem qualquer ligação entre eles;  
 “DC”, sistemas digestivo e circulatório representados;

Consideramos pertinente realçar que 37,1% das respostas dos alunos do 1ºciclo incluídas na categoria **D** para as questões *Diamante* e *Maçã*, foram “convertidas” na categoria **A**, representação da continuidade anatômica entre o tubo digestivo e o sistema urinário, na questão *Água*. Numa situação semelhante a esta temos cerca de 25,8% e 18,4% dos alunos do 2º e 3º ciclo, respectivamente (Tabela 3.1.1).

Contudo, como já tínhamos visto, as respostas da maioria dos alunos caíram na categoria **D** para as três questões (45,7 % para o 1º ciclo; 40,9% para o 2º ciclo e 42,1% para o 3º ciclo) (Tabela 3.1.1).

**Tabela 3.1.1:** Relação, em percentagem, entre as respostas dadas em cada uma das questões por grupo de alunos do EB.

Alunos do Ensino Básico	Diamante																		
	A	D																DU	DC
	maçã	Maçã																maçã	maçã
	A	A			B			D						DU	DC		DU	D	
	água	água			água			água						água	água		água	água	
A	A	B	D	A	D	DU	A	B	D	U	DU	DC	DU	D	DC	DU	DU		
1ºciclo	5,7	---	---	---	---	---	---	37,1	---	45,7	2,9	5,7	---	---	---	---	---	2,9	
2ºciclo	4,5	---	1,5	1,5	1,5	1,5	---	25,8	1,5	40,9	---	10,6	4,5	---	3,0	---	3,0	---	
3ºciclo	---	2,6	---	---	2,6	---	2,6	18,4	2,6	42,1	2,6	15,8	---	2,6	2,6	5,3	---	---	

Legenda: ver figura 3.1.7.

### 3.1.5. Síntese dos resultados dos alunos do Ensino Básico

#### 3.1.5.1. Sistema Digestivo

A categoria “**simples**” inclui diversas representações consideradas, quase básicas, em que, teoricamente, os alunos teriam poucas noções relativamente à anatomia do tubo digestivo, como por exemplo os alunos do 1º e do 2º ano do 1º CEB (antes do ensino formal do tema em questão) contudo, a incidência deste tipo de representação na nossa amostra não pode ser ignorada.

O aumento da representação da categoria “**simples**” quando passámos da questão *Diamante* para a questão *Maçã* e para a questão *Água* pode, na nossa opinião, ser uma consequência de duas situações distintas: (i) da necessidade de representar um outro sistema, descuidando a representação do primeiro, provavelmente devido à dificuldade em localizá-los em simultâneo; ou (ii) como já tinham representado o sistema digestivo nas questões anteriores, optaram por simplificar a sua representação. Esta última é claramente comprovada com os questionários onde há uma representação exclusiva do sistema digestivo em todas as questões.

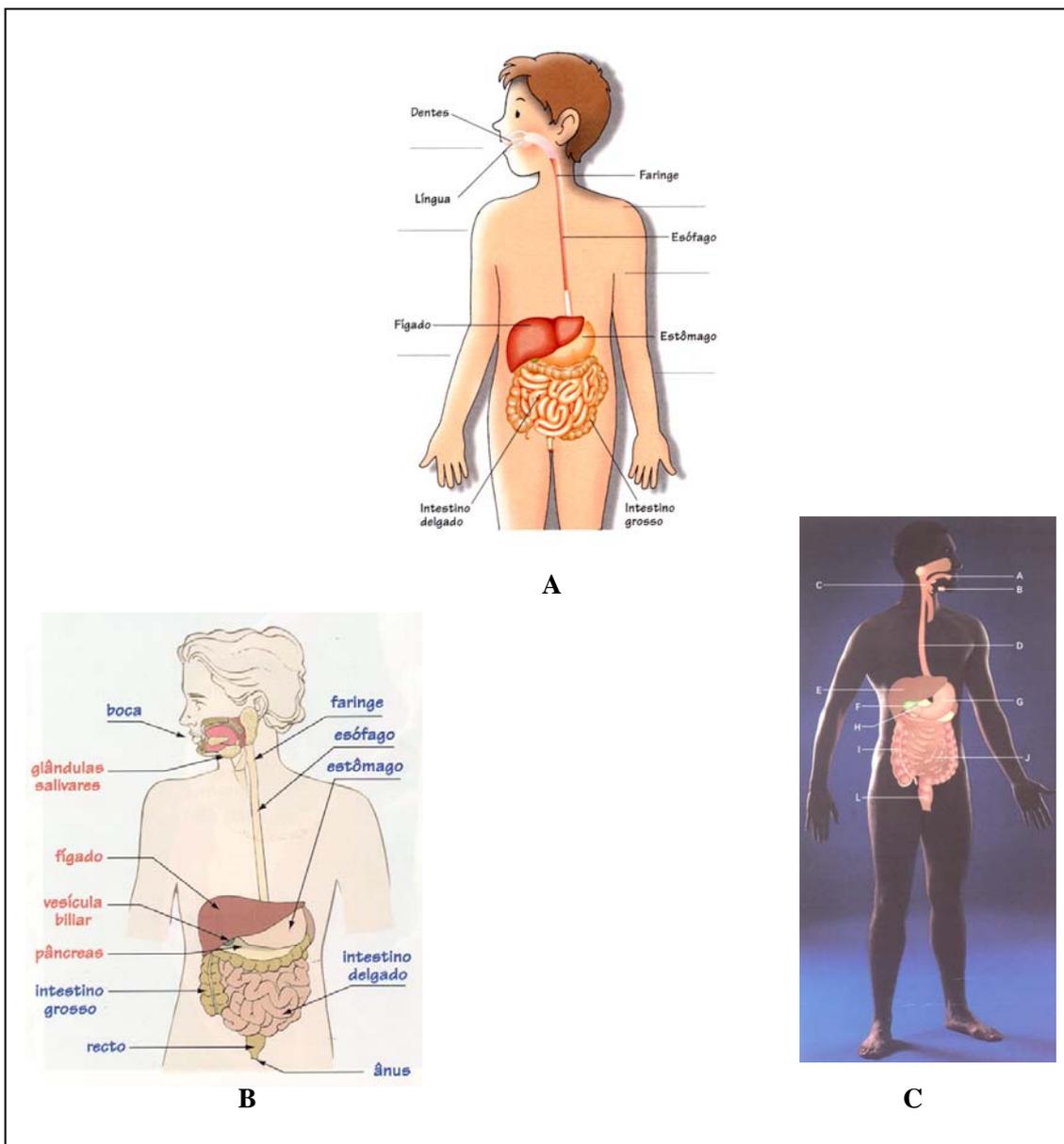
O decréscimo na percentagem de representação da categoria “**com confusão**” e o aumento de representação da categoria “**sem confusão**” do 1º ciclo para o 2º ciclo e deste para o 3º ciclo era esperada. Estes resultados estão relacionados com o nível de ensino em questão e o conseqüente aumento de complexidade dos conteúdos leccionados em cada um dos ciclos.

Apesar, da evolução conceptual evidenciada pelos nossos resultados (aumento na frequência da categoria “**sem confusão**” no 3º ciclo), uma percentagem razoável de alunos do 3º ciclo mantém a representação da referida amálgama de órgãos. Uma análise cuidada a alguns manuais escolares permite-nos compreender e, em certa mediada, explicar estes resultados.

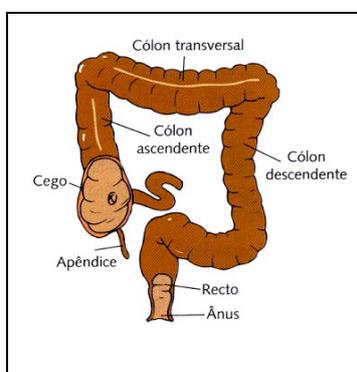
Realçamos aqui que para este trabalho não se procedeu a uma análise de conteúdo intensa e extensa a manuais escolares do Ensino Básico, seleccionamos apenas alguns manuais de diferentes editoras, os mais adoptados para cada um dos ciclos.

De facto, rapidamente nos apercebemos de que a imagem que introduzia o tema em questão era muito semelhante em todos os manuais, apresentando a já referida confusão na disposição dos diferentes órgãos que constituem o sistema digestivo (fig. 3.1.8).

Os manuais do 2º e 3º ciclos apresentam, também, imagens dos diferentes órgãos em separado, uma vez que nestes níveis de ensino são abordados os fenómenos digestivos que ocorrem em cada um deles (fig. 3.1.9). O que significa que é facultada, aos alunos, uma informação mais precisa quer em relação à morfologia quer em relação à fisiologia de alguns órgãos.



**Figura 3.1.8:** Esquemas extraídos de manuais do Ensino Básico: A – “Bambi 3”, 3º ano (2001), Estudo do Meio, Porto Editora; B – “Descobrir a Vida”, 6º ano (2001), Ciências da Natureza, Didáctica Editora; C – “Vida Humana”, 8º ano (1996), Ciências Naturais, Porto Editora.



**Figura 3.1.9:** Esquema extraído do manual “Ciências da Natureza”, 6º ano (2002), Constância Editores.

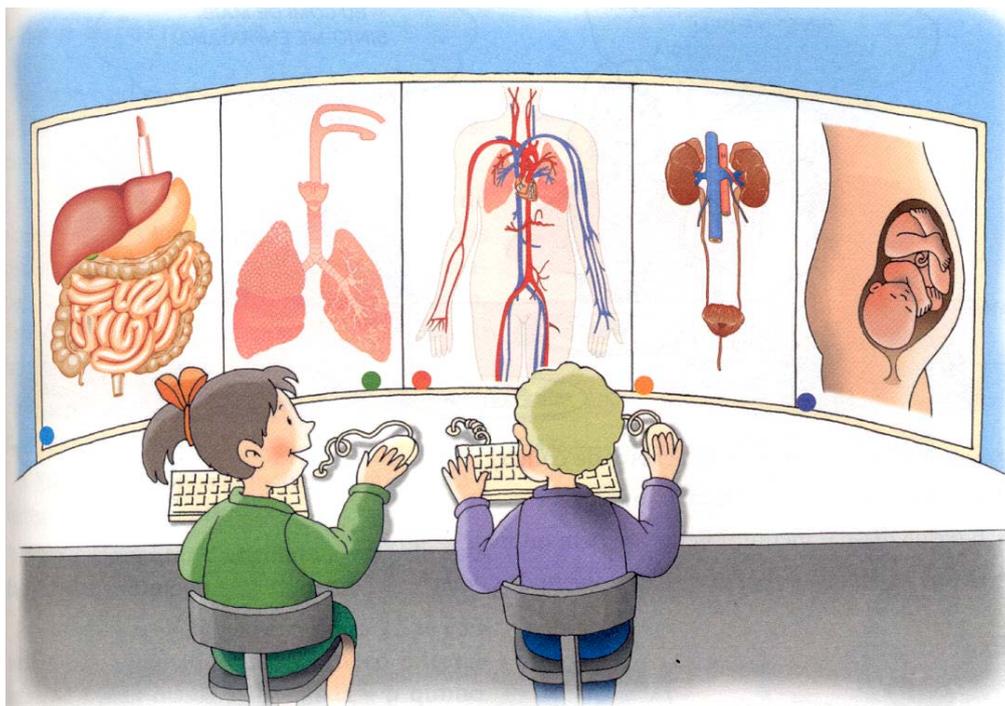
### 3.1.5.2. Sistema Circulatório

A quase ínfima percentagem de representação do sistema circulatório, em qualquer uma das questões, revelou-se de algum modo surpreendente.

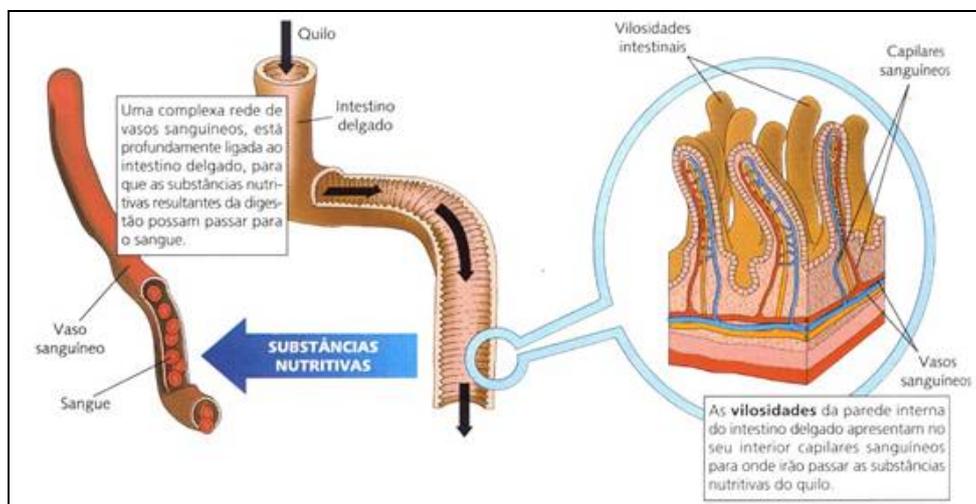
No ensino da biologia humana há uma tendência para compartimentar os diferentes sistemas, facilitando o estudo de cada um. Esta é, na nossa opinião, a forma mais eficaz de os estudar, contudo impõem-se que simultaneamente seja feita uma exploração global dos mesmos, ou seja, insistir na visão do organismo como um todo cujo funcionamento depende da interacção de todos os sistemas. Os nossos resultados evidenciam, neste ponto, a existência de uma lacuna sustentada, em parte, pelos manuais escolares, onde cada sistema constitui um capítulo.

A título exemplificativo, num dos manuais do 1º ciclo mais adoptado a imagem que introduz o estudo dos diferentes sistemas biológicos humanos acaba por reforçar a ideia de uma independência fisiológica entre os mesmos, pois apresenta-os em “janelas” separadas (fig. 3.1.10).

No 1º CEB, quando se explora a função digestiva, encontramos ao longo do texto uma breve referência à passagem das “substâncias mais simples” para o sangue, mas esta não é acompanhada por nenhuma imagem. No 2º e 3º ciclos os alunos exploram, de uma forma mais complexa, a absorção e assimilação dos nutrientes, onde logicamente, se faz referência à circulação sanguínea, mas neste caso a informação veiculada pelo texto é geralmente acompanhada de uma imagem (fig. 3.1.11). Mesmo assim, nas questões *Maçã* e *Água*, poucos destes alunos (2º e 3º ciclo) mencionam o sistema circulatório, o que pode ser um indício de que esta abordagem não é suficiente.



**Figura 3.1.10:** Imagem que introduz o estudo dos diferentes sistemas biológicos humanos no manual “Bambi 3”, 3º ano (2001), Estudo do Meio, Porto Editora.



**Figura 3.1.11:** Esquema relativo à absorção, “Ciências da Natureza”, 6º ano (2002), Constância Editores.

### 3.1.5.3. Sistema Urinário

No que respeita a referência ao sistema urinário, os resultados foram, de algum modo, de encontro ao que esperávamos, uma vez que foi na questão “Água” que registámos uma maior percentagem de referência ao sistema em questão.

Na verdade, do nosso dia-a-dia, todos testemunhámos comportamentos como: “*se bebo muita água vou mais vezes urinar*”, daí que estabelecer uma relação entre os dois sistemas em causa, digestivo e urinário, pareça natural.

Assim se justifica o facto de, apesar de não ser explicitamente referido na questão tal como acontecia com o sistema circulatório, a sua representação atingir valores mais elevados.

Quanto à anatomia do sistema urinário, a dificuldade que os alunos sentem em localizar, simultaneamente, os diferentes sistemas poderá, mais uma vez, ser a razão pela qual não representam todos os órgãos que constituem o sistema urinário, apesar de que, desde o 1º ciclo que nos deparamos com imagens claras quanto aos componentes do sistema urinário (fig. 3.1.12).

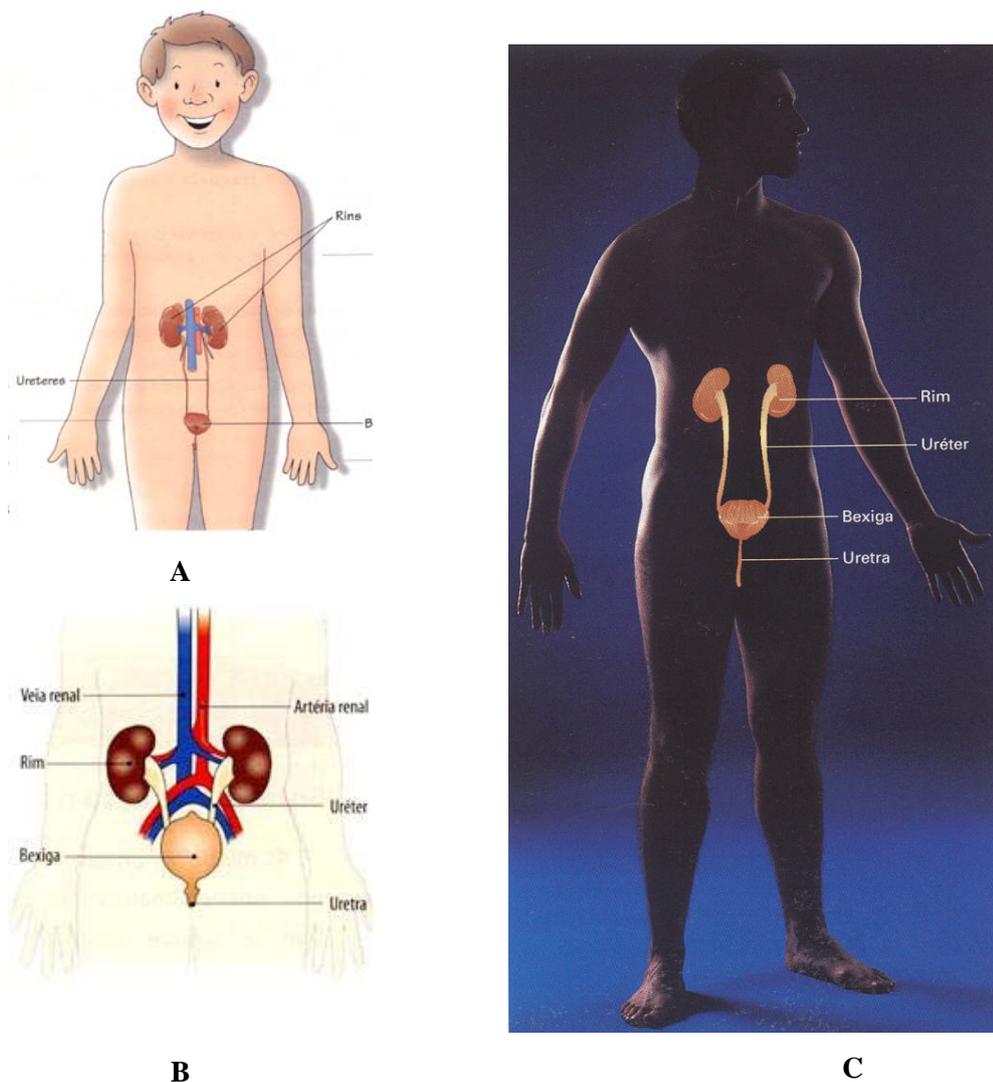
Isto leva a que a maioria dos alunos, refira ou represente apenas um ou dois dos seus órgãos constituintes, incidindo mais sobre a bexiga, talvez por ser o órgão mais vezes mencionado no dia-a-dia, quando se refere a acção urinar.

#### **3.1.5.4. Inter-relação entre sistemas**

Pelo que já dissemos anteriormente, os nossos resultados espelham a dificuldade que os alunos têm em relacionar conteúdos que abordam como separados e, por vezes como independentes, isto porque a maioria deles, independentemente do nível de ensino, representa exclusivamente o sistema digestivo em ambas as questões “*Maçã*” e “*Água*”.

No entanto, considerando os poucos que representaram mais do que um sistema, impõe-se agora uma outra questão: “*Como é que os alunos relacionam os diferentes sistemas entre si?*”.

Ao analisamos a frequência de respostas em cada uma das categorias definidas para a inter-relação entre sistemas, apercebemo-nos de que muitos, dos poucos alunos que relacionam dois sistemas, não têm uma ideia clara de como se estabelece essa mesma relação, sobressaindo neste ponto a ideia de uma continuidade anatómica entre eles (categoria **A**), sobretudo entre o digestivo e o urinário.



**Figura 3.1.12:** Esquemas relativos ao sistema urinário extraídos de manuais do Ensino Básico: A- “Bambi 3”, 3º ano (2001), Estudo do Meio, Porto Editora; B- “Ciências da Natureza 6”, 6º ano (2003), Areal Editores; C- “Vida Humana”, 8º ano (1996), Ciências Naturais, Porto Editora.

## 3.2. Resultados dos estudantes do Ensino Superior – 1º ano

Apresentamos de seguida os resultados obtidos a partir da análise dos dados dos estudantes do 1º ano das três licenciaturas: Ensino Básico, 1º ciclo – **EB1**; Matemática e Ciências, 2º ciclo – **EB2** e Biologia e Geologia – **EB3** (fig. 3.2.1).

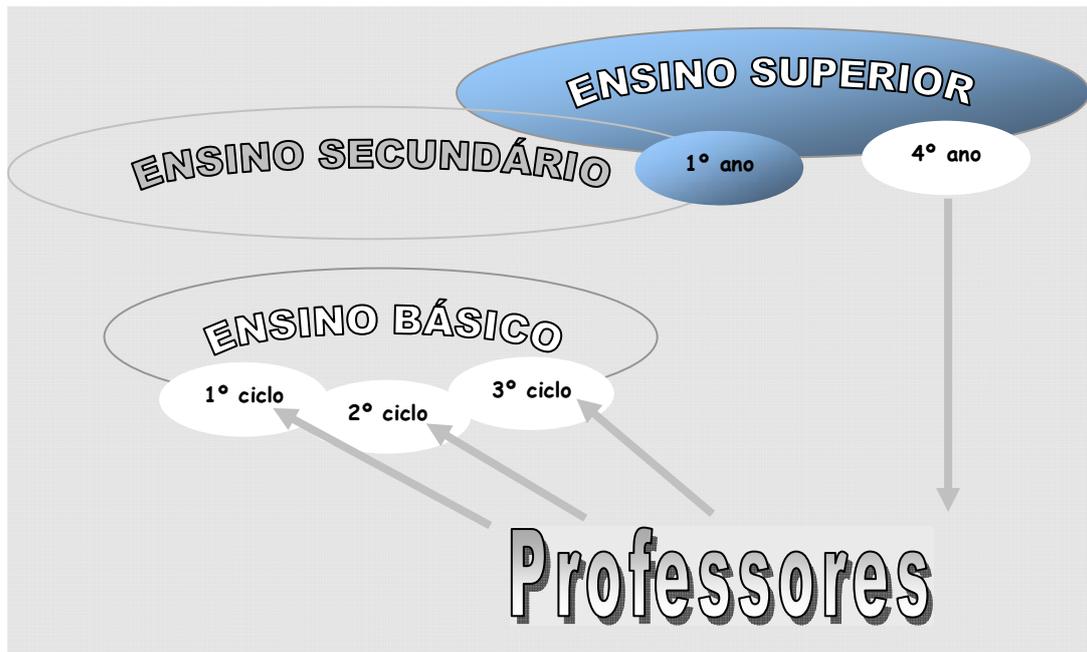
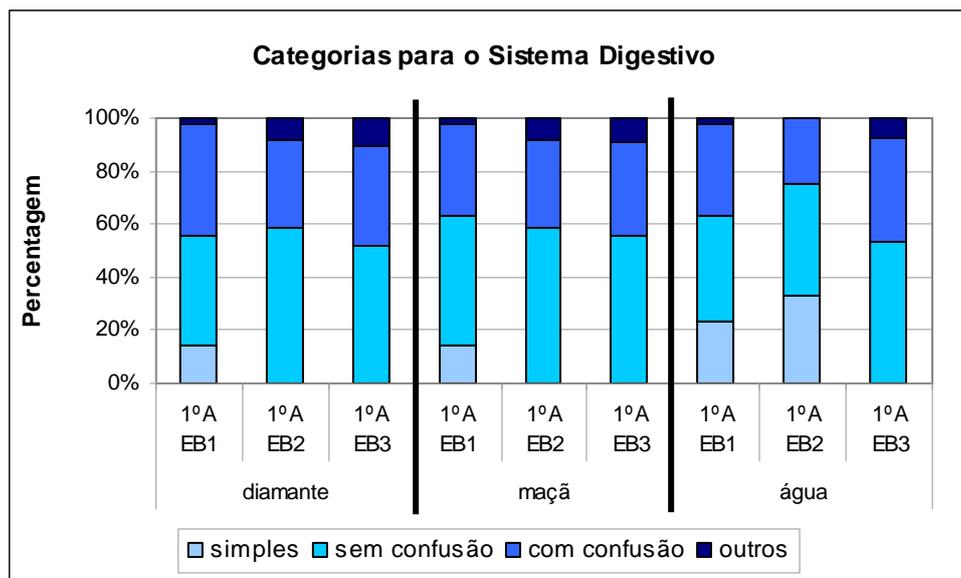


Figura 3.2.1: Grupos de estudantes do Ensino Superior envolvidos no presente estudo

### 3.2.1. Sistema Digestivo

#### Questões *Diamante, Maçã e Água*

Para o sistema digestivo, nas questões *Diamante* e *Maçã* os estudantes do 1º ano de Ensino Básico 2º ciclo (EB2) e os de Biologia e Geologia (EB3) são os que mais representam a categoria “**sem confusão**” (58% e 55%, respectivamente), aliás nestas duas questões os estudantes das duas licenciaturas apresentam resultados muito semelhantes (fig. 3.2.2).



**Figura 3.2.2:** Percentagem de categorias, nas três questões, em cada grupo de estudantes do 1º ano do ensino superior (EB1 - Ensino Básico do 1ºciclo; EB2 - Ensino Básico do 2ºciclo, Matemática e Ciências; e EB3 - 3ºciclo do Ensino Básico, Biologia e Geologia).

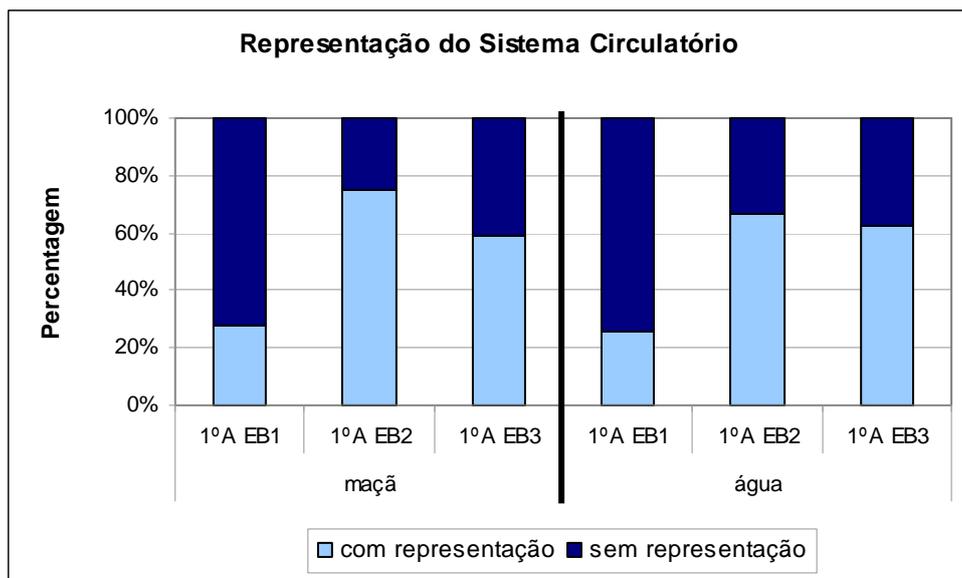
### 3.2.2. Sistema Circulatório

#### Questões *Maçã* e *Água*

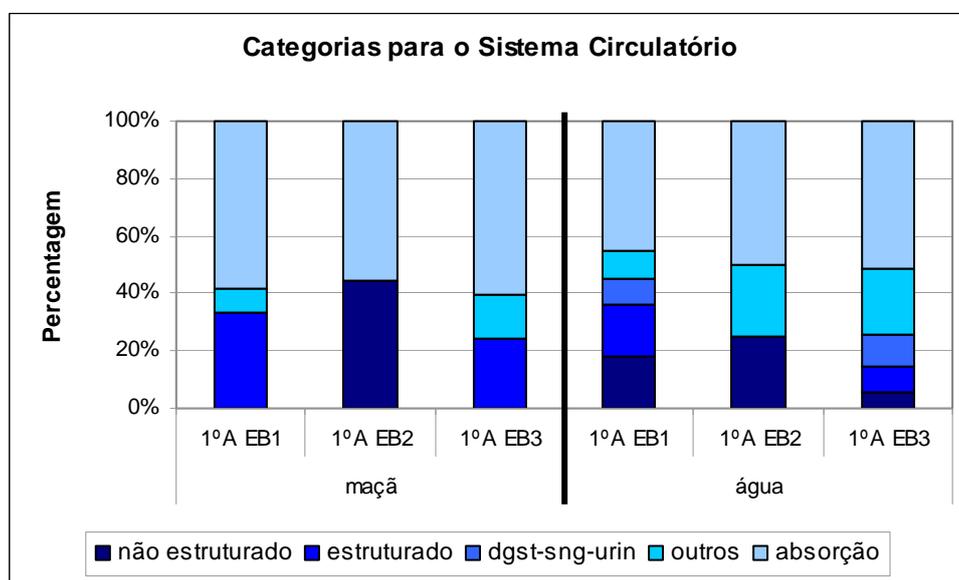
Os estudantes do 1º ano de EB2 foram os que representaram com maior frequência o sistema circulatório em ambas as questões (*Maçã*: 75% e *Água*: 67%), logo seguidos dos estudantes de Biologia e Geologia (fig. 3.2.3). Pelo contrário, os estudantes de EB1 foram os que menos representaram este sistema (28% e 26%, respectivamente) e assim, os que mais contribuíram para as diferenças encontradas (fig. 3.2.3).

No que respeita o tipo de representação, destacamos a categoria “**absorção**”. Esta foi a categoria mais frequente nas duas questões, em todos os grupos de participantes (fig. 3.2.4).

Contudo, os resultados mais semelhantes são os dos estudantes de EB1 e os de EB3, por exemplo, na questão *Água* apenas nestes dois grupos de estudantes encontramos as cinco categorias definidas para o sistema circulatório.



**Figura 3.2.3:** Percentagem de representação do sistema circulatório, nas questões *Maçã* e *Água*, por cada grupo de estudantes do 1º ano do ensino superior (EB1 - Ensino Básico do 1ºciclo; EB2 - Ensino Básico do 2ºciclo, Matemática e Ciências; e EB3 - 3ºciclo do Ensino Básico, Biologia e Geologia). O teste  $\chi^2$  revelou a existência de diferenças significativas entre os 3 grupos ( $p < 0,05$ ), nas duas questões, com uma associação fraca ( $r \leq 0,40$ ). Os estudantes de EB1 são os que mais contribuem para as diferenças encontradas.



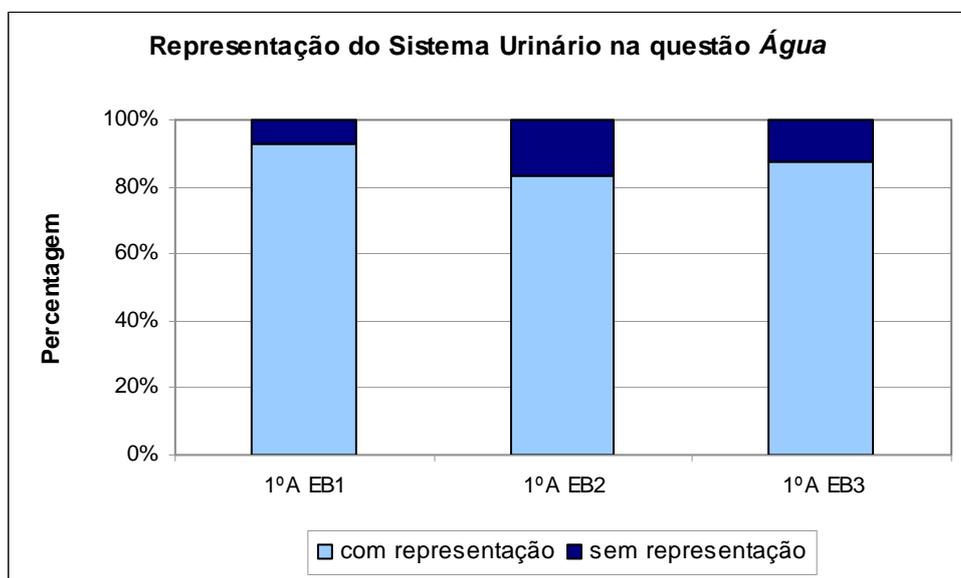
**Figura 3.2.4:** Percentagem de respostas por categoria, nas questões *Maçã* e *Água*, por cada grupo de estudantes do 1º ano do ensino superior (EB1 - Ensino Básico do 1ºciclo; EB2 - Ensino Básico do 2ºciclo, Matemática e Ciências; e EB3 - 3ºciclo do Ensino Básico, Biologia e Geologia).

### 3.2.3. Sistema Urinário

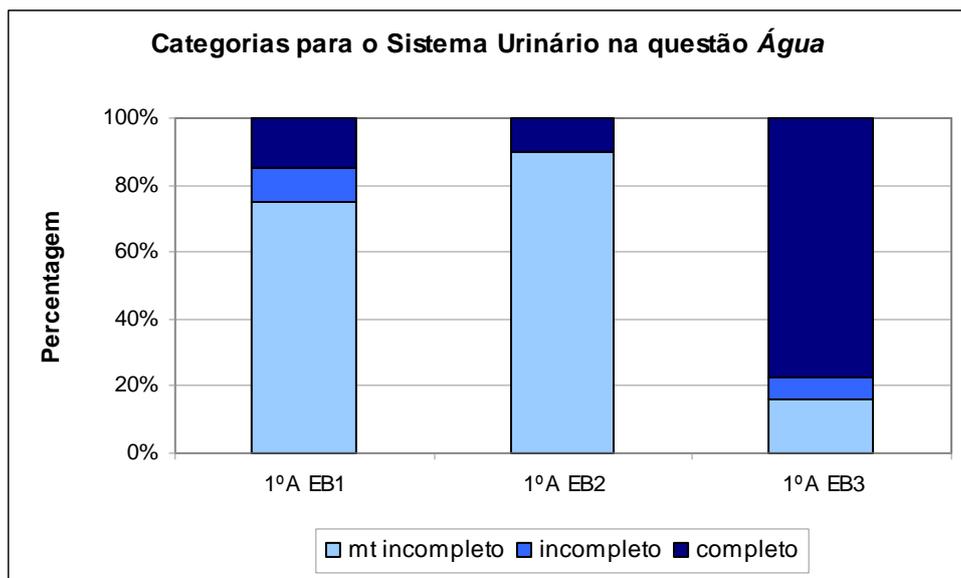
#### Questão Água

Os estudantes de EB1 foram os que mais representaram o sistema urinário na questão *Água* (fig. 3.2.5).

No que respeita o tipo de representação do sistema urinário destacamos os estudantes de Biologia e Geologia pelo facto de serem os que representam com mais frequência um sistema urinário completo (cerca de 78%). Neste caso, os estudantes de Matemática e Ciências são os que representam com maior frequência apenas um dos órgãos que constitui o sistema urinário (categoria “**muito incompleto**”) (fig. 3.2.6).



**Figura 3.2.5:** Percentagem de representação do sistema urinário, na questão *Água*, pelos estudantes do 1º ano do ensino superior (EB1 - Ensino Básico do 1ºciclo; EB2 - Ensino Básico do 2ºciclo, Matemática e Ciências; e EB3 - 3ºciclo do Ensino Básico, Biologia e Geologia).



**Figura 3.2.6:** Percentagem de respostas, por categoria, na questão *Água*, pelos estudantes do 1º ano do ensino superior (EB1 - Ensino Básico do 1º ciclo; EB2 - Ensino Básico do 2º ciclo, Matemática e Ciências; e EB3 - 3º ciclo do Ensino Básico, Biologia e Geologia).

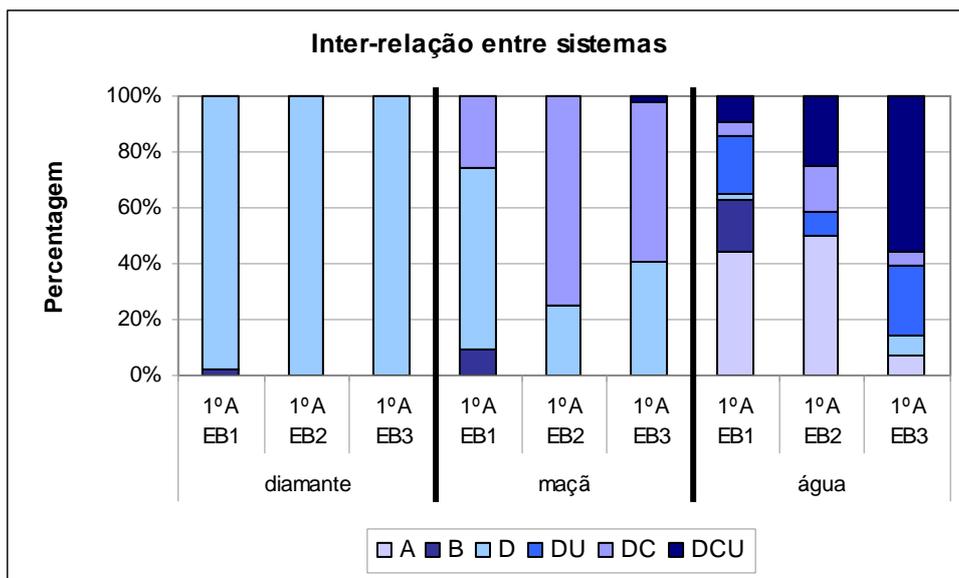
### 3.2.4. Inter-relação entre os diferentes sistemas

#### Questões *Diamante*, *Maçã* e *Água*

Na questão *Diamante* o predomínio da categoria **D** é evidente. Na questão *Maçã* esta categoria continua a predominar entre os estudantes de EB1 (65%). A maior parte dos estudantes de EB2 (75%) e de Biologia e Geologia (57%) relacionaram o sistema digestivo com o circulatório (categoria **DC**) (fig. 3.2.7).

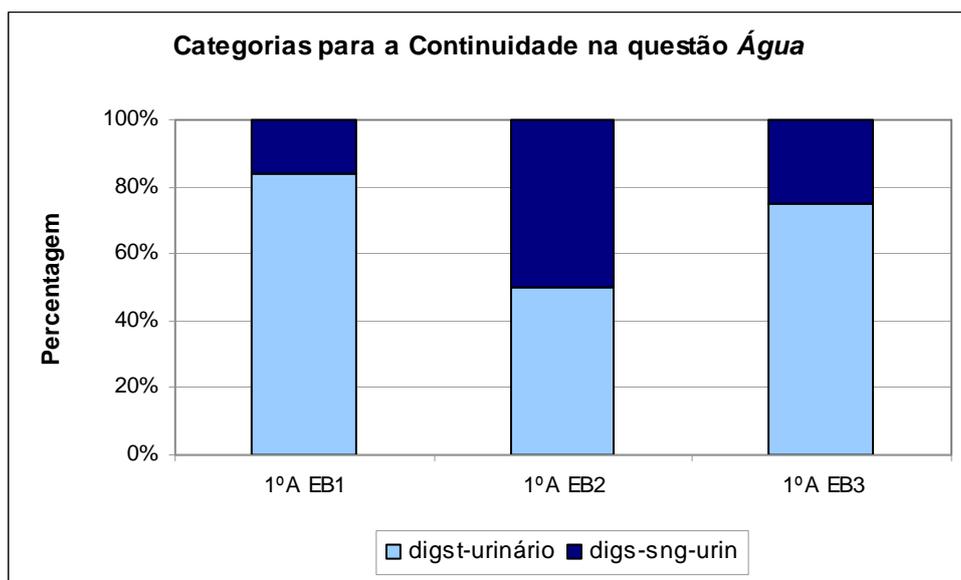
Na questão *Água* a diversidade de respostas é considerável, mas entre os estudantes de EB1 e de EB2 destacamos a percentagem de representação da continuidade anatómica entre o tubo digestivo e órgãos do sistema urinário (categoria **A**: 44% e 50%, respectivamente). Entre estes dois grupos de estudantes realçamos o facto de 50% dos estudantes de EB2 que representaram a continuidade anatómica terem referido os três sistemas (fig. 3.2.8). Entre os estudantes de Biologia e Geologia, a percentagem de representação desta categoria baixa para os 7% (fig. 3.2.7).

Quanto ao estabelecimento de uma relação fisiológica entre os sistemas digestivo, circulatório e urinário (categoria **DCU**), 55% dos estudantes de Biologia e Geologia estabelecem essa relação, contrastando com os estudantes de EB1, dos quais apenas 9% relacionaram os três sistemas (fig. 3.2.7).



**Figura 3.2.7:** Percentagem de categorias, nas três questões, em cada grupo de estudantes do 1º ano do ensino superior (EB1 - Ensino Básico do 1ºciclo; EB2 - Ensino Básico do 2ºciclo, Matemática e Ciências; e EB3 - 3ºciclo do Ensino Básico, Biologia e Geologia).

Legenda : “A”, continuidade entre os sistemas digestivo e urinário;  
 “B”, bifurcação do tubo digestivo;  
 “D”, apenas o sistema digestivo representado;  
 “DU”, sistemas digestivo e urinário representados, sem qualquer ligação entre eles;  
 “DC”, sistemas digestivo e circulatório representados;  
 “DCU”, sistemas digestivo, circulatório e urinário representados;



**Figura 3.2.8:** Percentagem de categorias, na questão *Água*, em cada grupo de estudantes do 1º ano do ensino superior (EB1 - Ensino Básico do 1ºciclo; EB2 - Ensino Básico do 2ºciclo, Matemática e Ciências; e EB3 - 3ºciclo do Ensino Básico, Biologia e Geologia).

Comparando as respostas dadas nas três questões pelos três grupos de estudantes do 1º ano das três licenciaturas, concluímos que a maioria dos estudantes de EB1 (30,2%) representaram a categoria **D** nas questões *Diamante* e *Maçã* e a categoria **A** na questão *Água*. Entre os estudantes de EB2 coexistem três “combinações” com igual percentagem (25%): categoria **D** nas questões *Diamante* e *Maçã* e a categoria **A** na questão *Água*; categoria **D** na questão *Diamante*, categoria **DC** na questão *Maçã* e a categoria **A** na questão *Água*; categoria **D** na questão *Diamante*, categoria **DC** na questão *Maçã* e a categoria **DCU** na questão *Água* (Tabela 3.2.1).

Cerca de 42,9% dos estudantes de Biologia e Geologia representaram a categoria **D** na questão *Diamante*, a categoria **DC** na questão *Maçã* e a categoria **DCU** na questão *Água* (Tabela 3.2.1).

**Tabela 3.2.1:** Relação, em percentagem, entre as respostas dadas em cada uma das questões por grupo de estudantes do 1º ano do Ensino Superior.

Estudantes universitários – 1º ano	diamante															
	D															
	maçã															
	B			D						DC				DCU		
	B		água													água
	B	A	B	A	B	D	DU	DC	DCU	A	D	DU	DC	DCU	DCU	
1ºA EB1	2,3	2,3	4,7	30,2	11,6	2,3	18,6	2,3	---	11,6	---	2,3	2,3	9,3	---	
1ºA EB2	---	---	---	25,0	---	---	---	---	---	25,0	---	8,3	16,7	25,0	---	
1ºA EB3	---	---	---	3,6	---	5,4	19,6	1,8	10,7	3,6	1,8	5,4	3,6	42,9	1,8	

EB1 – Ensino Básico do 1ºciclo; EB2 – Ensino Básico do 2ºciclo, Matemática e Ciências; e EB3 – 3ºciclo do Ensino Básico, Biologia e Geologia.

Legenda: ver figura 3.2.7.

### 3.2.5. Síntese dos resultados dos estudantes do Ensino Superior – 1º ano

#### 3.2.5.1. Sistema Digestivo

Entre os três grupos de estudantes predomina uma representação clara e uma sequência correcta dos diferentes órgãos que constituem o tubo digestivo contudo, são os estudantes de EB2 e os de EB3 que, de uma forma geral, apresentam uma maior percentagem de representações inseridas na categoria “**sem confusão**”.

### 3.2.5.2. Sistema Circulatório, Sistema Urinário e Inter-relação entre sistemas

Quanto à representação do sistema circulatório destacamos a semelhança entre os resultados dos estudantes de EB2 e os estudantes de Biologia e Geologia, o facto destes dois grupos representarem com frequência este sistema pode estar relacionado com a área escolhida durante o Ensino Secundário. Como já referimos no capítulo da Metodologia, os estudantes que ingressaram nestas duas licenciaturas optaram pela área Científico-Natural durante o Ensino Secundário, o que implica terem abordado conteúdos relacionados com os sistemas biológicos humanos ao longo deste nível de ensino, o que não acontece nas restantes áreas curriculares.

No entanto, o tipo de representação efectuada pelos estudantes de EB1 aproxima-se muito da apresentada pelos estudantes de Biologia e Geologia, não obstante a referência ou representação por meio de setas da absorção é o tipo de resposta mais frequente, independentemente da questão e do grupo de estudantes em causa.

Na verdade este termo acompanha-nos desde o 1º CEB, os alunos podem não saber como se processa a absorção: em que órgãos pode ocorrer, quais as substâncias que podem ser absorvidas, etc. mas a maioria sabe que ocorre absorção. Quando nos deparamos com frases como: “*a água (...) é absorvida a nível do estômago e intestino delgado para os rins passando para a bexiga (...)*” (aluno do 1º ano de Biologia e Geologia) colocámos algumas reservas quanto à compreensão do processo de absorção. Foi perante situações como esta que nos apercebemos que a utilização de um outro instrumento de recolha de dados, ou neste caso de esclarecimento, como por exemplo as entrevistas, seria uma mais valia para este trabalho.

Desta forma não conseguimos fazer a distinção entre aqueles que utilizam o termo absorção porque compreenderam o processo daqueles que se limitaram a memorizar a palavra.

Mais de 80% dos estudantes do 1º ano de qualquer uma das licenciaturas representou o sistema urinário na questão *Água*, neste caso, parece não haver uma grande influência do Ensino Secundário nas concepções dos estudantes que ingressaram em cada uma das licenciaturas.

Destes, os estudantes de Biologia e Geologia foram os que o fizeram de uma forma mais completa. A maior parte dos estudantes de EB2, ao contrário do que seria de esperar, uma vez que são estudantes provenientes da área Científico-Natural (tal como os estudantes de EB3), representou a continuidade anatómica entre o digestivo e o

urinário e, apesar, de terem referido o sistema circulatório, está implícita a falta de compreensão do processo em causa. Neste caso, os seus resultados são semelhantes aos dos estudantes de EB1, cuja maior parte abordou, pela última vez, estes conteúdos no 8º ano (programa curricular de 1991).

### 3.3. Resultados dos estudantes do Ensino Superior – 4º ano

Apresentamos os resultados obtidos a partir da análise dos dados dos estudantes do 4º ano das três licenciaturas: Ensino Básico, 1º ciclo – **EB1**; Matemática e Ciências, 2º ciclo – **EB2** e Biologia e Geologia – **EB3** (fig. 3.3.1).

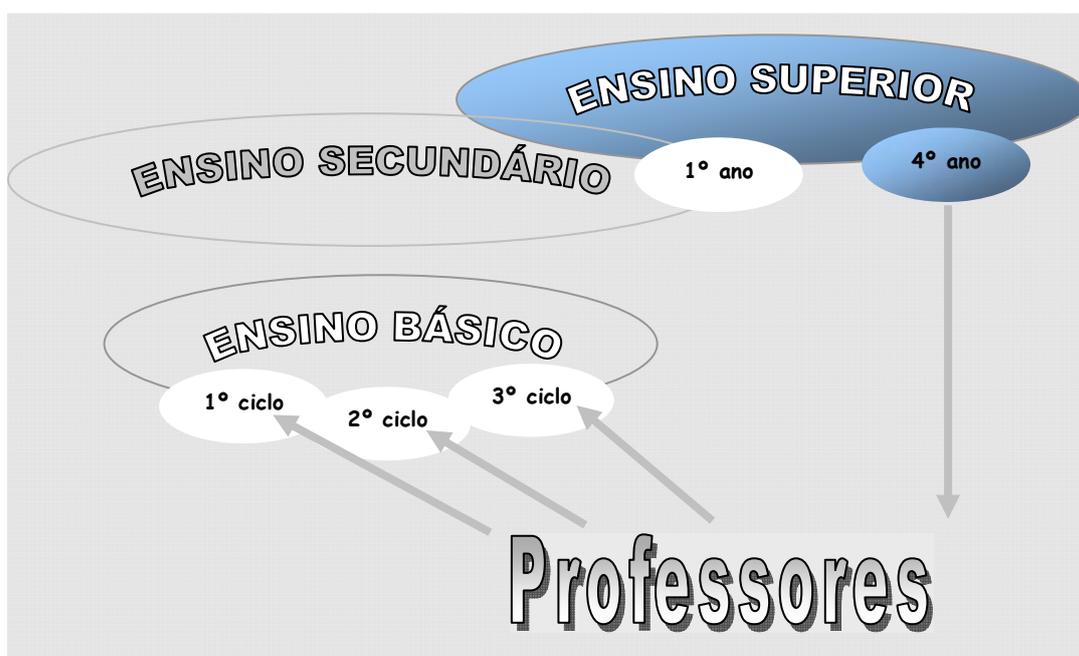


Figura 3.3.1: Grupos de estudantes do Ensino Superior envolvidos no presente estudo

#### 3.3.1. Sistema Digestivo

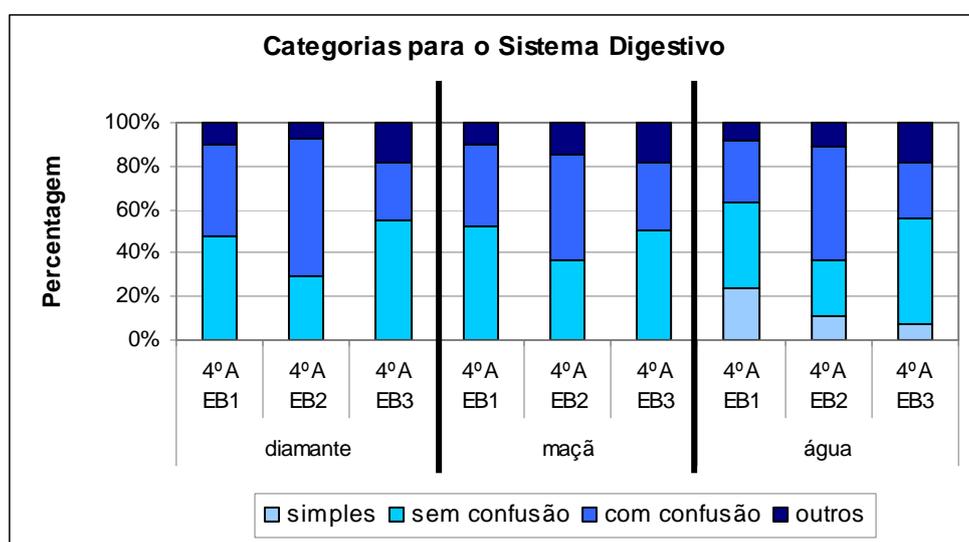
##### Questões *Diamante, Maçã e Água*

Independentemente da questão, os estudantes do 4º ano do curso de EB2 são os que apresentam uma maior percentagem da categoria “**com confusão**” (63% -

*Diamante*; 48% - *Maçã* e 52% - *Água*) e uma menor percentagem da categoria “**sem confusão**” cerca de: 30% na questão *Diamante*; 37% na questão *Maçã* e 26% na questão *Água* (fig. 3.3.2).

As restantes licenciaturas apresentam resultados muito parecidos para as três questões, por exemplo, a percentagem de representação de uma sequencialidade entre os diferentes órgãos é sempre superior à representação confusa dos mesmos, como se pode ver no gráfico da figura 3.3.2.

Quanto à categoria “**simples**”, esta aparece nas três licenciaturas mas, apenas na questão *Água*: 24%, 4<sup>o</sup>A EB1; 11%, 4<sup>o</sup>A EB2 e 8%, 4<sup>o</sup>A EB3 (fig. 3.3.2).



**Figura 3.3.2:** Percentagem de respostas por categoria em cada grupo e estudantes do 4<sup>o</sup> ano do ensino superior (EB1 - Ensino Básico do 1<sup>o</sup>ciclo; EB2 - Ensino Básico do 2<sup>o</sup>ciclo, Matemática e Ciências; e EB3 - 3<sup>o</sup>ciclo do Ensino Básico, Biologia e Geologia), em cada questão.

Para as questões *Diamante* e *Água* não foi possível realizar o teste  $\chi^2$ .

Para a questão *Maçã*, o teste revelou que não há diferenças estatisticamente significativas entre os diferentes grupos ( $p > 0,05$ ).

### 3.3.2. Sistema Circulatório

#### Questões *Maçã* e *Água*

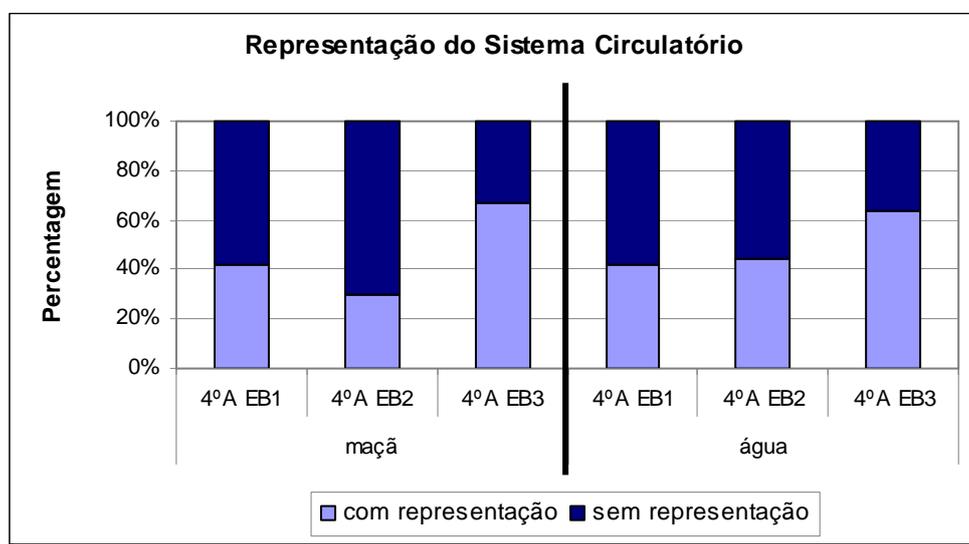
Como já foi dito anteriormente, na primeira questão (*Diamante*) não está em causa qualquer tipo de alimento pelo que não faz sentido abordar o sistema circulatório. Nenhum estudante universitário do 4<sup>o</sup> ano fez referência a este sistema.

Na questão *Maçã*, cerca de 48%, do total de estudantes do 4º ano (EB1, EB2 e EB3) representou o sistema circulatório, enquanto na questão *Água* houve um total de 51% de estudantes a representar o sistema em questão.

Analisando as percentagens de representação, mas agora por grupo de estudantes, apercebemo-nos de que os estudantes da licenciatura em Biologia e Geologia (4º ano) são os que mais referem o sistema circulatório em ambas as questões, cerca de 67% na questão *Maçã* e de 64% na questão *Água* (fig. 3.3.3).

Procedendo a uma análise relativa ao tipo de representação do sistema circulatório, constatamos que os estudantes de EB2 e os de EB3 apresentam uma maior percentagem das categorias “**estruturado**” em ambas as questões (EB2: 13% - *Maçã* e 17% - *Água*; EB3: 23% - *Maçã* e 16% - *Água*). Contudo, a maioria destes estudantes mencionou ou representou por meio de setas a absorção (EB2: 63% - *Maçã* e 50% - *Água*; EB3: 62% - *Maçã* e 52% - *Água*) (fig. 3.3.4).

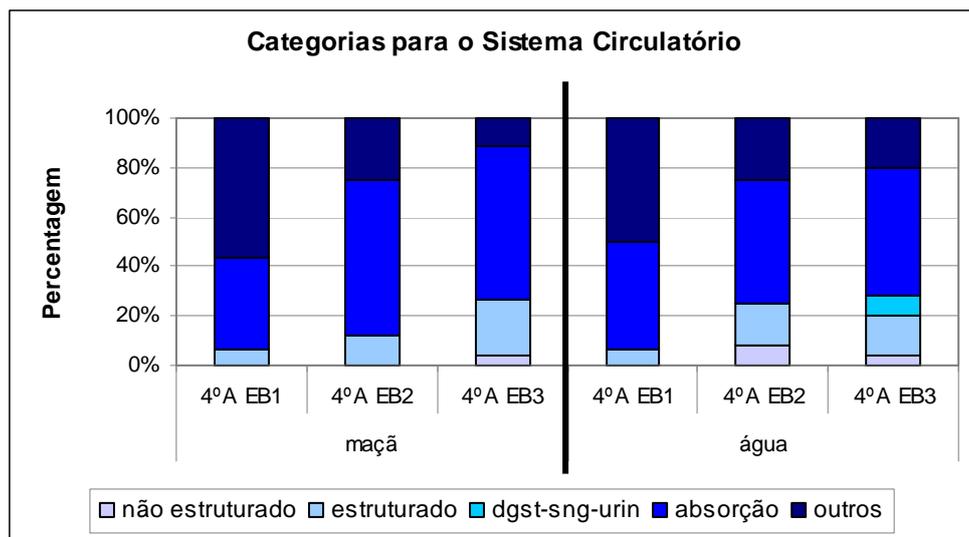
Por sua vez, a maioria dos estudantes de EB1 apresentam, nas duas questões, uma elevada percentagem da categoria “**outros**”: 56% na questão *Maçã* e 50% na questão *Água* (fig. 3.3.4).



**Figura 3.3.3:** Percentagem de representação do sistema circulatório, nas questões *Maçã* e *Água*, por cada grupo de estudantes do 4º ano do ensino superior (EB1 - Ensino Básico do 1ºciclo; EB2 - Ensino Básico do 2ºciclo, Matemática e Ciências; e EB3 - 3ºciclo do Ensino Básico, Biologia e Geologia).

O teste  $\chi^2$  revelou a existência de diferenças significativas entre os 3 grupos ( $p < 0,05$ ), para a questão *Maçã*, com uma associação fraca ( $r \leq 0,40$ ). Os estudantes de EB3 são os que mais contribuem para as diferenças encontradas.

Na questão *Água* as diferenças encontradas não são significativas ( $p > 0,05$ ).



**Figura 3.3.4:** Percentagem de respostas por categoria, nas questões *Maçã* e *Água*, por cada grupo de estudantes do 4º ano do ensino superior (EB1 - Ensino Básico do 1ºciclo; EB2 - Ensino Básico do 2ºciclo, Matemática e Ciências; e EB3 - 3ºciclo do Ensino Básico, Biologia e Geologia).

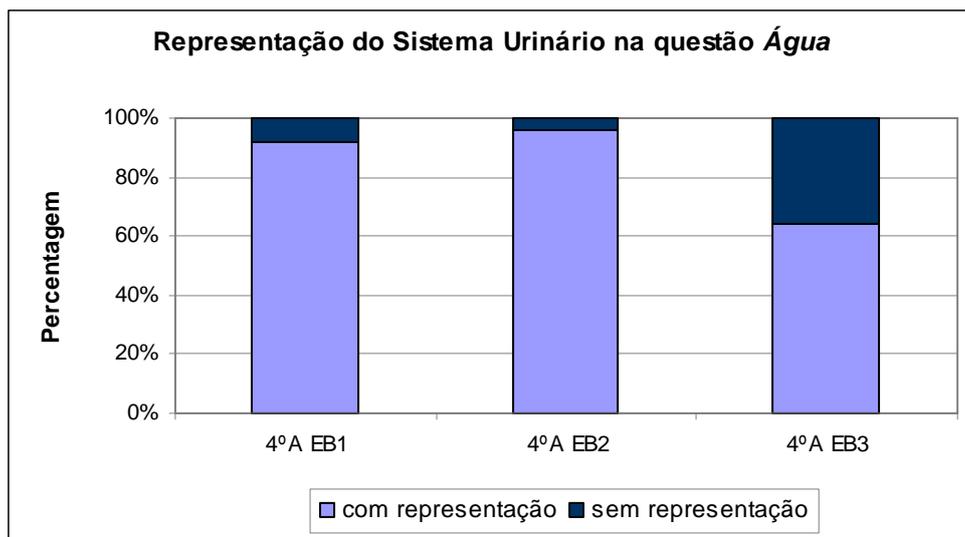
### 3.3.3. Sistema Urinário

#### Questão *Água*

A percentagem de representação do sistema urinário na questão *Maçã*, foi muito baixa, cerca de 1,9%.

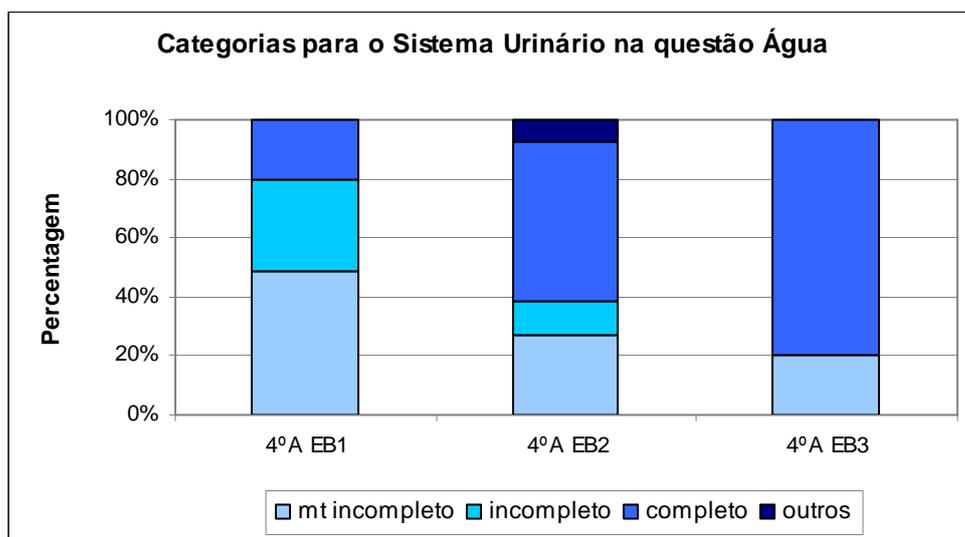
Na questão *Água*, o índice de representação foi mais elevado cerca de 82,7% do total de estudantes do 4º ano das três licenciaturas. Os estudantes do 4º ano da licenciatura em Biologia e Geologia foram os que menos representaram o sistema urinário (64%), estes estudantes foram os que mais contribuíram para as diferenças encontradas. Pelo contrário, 96% dos estudantes de EB2 representaram o referido sistema (fig. 3.3.5).

Fazendo uma análise mais detalhada ao tipo de representação, facilmente nos apercebemos que os estudantes de EB3, apesar de serem os que menos representaram o sistema urinário, foram os que representaram um maior número de órgãos que o constituem (categoria “**completo**” – 80%). No pólo oposto temos os estudantes de EB1, em que 49% deles representaram apenas um órgão, como por exemplo a bexiga ou os rins (fig. 3.3.6).



**Figura 3.3.5:** Percentagem de representação do sistema urinário, na questão *Água*, pelos estudantes do 4º ano do ensino superior (EB1 - Ensino Básico do 1ºciclo; EB2 - Ensino Básico do 2ºciclo, Matemática e Ciências; e EB3 - 3ºciclo do Ensino Básico, Biologia e Geologia).

O teste  $\chi^2$  revelou a existência de diferenças significativas entre os 3 grupos ( $p < 0,05$ ) com uma associação fraca ( $r \leq 0,40$ ). Os estudantes de EB3 são os que mais contribuem para as diferenças encontradas.



**Figura 3.3.6:** Percentagem de respostas, por categoria, na questão *Água*, pelos estudantes do 4º ano do ensino superior (EB1 - Ensino Básico do 1ºciclo; EB2 - Ensino Básico do 2ºciclo, Matemática e Ciências; e EB3 - 3ºciclo do Ensino Básico, Biologia e Geologia).

### 3.3.4. Inter-relação entre os diferentes sistemas

#### Questões *Diamante*, *Maçã* e *Água*

De acordo com a questão em causa, os estudantes do 4º ano das três licenciaturas apresentam respostas completamente diferentes.

Assim, para a questão *Diamante* todos os estudantes das licenciaturas em EB2 e EB3 representaram apenas o sistema digestivo, e 97% dos estudantes da licenciatura em EB1 deram a mesma resposta (fig. 3.3.7).

Na questão *Maçã*, a maioria dos estudantes de EB1 e de EB2 representou apenas o sistema digestivo (55% e 70%, respectivamente), enquanto a maioria dos estudantes de EB3 relacionou os sistemas digestivo e circulatório (categoria **DC** – 66%). Neste caso podemos dizer que a licenciatura em causa tem uma influência significativa nos resultados para esta questão (fig. 3.3.7).

Na última questão (questão *Água*), deparamo-nos com uma maior diversidade de respostas, independentemente da licenciatura em questão. Entre os estudantes de EB1 e de EB2 a continuidade anatómica entre diferentes sistemas (categoria **A**) é a representação mais frequente (34% e 37%, respectivamente), enquanto entre os estudantes de EB3 predomina a relação entre os três sistemas (categoria **DCU** – 38%) (fig. 3.3.7).

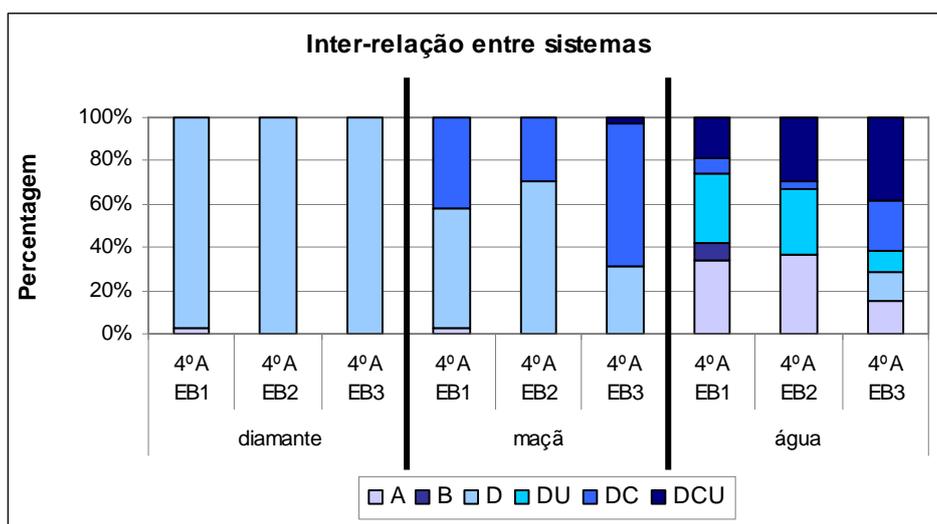
Considerando a percentagem razoável de estudantes que, na questão *Água*, considerou o sistema urinário contínuo ao sistema digestivo (categoria **A**), resolvemos analisar de que forma os estudantes estabeleciam essa continuidade anatómica. Constatámos que 38% dos estudantes de EB1 e 30% dos de EB2 consideram a existência do sistema circulatório, apesar de representarem órgãos do sistema urinário directamente ligados a órgãos do tubo digestivo (fig. 3.3.8).

Relacionando as respostas dadas a cada uma das questões apercebemo-nos que, entre os estudantes do 4º ano da licenciatura que confere habilitações para a docência no 1º CEB, cerca de 31,6 % das respostas se incluem na categoria **D** para as questões *Diamante* e *Maçã*, enquanto para a questão *Água* se inserem na categoria **DU** (digestivo e urinário sem qualquer ligação entre eles) (Tabela 3.3.1).

Por seu lado, uma percentagem considerável dos estudantes da licenciatura EB2 (25,9%), representam apenas o sistema digestivo (categoria **D**) nas questões *Diamante* e

*Maçã*, e na questão *Água* representam a continuidade anatômica entre o tubo digestivo e o sistema urinário (categoria **A**) (Tabela 3.3.1).

No que respeita os estudantes de Biologia e Geologia, cerca de 28,9% representaram apenas o sistema digestivo (categoria **D**) na questão *Diamante*, o sistema digestivo e o sistema circulatório (categoria **DC**) na questão *Maçã* e os três sistemas (digestivo, circulatório e urinário – categoria **DCU**) na questão *Água* (Tabela 3.3.1).

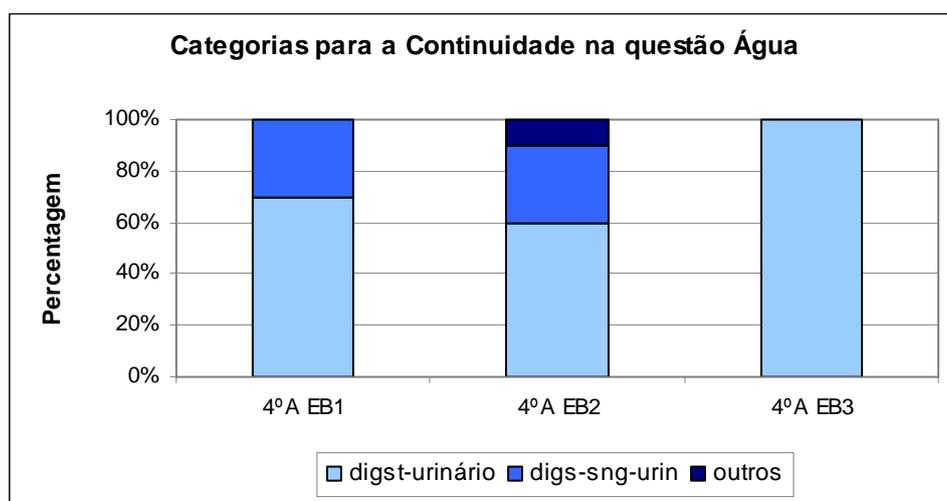


**Figura 3.3.7:** Percentagem de categorias, nas três questões, em cada grupo de estudantes do 4º ano do ensino superior (EB1 - Ensino Básico do 1ºciclo; EB2 - Ensino Básico do 2ºciclo, Matemática e Ciências; e EB3 - 3ºciclo do Ensino Básico, Biologia e Geologia).

Para as questões *Diamante* e *Água* não foi possível realizar o teste  $\chi^2$ .

Para a questão *Maçã*, a fim de podermos realizar o teste tivemos que excluir as categorias A e DCU que representam menos de 2% das respostas. Nestas condições o teste  $\chi^2$  revelou a existência de diferenças significativas entre os 3 grupos ( $p < 0,05$ ), com uma associação fraca ( $r \leq 0,40$ ). Os estudantes de Biologia e Geologia são os que mais contribuem para as diferenças encontradas.

Legenda: ver figura 3.2.7.



**Figura 3.3.8:** Percentagem de categorias para a continuidade, na questão *Água*, por grupo de estudantes do 4º ano do ensino superior (EB1 - Ensino Básico do 1ºciclo; EB2 - Ensino Básico do 2ºciclo, Matemática e Ciências; e EB3 - 3ºciclo do Ensino Básico, Biologia e Geologia).

**Tabela 3.3.1:** Relação, em percentagem, entre as respostas dadas em cada uma das questões por grupo de estudantes universitários do 4º ano.

Estudantes universitários – 4º ano	diamante											
	A	D										
	maçã											
	A	D						DC			DCU	
	água											
A	A	B	D	DU	DC	DCU	A	DU	DC	DCU	DCU	
4ºano EB1	2,6	13,2	7,9	---	31,6	---	2,6	18,4	---	7,9	15,8	---
4ºano EB2	---	25,9	---	---	18,5	3,7	22,2	11,1	11,1	---	7,4	---
4ºano EB3	---	10,5	---	13,2	---	2,6	5,3	5,3	10,5	21,1	28,9	2,6

Legenda: ver tabela 3.2.1.

### 3.3.5. Síntese dos resultados dos estudantes do Ensino Superior – 4º ano

#### 3.3.5.1. Sistema Digestivo

A tendência para apresentar um esquema confuso do tubo digestivo continua, sendo particularmente elevada entre os estudantes de EB2. Mesmo no final duma licenciatura onde essas temáticas são novamente abordadas e duma forma mais específica, persiste esse tipo de representação.

#### 3.3.5.2. Sistema Circulatório, Sistema Urinário e Inter-relação entre sistemas

No que respeita o sistema circulatório a sua percentagem de representação atingiu valores que podemos considerar razoáveis nas questões *Maçã* e *Água*. Em ambas as questões, os estudantes da licenciatura em Biologia e Geologia são os que mais representam o sistema circulatório. Este resultado pode ser, em parte, explicado pelo facto de ao longo desta licenciatura as temáticas em discussão serem abordadas de forma mais intensa, comparando com as outras duas licenciaturas.

No que respeita o tipo de representação destacámos a incidência da categoria “**absorção**”, mais frequente entre os estudantes de EB2 e EB3. Nesta categoria

incluímos todas as respostas que faziam referência ao termo absorção, ou representavam este fenómeno por meio de setas que saíam do tubo digestivo.

De facto este termo poderá aparecer, pela primeira vez em alguns manuais do 1º ciclo, no entanto, a sua utilização é mais frequente nos ciclos subsequentes quando se definem os diferentes fenómenos digestivos incluindo a absorção digestiva.

O facto de nestas respostas não serem dados mais pormenores relativos à absorção, como por exemplo representação de um vaso sanguíneo ou mesmo referência à circulação sanguínea, levou-nos a considerá-la uma categoria à parte. Pois se nalgumas respostas temos indícios de que conhecem e compreenderam o fenómeno em questão, noutras situações podemos supor tratar-se apenas da memorização da frase “*os nutrientes são absorvidos*” sem haver certezas quanto ao significado fisiológico desse processo.

A elevada percentagem da categoria “**outros**”, em especial pelos estudantes de EB1, é facilmente interpretada tendo em conta que quando agrupamos as categorias integramos nesta todas as respostas que faziam alusão ao sistema circulatório por intermédio de um texto. Daí não ficarmos surpreendidos face a estes resultados.

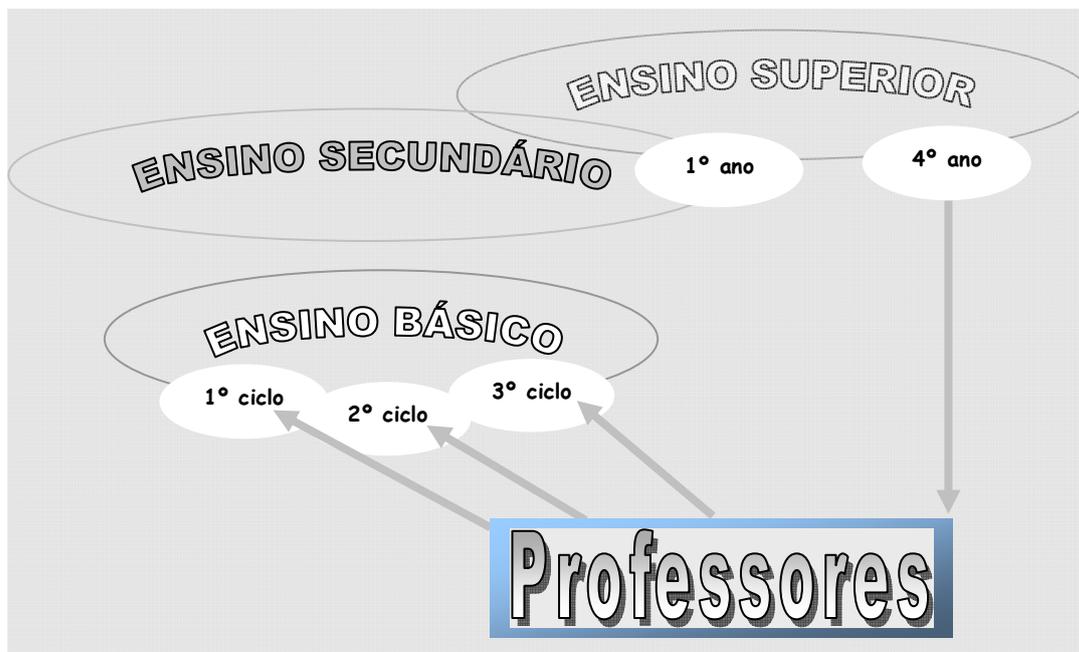
Ao contrário do que aconteceu com o sistema circulatório, os estudantes de Biologia e Geologia foram os que menos representaram o sistema urinário, contudo foram os que o fizeram representando um maior número de órgãos (categoria “**completo**”).

Mais uma vez os estudantes de Biologia e Geologia destacam-se pelo facto de serem os que mais relacionam os diferentes sistemas quer na questão *Maçã* (digestivo e circulatório) quer na questão *Água* (digestivo, circulatório e urinário). Neste caso parece haver uma influência da licenciatura nos nossos resultados.

Na última questão destacamos a representação da já referida continuidade anatómica entre os sistemas, mais evidente entre os estudantes de EB1 e de EB2.

### 3.4. Resultados para os professores

Apresentamos agora os resultados obtidos a partir da análise dos dados dos professores em exercício do 1º CEB, de Ciências da Natureza (2º ciclo) e de Ciências Naturais (3º ciclo) (fig. 3.4.1).

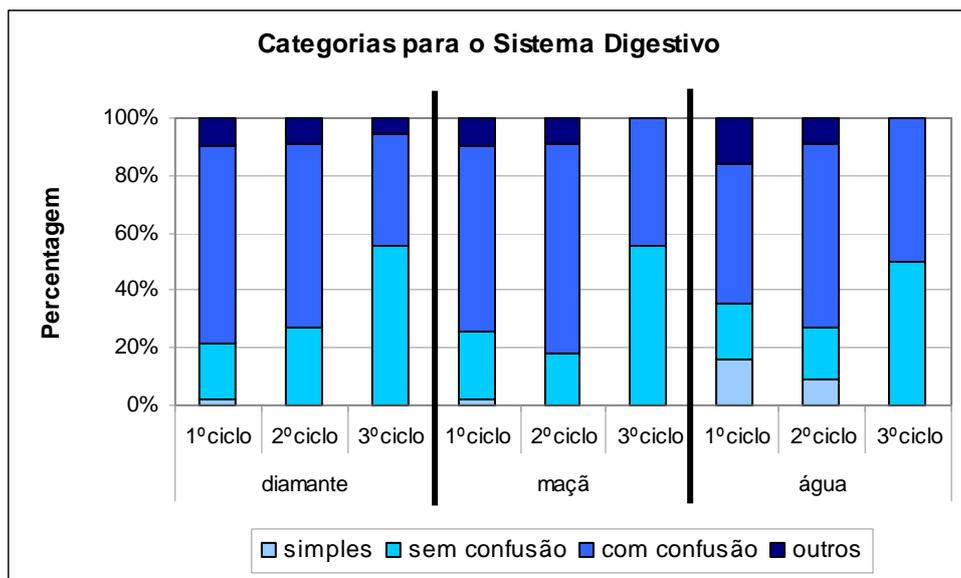


**Figura 3.4.1:** Grupos de professores do EB envolvidos no presente estudo

#### 3.4.1. Sistema Digestivo

##### Questões *Diamante, Maçã e Água*

Os professores em exercício do 3º ciclo são os únicos que apresentam uma percentagem igual ou superior a 50% da categoria “**sem confusão**”, nas três questões. Os professores do 2º ciclo nas questões *Maçã* e *Água* são os que mais representam a categoria “**com confusão**” (73% e 64%, respectivamente). Dos três grupos podemos considerar que o grupo dos professores do 1º e do 2º ciclo são os que apresentam mais resultados similares (fig. 3.4.2).



**Figura 3.4.2:** Percentagem de categorias para o sistema digestivo, nas três questões, em cada grupo de professores (1º ciclo - professores do 1º ciclo do Ensino Básico, 2º ciclo - professores do 2º ciclo do Ensino Básico, 3º ciclo - professores do 3º ciclo do Ensino Básico).

### 3.4.2. Sistema Circulatorio

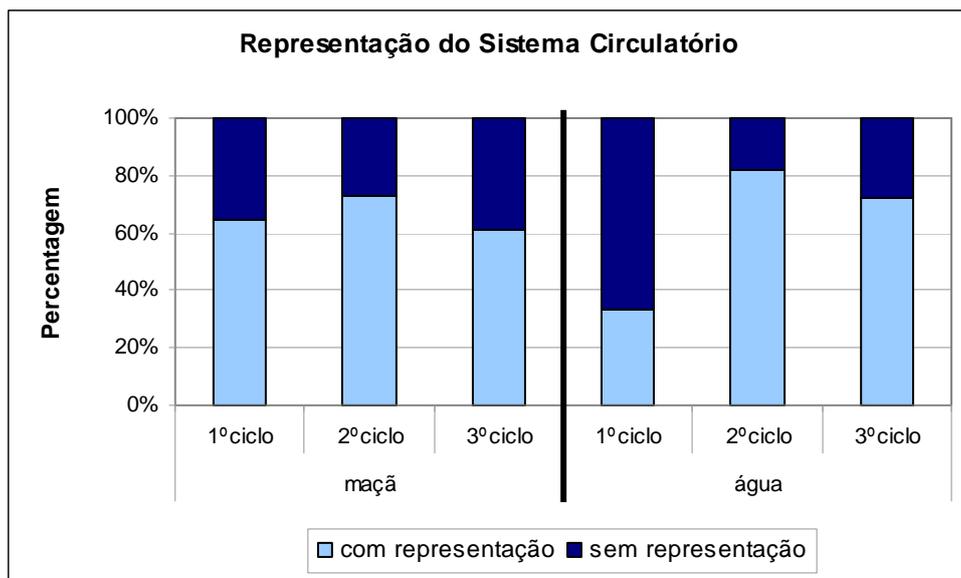
#### Questões *Maçã* e *Água*

Os professores do 2º ciclo são os que mais representaram o sistema circulatorio, na questão *Maçã* cerca de 73% representaram este sistema enquanto na questão *Água* essa percentagem sobe para 82% (fig. 3.4.3).

Os professores que menos representaram este sistema foram: para a questão *Maçã* os do 3º ciclo (61%) e para a questão *Água* os do 1º ciclo (33%) (fig. 3.4.3).

Apesar das diferenças percentuais para a representação do sistema circulatorio na questão *Maçã*, os resultados dos diferentes grupos são muito próximos. Pelo contrário, na questão *Água*, as diferenças entre os resultados de cada um dos grupos de professores são significativas, sendo o grupo que mais se diferencia o dos professores do 1º ciclo.

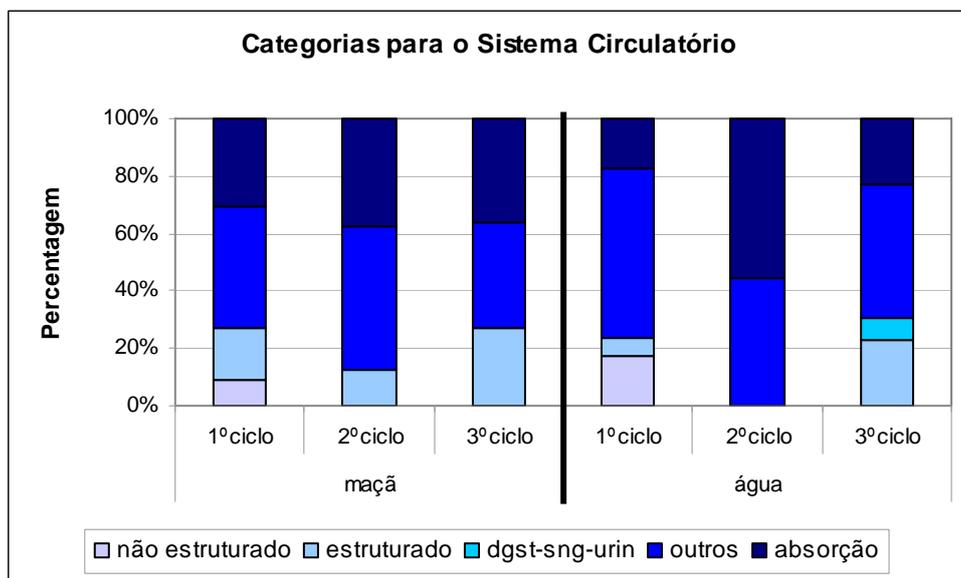
Quanto ao tipo de representação deste sistema, as categorias “**outros**” e “**absorção**” são as mais frequentes em todos os grupos, nas duas questões. A categoria “**não estruturado**” aparece apenas nos professores do 1º ciclo (*Maçã* – 9% e *Água* – 18%). A representação de um vaso sanguíneo a ligar o tubo digestivo aos rins aparece apenas na questão *Água* e no grupo dos professores do 3º ciclo (8%) (fig.3.4.4).



**Figura 3.4.3:** Percentagem de representação do sistema circulatório, nas questões *Maçã* e *Água*, em cada grupo de professores (1º, 2º e 3º ciclo do EB).

Para a questão *Maçã*, o teste revelou que não há diferenças estatisticamente significativas entre os diferentes grupos ( $p > 0,05$ ).

O teste  $\chi^2$  revelou a existência de diferenças significativas entre os 3 grupos ( $p < 0,05$ ), na questão *Água*, com uma associação moderada ( $0,40 < r \leq 0,60$ ). Os professores do 1º ciclo são os que mais contribuem para as diferenças encontradas.



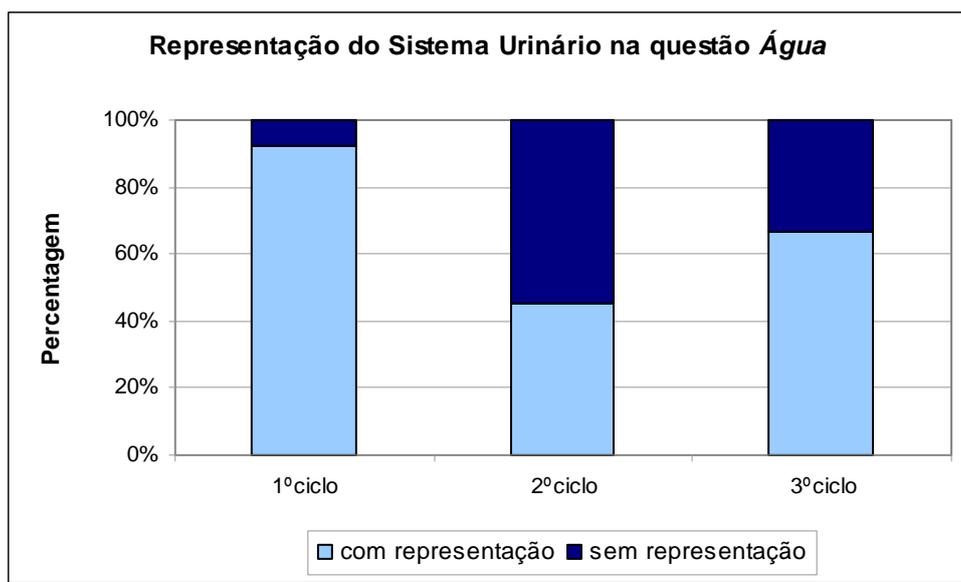
**Figura 3.4.4:** Percentagem de categorias para o sistema circulatório, nas questões *Maçã* e *Água*, em cada grupo de professores (1º ciclo - professores do 1º ciclo do Ensino Básico, 2º ciclo - professores do 2º ciclo do Ensino Básico, 3º ciclo - professores do 3º ciclo do Ensino Básico).

### 3.4.3. Sistema Urinário

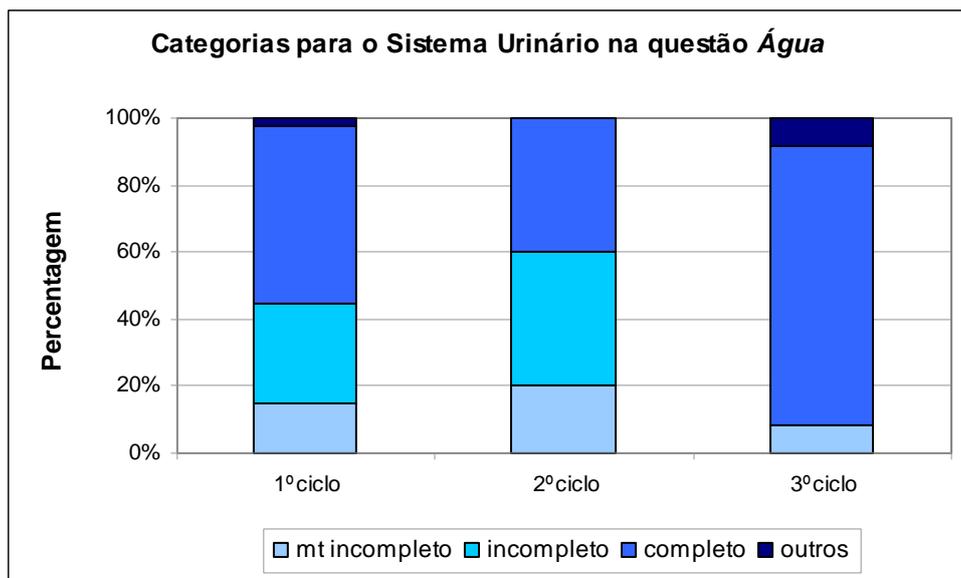
#### Questão Água

Mais uma vez os professores do 1º ciclo afastam-se dos restantes professores, neste caso estes foram os que mais representaram o sistema urinário, num total de 92% (fig. 3.4.5).

Pelo contrário os professores do 2º ciclo foram os que menos representaram este sistema, apenas 45% o fizeram (fig. 3.4.5), para além disto também foram os que menos representaram a categoria “**completo**” (40%), enquanto 83% dos professores do 3º ciclo representaram esta categoria (fig. 3.4.6).



**Figura 3.4.5:** Percentagem de representação do sistema urinário, na questão *Água*, em cada grupo de professores (1º, 2º e 3º ciclo do EB).



**Figura 3.4.6:** Percentagem de categorias para o sistema urinário, na questão *Água*, em cada grupo de professores (1º, 2º e 3º ciclo do EB).

### 3.4.4. Inter-relação entre os diferentes sistemas

#### Questões *Diamante*, *Maçã* e *Água*

Os professores do 1º ciclo são os únicos que representaram a continuidade anatômica digestivo-urinário na questão *Diamante* (2%), mas principalmente na questão *Água* (31%) (fig. 3.4.7).

Na questão *Maçã*, os professores do 2º ciclo são os que mais estabelecem a relação entre o sistema digestivo e o circulatório (73%), logo seguidos dos professores do 3º ciclo (61%) (fig. 3.4.7).

Na questão *Água*, os professores do 2º ciclo foram os que mais vezes relacionaram os três sistemas (categoria DCU – 45%), enquanto nos professores do 3º ciclo predomina a relação entre dois sistemas: digestivo e urinário (28%) e digestivo e circulatório (33%). Apenas 39% destes professores relacionaram os três sistemas (fig. 3.4.7).

Fazendo uma análise transversal, face às três questões, vemos que 20% dos professores do 1º ciclo respondeu a seguinte “combinação” de categorias: *Diamante* – D; *Maçã* – DC e *Água* – DCU, os restantes distribuíram-se por um conjunto de diversas combinações de respostas (Tabela 3.4.1).

Os professores do 2º ciclo dividem-se, maioritariamente, entre as seguintes combinações: *Diamante – D*; *Maçã – DC*; *Água – DC* e *Diamante – D*; *Maçã – DC*; *Água – DCU* (Tabela 3.4.1).

Finalmente, 33,3% dos professores do 3º ciclo responderam: *Diamante – D*; *Maçã – DC*; *Água – DCU* (Tabela 3.4.1).

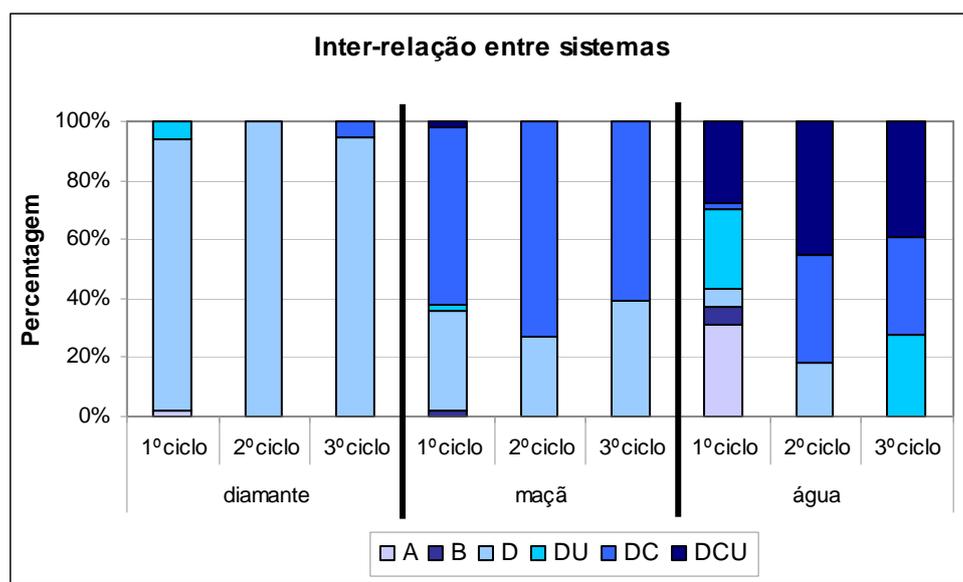


Figura 3.4.7: Percentagem de categorias, nas três questões, em cada grupo de professores (1º, 2º e 3º ciclos).

Legenda: ver figura 3.2.7 e 3.3.7.

Tabela-3.4.1: Relação, em percentagem, entre as respostas dadas em cada uma das questões por grupo de professores do EB.

Professores do Ensino Básico	diamante																	
	A	D															DE	DC
	maçã	maçã															maçã	maçã
	D	B	D						DU	DC						DC	DCU	DC
	água	água	água						água	água						água	água	água
A	A	A	B	D	DU	DC	DCU	DCU	A	B	D	DU	DC	DCU	DCU	DCU	DC	
1ºciclo	2,0	2,0	12,0	2,0	4,0	12,0		2,0	2,0	16,0	4,0	2,0	14,0	2,0	20,0	2,0	2,0	
2ºciclo					18,2			9,1						36,4	36,4			
3ºciclo						22,2	11,1	5,6					5,6	16,7	33,3			5,6

Legenda: ver tabela 3.2.1 e 3.3.1.

### 3.4.5. Síntese dos resultados dos professores do Ensino Básico

#### 3.4.5.1. Sistema Digestivo

A representação da categoria “**sem confusão**” parece ser influenciada pelo nível de ensino. Analisando os resultados para a questão *Diamante*, a qual para além de ser a primeira questão, aborda a ingestão de um objecto não digerível, ou seja, cujo trajecto se limita ao tubo digestivo, deparamo-nos com uma regressão no que respeita a representação da massa intestinal. De facto os professores do 3º ciclo são os que menos representam a categoria “**com confusão**” e mais representam a categoria “**sem confusão**”.

Nas outras duas questões os resultados são diferentes, mas devemos ter em consideração vários factores como: já terem representado o sistema digestivo na primeira questão; e terem a necessidade de representar, em simultâneo, outros sistemas. Estes factores podem ter levado a que alguns indivíduos tenham sido mais rigorosos no primeiro esquema que efectuaram, comparativamente aos restantes.

#### 3.4.5.2. Sistema Circulatório, Sistema Urinário e Inter-relação entre sistemas

Na questão *Maçã*, a maioria dos professores representou o sistema circulatório, a maior parte deles fê-lo recorrendo à representação por meio de setas da absorção ou referindo, em texto, a absorção ou o “sangue”. Estes resultados podem traduzir alguma dificuldade em representar iconicamente os constituintes do sistema circulatório.

Quando passamos a analisar as respostas ao trajecto da água no nosso organismo, deparamo-nos com algumas dificuldades, por parte dos professores do 1º ciclo, em relacionar os três sistemas. Optando por representar o sistema urinário em detrimento do circulatório.

Os professores do 2º ciclo são os que menos representam o sistema urinário e quando o fazem, referem apenas um ou dois dos seus órgãos constituintes, sem representarem os ureteres. Contudo, são os que mais relacionam os três sistemas.

Pelo contrário, os professores do 1º ciclo são os que menos relacionam os três sistemas e os únicos a representar a continuidade anatómica digestivo-urinário.

### 3.5. Síntese dos resultados inter-grupos

Achamos que seria interessante relacionar os dados obtidos tendo em conta o ciclo do Ensino Básico em causa, assim relacionámos os resultados dos alunos do 1º CEB, os dos estudantes universitários da licenciatura em EB1 (1º e 4º ano) e os dos professores do 1º CEB. Tendo procedido da mesma forma para os restantes ciclos do EB (2º e 3º ciclos).

Quanto aos resultados dos estudantes universitários de EB1, de uma maneira geral, parece haver uma evolução conceptual do 1º para o 4º ano da licenciatura nomeadamente: no que respeita a representação de uma clara sequencialidade entre os órgãos do sistema digestivo; no estabelecimento de uma relação fisiológica entre os três sistemas; e na representação da continuidade (categoria **A**) (ver figuras: 3.2.2; 3.3.2; 3.2.7 e 3.3.7 deste capítulo).

Se compararmos os alunos de 4º ano com os professores do 1ºCEB, deparamo-nos com uma aparente regressão conceptual quando analisamos a anatomia do tubo digestivo, uma vez que este último grupo representa com uma maior frequência a categoria “**com confusão**”, parece que a prática docente influencia o tipo de representação do tubo digestivo. Contudo, são os que apresentam uma menor percentagem da categoria **A** e são os que mais relacionam os três sistemas (ver figuras: 3.3.2; 3.4.2; 3.3.7 e 3.4.7 deste capítulo).

Olhando agora, para os resultados dos alunos do 1ºCEB e para os respectivos professores, a principal diferença prende-se, essencialmente, com a relação funcional entre os sistemas, em especial com a representação do sistema circulatório, na verdade nenhum dos alunos do 1º CEB o fez (ver ponto 3.1.2. deste capítulo). Assim, enquanto a maior parte dos alunos representa exclusivamente o sistema digestivo ou a continuidade digestivo-urinário, um número considerável de professores relaciona dois ou os três sistemas (ver figuras: 3.1.7 e 3.4.7 deste capítulo).

Quanto ao 2º ciclo, curiosamente, os alunos do 4º ano da licenciatura representam com maior frequência a categoria “**com confusão**” comparativamente aos alunos do 1º ano, da mesma forma, estes últimos são os que mais relacionam os sistemas digestivo e circulatório. Por seu lado, os alunos do 4º ano destacam-se no que respeita a inter-relação dos três sistemas, sendo também os que menos representam a categoria **A** (ver figuras: 3.2.2; 3.3.2; 3.2.7 e 3.3.7 deste capítulo).

A prática docente parece influenciar os nossos resultados, principalmente se considerarmos o tipo de representação do tubo digestivo (os professores representam mais a “confusão” do que os estudantes do 4º ano) e a inter-relação entre os sistemas (os professores são os que mais relacionam dois ou os três sistemas, exclusivamente do ponto de vista fisiológico) (ver figuras: 3.3.2; 3.4.2; 3.3.7 e 3.4.7 deste capítulo).

Comparando agora os alunos do 2º CEB e os professores deste nível de ensino, apercebemo-nos que a percentagem de professores que relaciona dois ou os três sistemas é muito superior à dos alunos e, aliás, nenhum destes últimos relaciona os três sistemas (ver figuras: 3.1.7 e 3.4.7 deste capítulo).

Relativamente aos diferentes estudantes da licenciatura em Biologia e Geologia (3º CEB), podemos dizer os resultados para a representação do tubo digestivo são muito semelhantes (ver figuras: 3.2.2; 3.3.2) no entanto, no que respeita o tipo de inter-relação estabelecida entre os diferentes sistemas as suas respostas diferem, por exemplo, os alunos do 1º ano são os que mais representam o sistema urinário enquanto os do 4º ano são os que mais representam o sistema circulatório. Curiosamente os alunos do 1º ano são os que mais relacionam os três sistemas e os que menos representam a categoria **A**. (ver figuras: 3.2.7 e 3.3.7 deste capítulo).

Aparentemente a prática docente não é um factor determinante nos nossos resultados, uma vez que alunos do 4º ano da licenciatura e professores em serviço apresentam resultados similares, excepto no que respeita a representação da continuidade digestivo-urinário (nenhum professor deste nível de ensino representou esta categoria) (ver figuras: 3.3.2; 3.4.2; 3.3.7 e 3.4.7 deste capítulo).

Analisando os resultados dos alunos do 3º CEB e dos professores deste ciclo, rapidamente nos apercebemos que, uma vez mais, o estabelecimento de uma relação funcional entre sistemas é o que mais afasta estes dois grupos. Na verdade, o número de alunos que refere o sistema circulatório é muito reduzido (ver figuras: 3.1.7 e 3.4.7 deste capítulo).

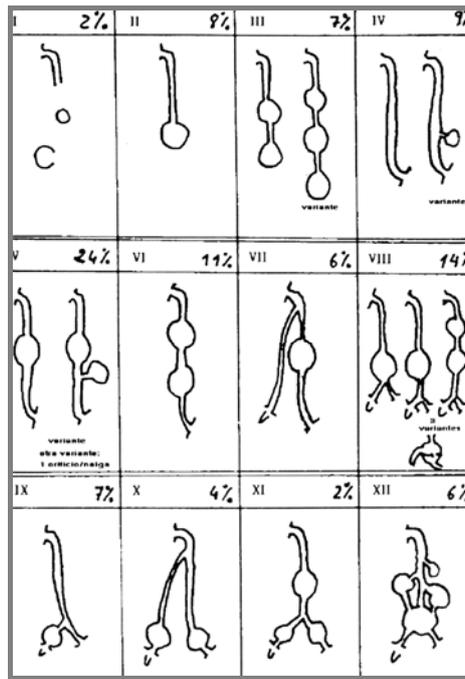
## 4. Discussão e Conclusões

Para a análise dos resultados do preenchimento dos questionários pelos nossos grupos de inquiridos tivemos que proceder à categorização das respostas de forma a poder comparar os dados obtidos entre diversos grupos. A categorização é um processo complexo e que depende essencialmente do objectivo específico do trabalho em causa.

O estudo das concepções, quer em crianças quer em adultos, sobre o processo de digestão/excreção é quase considerado um clássico no âmbito das investigações em Didáctica da Biologia, uma vez que desde a década de 70 que há registos desses estudos (Clément, 2001a). No entanto, em Portugal estes são recentes, ou pelo menos, não encontramos registos bibliográficos que indiquem o contrário.

No livro *“Los Origenes del Saber”*, Giordan e de Vecchi (1988:24) descrevem, sucintamente, um estudo sobre a digestão que envolveu alunos entre os 9 e os 18 anos (diferentes níveis de ensino que abrangem alunos que nunca abordaram o tema e outros que abordaram mais do que uma vez) e adultos: uns licenciados em física e matemática; outros, professores em formação. A mesma questão foi colocada a todos os indivíduos que participaram neste estudo: *“Estás comendo. Servindo-te de um desenho, tenta explicar para onde vão e em que se transformam uma maçã e um sumo de laranja depois de terem entrado no teu corpo.”* Os autores deste trabalho estabeleceram uma relação entre o tipo de desenho e as concepções subjacentes a cada um. Nos alunos que nunca abordaram esta temática sobressaem alguns erros, como por exemplo: (i) localização ou sucessão errada dos órgãos que constituem o tubo digestivo; (ii) representação de duplo trajecto, um para os líquidos e outro para os sólidos.

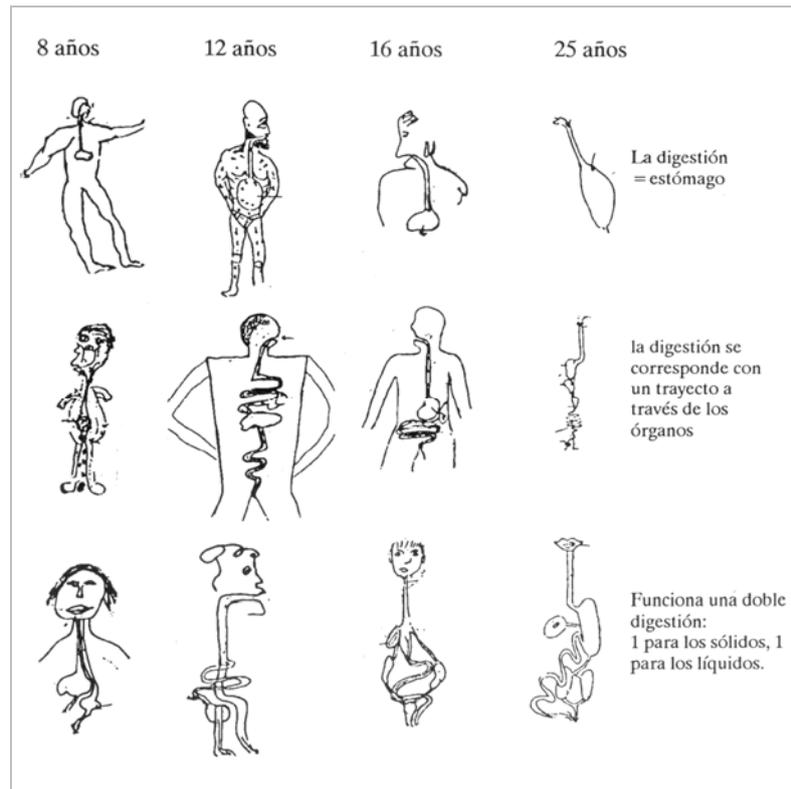
Estes autores procederam à categorização das respostas identificadas nos alunos entre os 9 e os 10 anos, alunos que nunca abordaram o tema (fig. 4.1 e a tabela 4.1). De todas as categorias, realçamos a existência de respostas que exprimem a presença de dois tubos, um para os alimentos sólidos e outro para os líquidos. Os alunos mais velhos e os futuros professores apresentavam o mesmo tipo de “erros”, o que denota uma incompreensão do processo da digestão (fig. 4.2) (Giordan e de Vecchi, 1988).



**Figura 4.1:** Categorias de concepções definidas com base nos resultados dos trabalhos levados a cabo por Giordan e de Vecchi (1988).

**Tabela 4.1:** Descrição das categorias e concepções presentes na figura 4.1 (adaptado de Giordan e de Vecchi, 1988).

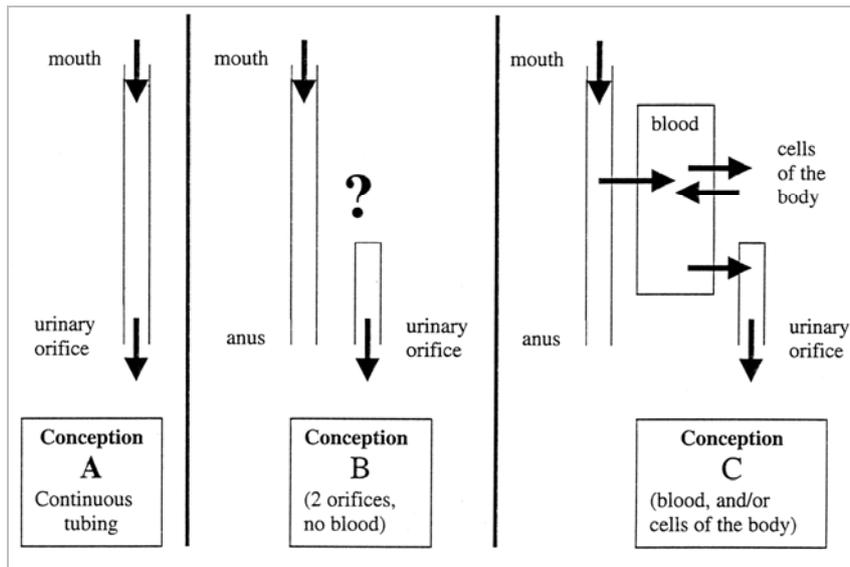
Categorias	Concepções
<b>I:</b> órgãos sem relação morfológica entre eles	Sem noção de aparelho
<b>II:</b> tubo que chega a uma bolsa, 1 entrada e sem saída	Não há preocupação pelo que acontece aos alimentos
<b>III:</b> um tubo e várias bolsas, 1 entrada e sem saída	Poderá haver o início da ideia de uma especialização
<b>IV:</b> um tubo, 1 entrada e 1 saída	Visão simplista, os alimentos só atravessam o corpo
<b>V:</b> um tubo com 1 bolsa, 2 orifícios	Pode haver algo mais que a simples passagem dos alimentos
<b>VI:</b> um tubo com 2 bolsas, 2 orifícios	Poderá significar uma maior especialização
<b>VII:</b> um tubo com uma bolsa + um tubo especial para os líquido, 3 orifícios	Aparecimento de uma separação entre alimentos sólidos e líquidos
<b>VIII:</b> um tubo com uma ou mais bolsas, 1 entrada e 2 saídas (líquidos e sólidos)	
<b>IX:</b> um tubo com 1 entrada e 2 saídas, uma delas com uma bolsa de acumulação	Ideia de armazenamento da urina
<b>X:</b> um tubo com 1 entrada e 2 saídas, cada uma delas com uma bolsa de acumulação	Passagem + armazenamento nas 2 vias
<b>XI:</b> um tubo com uma bolsa, 1 entrada e 2 saídas, cada uma delas com uma bolsa de acumulação	Passagem + selecção + armazenamento
<b>XII:</b> sistema em rede mais ou menos complexa, um tubo com uma bolsa geral, 1 entrada e 2 saídas, bolsas suplementares unidas entre elas	Ideia de complexidade, representada por uma rede, sem conhecer o seu funcionamento



**Figura 4.2:** Exemplos de respostas que ilustram, entre outras, a representação de dois tubos, por indivíduos de diferentes faixas etárias (Giordan e de Vecchi, 1988).

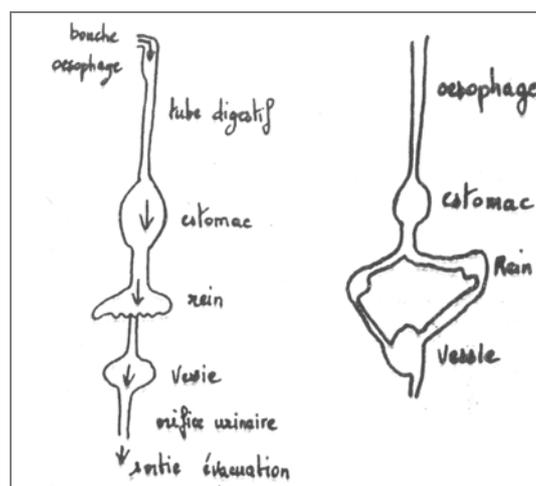
Clément *et al.* (1983)<sup>2</sup>, nas suas investigações sobre a digestão/excreção, pediu para desenharem *o que acontece a um litro de cerveja entre o momento em que se bebe e o momento em que se vai urinar*, e classificou as respostas obtidas em três categorias de concepções: **A** – tubo contínuo digestão-excreção; **B** – três aparelhos (digestivo, circulatório e excretor) e **C** – descontinuidade entre o digestivo e o excretor, sem qualquer indicação do sangue ou do sistema circulatório.

Em trabalhos posteriores, o mesmo autor reorganizou as categorias inicialmente definidas (Clément 2001b, 2003a, 2003b) (fig. 4.3): (i) **concepção A** – refere-se à existência de uma continuidade entre o tubo digestivo e a bexiga ou os rins. Não é feita qualquer referência ao sangue, excepto em raras situações; (ii) **concepção B** – representam órgãos do sistema digestivo e urinário, sem qualquer referência ao sangue e sem a representação de uma continuidade entre os dois sistemas; (iii) **concepção C** – neste caso, são referidos os três sistemas envolvidos no processo de digestão/excreção (digestivo, circulatório e urinário).



**Figura 4.3:** Categorias das concepções sobre a digestão/excreção definidas por Clément (2001a, 2003a, 2003b). Concepção A; Concepção B e Concepção C.

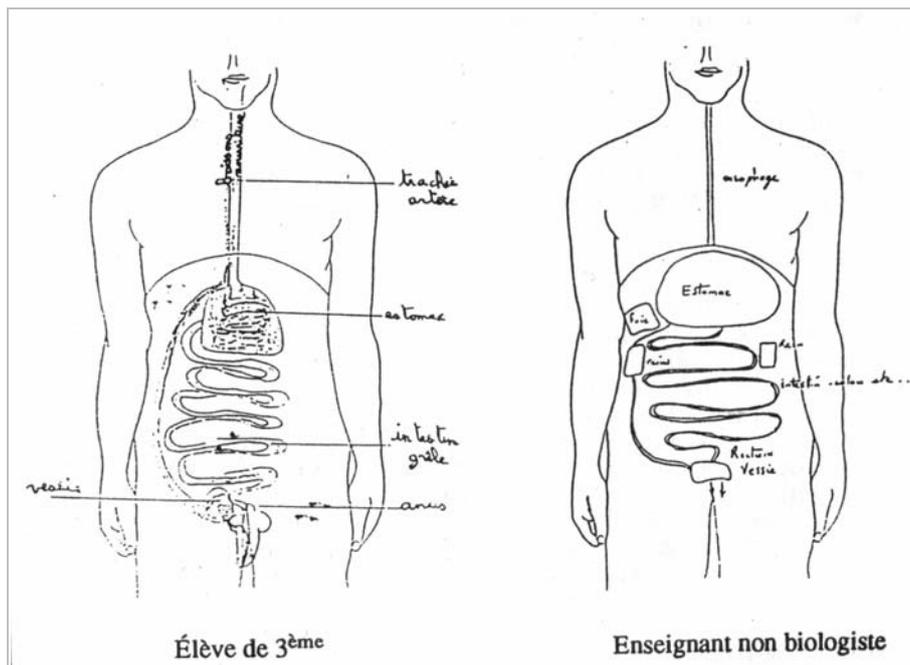
O aparecimento da categoria A (fig. 4.4) gerou algum espanto entre os investigadores. Afinal, este tipo de representação não aparece em nenhum livro, ou artigo, isto significa que não se baseia em nenhuma imagem preexistente. É uma representação original do processo de digestão/excreção (Clément, 1991 e 1994) e que vem de encontro à ideia de que mesmo possuindo os conhecimentos científicos sobre o processo em causa, nomeadamente a inter-relação entre os três sistemas, em situações não relacionadas com qualquer tipo de controlo de conhecimentos, ou seja, em situações relacionadas com o quotidiano, esses conhecimentos não são mobilizados (Clément, 1991).



**Figura 4.4:** Exemplo de respostas, de estudantes do 2º ano de Biologia da Universidade de Lyon 1, incluídas na categoria A (continuidade entre os sistemas digestivo e urinário) (Clément *et al.* 1983)<sup>2</sup>.

Na verdade, o aparecimento desta concepção não se prende só com o processo da digestão, segundo Sauvageot-Skibine (1993), há uma série de processos fisiológicos que podem gerar algum conflito cognitivo, no que respeita a comunicação entre diferentes tecidos, órgãos ou mesmo sistemas. Por exemplo, a respiração (passagem do ar), a alimentação do feto são outros exemplos que fazem emergir dificuldades relacionadas com o processo de trocas de substâncias, ou seja, permeabilidade de algumas superfícies biológicas.

Num estudo levado a cabo pela mesma investigadora, envolvendo vários professores e alunos, foi colocada a seguinte questão: “*Bebeste água, o que lhe acontece?*”. Os resultados mostraram que uma parte dos respondentes considerou os rins ou a bexiga como contínuos ao tubo digestivo, mas a maioria das respostas vai no sentido da existência de dois tubos, um para os alimentos sólidos e outro para os líquidos (fig. 4.5) (Sauvageot-Skibine, 1993).



**Figura 4.5:** Exemplos de respostas que ilustram a representação de dois tubos, bem como a continuidade entre o tubo digestivo e órgãos do sistema urinário (Sauvageot-Skibine, 1993).

Clément (1991) considera que a representação de órgãos do sistema urinário em comunicação anatómica com órgãos do tubo digestivo e a existência de dois trajectos separados, um para os alimentos sólidos e outro para os líquidos, resultam das mesmas concepções e obstáculos de aprendizagem, e que estas duas “variáveis” estão relacionadas com a questão colocada.

As concepções identificadas podem ser uma consequência de diferentes obstáculos de aprendizagem, nomeadamente: (i) epistemológicos, dos quais destacamos a permeabilidade das paredes biológicas, tendo em conta que as respostas denotam um conhecimento da anatomia dos diferentes sistemas, o que está em causa é a forma como se inter-relacionam; (ii) didáticos, que, eventualmente acabam por reforçar e enfatizar alguns dos obstáculos epistemológicos, por exemplo, o facto dos manuais separarem os diferentes sistemas por capítulos, desprezando a interdependência dos mesmos; e (iii) os psicológicos, neste caso o designado “*the self skin*” que também interfere na compreensão da permeabilidade das paredes biológicas (Clément, 2003a, 2003b).

#### 4.1. A representação tipo “confusão”

Os resultados do presente estudo mostraram que em todos os grupos aparece a “confusão” intestinal, ou seja, a representação do tubo digestivo como uma amálgama de órgãos, especialmente na região abdominal, representação já identificada em trabalhos anteriores (Clément, 2003b; Carvalho *et al.*, 2004a e Carvalho *et al.*, 2004b; Silva, 2004) como um obstáculo de aprendizagem, de alguma forma comum no nosso país.

O referido obstáculo insere-se claramente no universo dos obstáculos didáticos. Estes referem-se a situações que podem comprometer a aquisição de novos conhecimentos directamente relacionadas com o processo de ensino-aprendizagem. Estejam ligadas à organização do programa curricular (transposição didáctica externa) ou à forma como os conteúdos são explorados durante as aulas (transposição didáctica interna) através de esquemas, de exemplos, entre outros (Clément, 1998 e 2001b).

Por exemplo, as primeiras imagens a que os alunos têm acesso (manuais do 1º ciclo), relacionadas com o sistema digestivo, reproduzem a já referida “**confusão**” e regra geral, são o único tipo de imagens que figuram nos diversos manuais. Segundo Clément (2003b) e Carvalho & Silva (2005), as primeiras imagens assumem uma importância crucial na aquisição de novos conceitos e, por esse motivo, podem acabar por constituir um obstáculo ao evoluir e aprofundar dos conceitos científicos.

Um estudo levado a cabo por Silva (2004) e Carvalho *et al.* (2005) sobre a temática em causa neste trabalho – o processo de digestão/excreção, que constou da análise de diferentes manuais escolares desde 1920 a 2003, revelou a existência, em

vários desses manuais, de figuras que procuravam ilustrar a posição real dos diferentes órgãos do tubo digestivo. Segundo o Silva (2004), as figuras privilegiam o aspecto anatómico do sistema em causa, acabando por dificultar a sua compreensão por parte das crianças. Assim, as crianças ficam a conhecer o aspecto global do tubo digestivo, mas desconhecem a morfologia de cada um dos órgãos que o constitui.

Assim, o aparecimento da “confusão” intestinal parece estar relacionado com o tipo de esquemas que aparecem nos manuais escolares dos diferentes níveis de ensino (fig. 3.1.8), obstáculo didáctico identificado em vários trabalhos como: Clément, 2003b; Carvalho *et al.*, 2004a; Carvalho *et al.*, 2004b e Silva, 2004.

Aparentemente, a prática docente não é determinante na ultrapassagem do obstáculo de aprendizagem identificado. O contacto permanente com imagens que apresentam a “confusão” pode ser responsável pelo reaparecimento dessa concepção nos professores. Estes resultados reforçam a importância que as imagens têm nas aprendizagens (Carvalho e Silva, 2005).

Contudo, a dificuldade de aprendizagem relacionada com a “confusão” intestinal identificada em alguns estudos nacionais (Carvalho *et al.*, 2004a; Silva, 2004; Carvalho *et al.*, 2005), parece, no presente estudo, ser parcialmente ultrapassada ao longo da escolaridade que antecede o Ensino Superior, principalmente pelos estudantes que frequentaram a área Científico-Natural durante o Ensino Secundário (estudantes de Matemática e Ciências – 2º ciclo e de Biologia e Geologia – 3º ciclo).

No entanto, mesmo no final das licenciaturas, os estudantes continuam a apresentar o mesmo tipo de representação do tubo digestivo. O facto de insistirmos neste obstáculo, não significa que a concepção subjacente esteja de todo incorrecta do ponto de vista científico, ela é uma representação “*in situ*” dos diferentes órgãos do tubo digestivo, este tipo de representação aparece em diversa bibliografia internacional que consta das bibliotecas das universidades (por exemplo, Seeley *et al.*, 2001; Tortora e Grabowski, 2001). Parece-nos no entanto, interessante o facto deste obstáculo ser característico dos portugueses, uma vez que em estudos semelhantes a este realizados em diferentes países, nomeadamente em França (Clément, 2001a; Carvalho e Clément, 2006) nunca tenha sido identificado, ou pelo menos não consta da bibliografia consultada.

## 4.2. Inter-relação entre sistemas

Os resultados do presente estudo, tal como em trabalhos anteriores (Clément, 2003b; Carvalho *et al.*, 2004a; Carvalho *et al.*, 2004b; Silva, 2004; Carvalho e Clément, 2006), vêm alertar uma vez mais para o facto dos alunos não relacionarem os conceitos adquiridos relativos aos diferentes sistemas. Uma vez que as questões referiam apenas acções como: engolir, comer e beber, a tendência da maioria dos alunos do Ensino Básico foi ignorar a existência do sistema circulatório. Mais uma vez estamos perante um obstáculo de aprendizagem, tendo em conta que o nível de ensino (1º, 2º e 3º ciclos do EB) quase não influencia os nossos resultados.

Apontamos, mais uma vez, a importância das imagens na aquisição de novos conceitos. De facto, no ensino, parecem mais determinantes as imagens do que o texto (Carvalho e Silva, 2005) e, conseqüentemente, pela sua importância, uma imagem poderá constituir uma aprendizagem ou, pelo contrário, um obstáculo à aprendizagem.

Podemos então falar em alguns obstáculos didácticos como: compartimentação dos sistemas por capítulos e a qualidade científica / contextualização das imagens, tendo em conta os objectivos subjacentes, que tal como na representação do tubo digestivo, poderão justificar a baixa referência ao sistema circulatório, considerando que este não era explicitamente referido em qualquer uma das questões.

Por seu lado, a associação entre os sistemas digestivo e urinário é mais frequente, segundo Hatano e Inagaki (1997)<sup>16</sup>, os conhecimentos das crianças sobre biologia resultam de uma construção gradual a partir das suas experiências diárias desde os seus primeiros anos de vida.

Todavia, a maioria dos alunos do Ensino Básico que respondeu ao nosso questionário continua a representar apenas o sistema digestivo o que, mais uma vez, vem reforçar o estarmos na presença de um obstáculo didáctico, pois os manuais e, provavelmente a prática docente<sup>17</sup> não insistem o suficiente na inter-relação entre os sistemas.

---

<sup>16</sup> Referidos por Teixeira, 2000

<sup>17</sup> Quando referimos a prática docente devemos ser muito cautelosos uma vez que para este estudo não fizemos qualquer observação/análise que possa corroborar qualquer referência à actividade docente, baseando-nos apenas num estudo preliminar que recorreu a este mesmo questionário (Carvalho *et al.*, 2004b).

No que respeita a representação da continuidade anatômica digestivo-urinário, os resultados do presente estudo diferem, em parte, dos resultados obtidos em estudos similares levados a cabo noutros países. Nos estudos internacionais que consultámos (Clément, 1991), a percentagem de representação desta continuidade (categoria **A**) em alunos entre a faixa etária dos 14 e dos 18 anos era de cerca de 90%; entre estudantes universitários de áreas científicas, nomeadamente a biologia, que variava entre 70 a 50% e em doutorandos na área da biologia andava perto de 50%. No entanto, esta representação desaparecia por completo nos professores de biologia.

Comparando aqueles dados com os resultados deste estudo concluímos que a incidência da categoria **A** é consideravelmente mais elevada entre os sujeitos que participaram no estudo atrás referido do que os que participaram no nosso estudo. Estes resultados são, na nossa opinião, uma consequência do questionário por nós utilizado. Relembramos que as duas primeiras questões referem acções como engolir um objecto não digerível e comer um alimento sólido, ou seja, nenhuma delas implica uma relação directa com os órgãos do sistema urinário. Assim, pode ter havido por parte de alguns dos respondentes o cuidado de não entrarem em contradição com as duas primeiras representações, quando lhes solicitamos para desenhar o trajecto da água no nosso organismo. Talvez possamos especular que se invertêssemos a ordem das questões, isto é, colocar a questão da *Água* em primeiro lugar, a percentagem de respostas que incidiriam na categoria **A** (continuidade digestivo-urinário) seria mais elevada.

Em comum com o estudo levado a cabo por Clément (1991), temos o facto de nenhum dos professores do 2º e 3º ciclos, professores com uma formação mais específica na área da Biologia, comparativamente aos professores do 1º ciclo, ter representado a continuidade anatômica entre o tubo digestivo e órgãos do sistema urinário.

A concepção caracterizada pela referida continuidade anatômica digestivo-urinário foi já identificada e largamente discutida em diversos estudos nacionais e internacionais (Clément *et al.* 1983<sup>2</sup>; Clément, 1991, 2001b, 2003a, 2003b; Giordan e de Vecchi, 1988; Sauvageot-Skibine, 1993; Carvalho *et al.*, 2004b). Trata-se de uma “invenção” conceptual que traduz uma parte das concepções que o indivíduo possui sobre esta problemática (beber-urinar) (Clément, 1994), e poderá resultar de uma combinação entre obstáculos didácticos (sistemas tratados em capítulos separados; tipo de imagens apresentadas, entre outros) e obstáculos epistemológicos.

Estes últimos são uma consequência das vivências diárias de cada um, da definição de algumas palavras e da sua aplicação no nosso quotidiano. Por exemplo, um tubo no nosso dia-a-dia é uma estrutura cuja função é transportar fluidos, possui uma entrada e uma saída mas não devem ocorrer fugas, ou seja, através da parede do tubo não deve haver entrada nem saída do fluido, devem ser impermeáveis. Da mesma forma, a palavra parede representa uma barreira que isola dois meios.

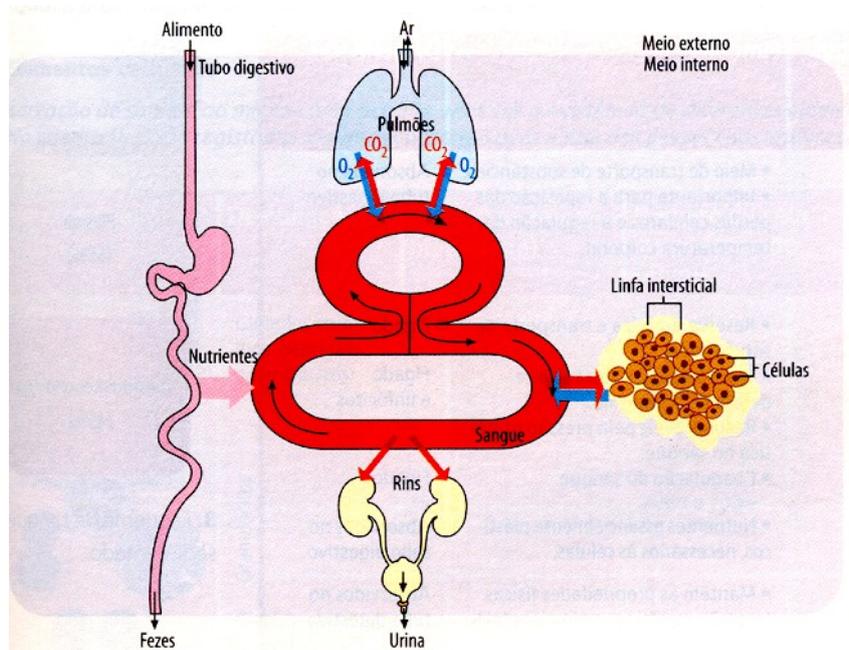
Segundo Clément (2001b), a permeabilidade das paredes biológicas, é em si mesma, um obstáculo epistemológico. Restando como possibilidade para relacionar dois sistemas a sua continuidade anatômica, ou a ausência de qualquer tipo de ligação entre eles (categoria **DU**).

Esperávamos que entre os alunos do Ensino Básico, pelo menos os do 3º ciclo, fossem capazes de relacionar a circulação sanguínea com a digestão e excreção, tendo em conta que o programa curricular dá indicações no sentido de aprofundar o estudo dos diferentes sistemas incluindo a sua fisiologia, e ao mesmo tempo, enfatiza a noção do organismo como um todo, cujo funcionamento resulta da interação dos diferentes sistemas de órgãos (ME, 1991b).

Neste contexto, podemos abordar um conceito, já discutido neste trabalho, o de concepções conjunturais (“*conceptions conjoncturelles*”). Aquelas que sobressaem mediante situações concretas. Ou seja, segundo Clément (1994) todos somos detentores de um vasto conjunto de concepções, contudo quando somos expostos a situações específicas apenas algumas se revelam.

Este conceito, parece-nos adequado se tivermos em conta que:

- (i) o currículo nacional dá indicações no sentido de realçar a interação entre os diferentes sistemas. A título de exemplo referimos uma das competências específicas definidas pelo Ministério da Educação (2001a:145) para o 2ºciclo: “*Compreensão de que o bom funcionamento do organismo decorre da interação de diferentes sistemas de órgãos que asseguram a realização das funções essenciais à vida*”;
- (ii) nos manuais, especialmente nos do 3ºciclo, quando abordam o sistema circulatório, regra geral, apresentam esquemas onde está patente a referida interação (fig. 4.6).



**Figura 4.6:** Esquema que introduz o estudo do sistema circulatório no manual “Ciências Naturais 8”, 8º ano (1996), Areal Editores

Apesar de tudo isto, de uma maneira geral, os alunos mantêm as suas concepções, o que vem sustentar a premissa de estarmos perante obstáculos de aprendizagem que comprometem a eficácia do processo de ensino-aprendizagem. Significa que, as estratégias adoptadas no Ensino Básico não são suficientes para permitir que os alunos ultrapassem determinados obstáculos didácticos e epistemológicos (Clément, 2003b; Carvalho *et al.*, 2004a; Carvalho *et al.*, 2004b e Silva, 2004) que condicionam a aquisição de conhecimentos relacionados com a passagem de substâncias através das paredes biológicas, nomeadamente as paredes do tubo digestivo e dos capilares sanguíneos.

Os obstáculos de aprendizagem mencionados parecem ser apenas parcialmente ultrapassados quando analisámos os resultados para os estudantes universitários e para os professores, o que significa que a dificuldade em relacionar, essencialmente, o sistema digestivo com o sistema circulatório persiste, mesmo entre os professores.

Entre estes, apenas uma parte parece manter alguma resistência face ao conceito de permeabilidade das paredes do tubo digestivo e da parede dos capilares sanguíneos (obstáculos didácticos e epistemológicos: Clément, 2003b; Carvalho *et al.*, 2004a, Carvalho *et al.*, 2004b; Silva, 2004). Esta realidade, pode ter efeitos consideráveis, se tivermos em conta que estes professores vão abordar nas suas aulas estas mesmas temáticas.

De uma maneira geral podemos considerar que em todos os grupos persistem os padrões de dificuldades na aprendizagem da digestão/excreção identificados em trabalhos que envolviam apenas alunos do 1º ciclo, ou os estudantes da licenciatura em EB1 e os professores do 1º ciclo (Carvalho *et al.*, 2004a; Carvalho *et al.*, 2004b; Silva, 2004; Carvalho *et al.*, 2005): (i) representação do intestino delgado enrolado sobre si próprio, sem identificação das ligações ao estômago e ao intestino grosso, e (ii) não referência da absorção (dos nutrientes pelo sangue, essencialmente ao nível dos intestinos).

Estes resultados espelham uma realidade preocupante: toda a escolaridade, incluindo o Ensino Superior, e mesmo a prática docente não são eficazes no que respeita a ultrapassagem das dificuldades de aprendizagem identificadas, voltando a citar Giordan e de Vecchi (1988: 54) “*Na melhor das situações, os novos conhecimentos infiltram-se no sistema de pensamento previamente instalado, na criança ou no adulto, sem afectar a sua estrutura.*”

Relembramos que para Clément (1998; 2004), as concepções de um indivíduo resultam da interação entre os conhecimentos, as práticas (sociais, profissionais, individuais) e o sistema de valores: modelo KVP (K – conhecimento; V – valores e P – práticas).

Na verdade todos os indivíduos, independentemente da sua faixa etária, são detentores de conhecimentos científicos adquiridos ao longo de todo o seu percurso escolar e pessoal, vivem inseridos numa sociedade, logo regem-se pelo seu sistema de valores e defendem determinadas práticas socialmente aceites. Ou seja, estão reunidas as condições para que os alunos do Ensino Básico, os estudantes do Ensino Superior e os professores do Ensino Básico construam as suas próprias concepções.

Resumidamente, os próprios professores são assim detentores de uma série de concepções que se aproximam das concepções dos seus alunos, e sobre as quais “teoricamente” deveriam actuar.

Em suma, os resultados do presente estudo permitem concluir que algumas concepções são de facto transversais, isto é, são comuns aos alunos do Ensino Básico, aos estudantes do Ensino Superior e aos professores dos diversos ciclos do Ensino Básico. Destas realçamos:

✎ A representação da massa intestinal, apesar de ser mais frequente entre os alunos do EB, esta concepção permanece, mesmo entre os professores em serviço;

✎ A dificuldade em relacionar os diferentes sistemas biológicos humanos envolvidos no processo de digestão/excreção: (i) continuidade anatômica digestivo-urinário (categoria **A**); (ii) ausência de relação fisiológica entre os sistemas digestivo e urinário, apesar da sua representação (categoria **DU**); e (iii) representação exclusiva do tubo digestivo (categoria **D**).

Neste caso, destacamos o grupo dos professores de Ciências da Natureza (2º ciclo) e os de Ciências Naturais (3º ciclo) pelo facto de serem os únicos grupos em que ninguém representou a continuidade anatômica digestivo-urinário.

Estas concepções podem ter subjacentes obstáculos de aprendizagem de diferentes naturezas, nomeadamente epistemológica e didáctica. Assim, no caso concreto do processo de digestão/excreção distinguimos os seguintes:

#### **Obstáculos epistemológicos:**

✎ A dificuldade em compreender a permeabilidade das paredes biológicas, em especial das paredes intestinais e das paredes dos capilares sanguíneos (Clément 1991, 2003b; Carvalho *et al.*, 2004a, Carvalho *et al.*, 2004b; Silva, 2004; Alves, 2005b; Monteiro, 2005). Este obstáculo epistemológico reforça concepções como: (i) a continuidade anatômica entre os sistemas digestivo e urinário; (ii) a coexistência dos sistemas digestivo e urinário sem conhecerem no entanto, a forma como interagem; (iii) a existência isolada do sistema digestivo quando estão em causa acções como comer ou beber.

#### **Obstáculos didácticos:**

✎ Regra geral, os manuais escolares apresentam um único tipo de esquema do tubo digestivo caracterizado pela já discutida “confusão” intestinal (Clément, 2003b; Carvalho *et al.*, 2004a; Silva, 2004);

✎ Separação, por capítulos, dos diferentes sistemas biológicos humanos, minimizando-se ou desprezando-se a inter-relação dos mesmos, deixando passar a ideia de que

cada sistema funciona de forma isolada (Clément 1991, 1994, 2003b; Carvalho *et al.* 2004a; Silva, 2004; Alves, 2005b; Monteiro, 2005);

✎ Ausência de esquemas que representem a relação entre os diferentes sistemas, apesar dessa informação aparecer no texto, vários autores defendem que as imagens são fundamentais na aquisição de conhecimentos científicos (Astolfi *et al.*, 1998; Sá e Carvalho, 1997; Selles e Ayres, 1999; Clément, 2000; Carvalho e Silva, 2005);

Os resultados obtidos no presente trabalho, para além de terem permitido identificar as concepções e obstáculos de aprendizagem já referidos, também permitiram concluir que toda a escolaridade, incluindo o Ensino Superior, parece não ser totalmente eficaz no que respeita a mudança conceptual relativa a determinadas concepções relacionadas com o processo de digestão/excreção, nomeadamente a confusão intestinal e o tipo de relação que se estabelece (ou não) entre os diferentes sistemas biológicos humanos.

Na verdade, apenas a prática docente, nos 2º e 3º ciclos, parece ser determinante no desaparecimento de uma das concepções que tem sido alvo de uma ampla e aprofundada discussão – a continuidade anatómica entre o tubo digestivo e órgãos do sistema urinário – tendo em conta que, como vimos, nenhum dos professores de Ciências da Natureza (2º ciclo) e de Ciências Naturais (3º ciclo) que respondeu ao nosso questionário apresentou a referida concepção.

Mais uma vez relembramos a pertinência de um estudo desta natureza, um estudo que envolve os alunos de diferentes níveis de ensino, os respectivos professores e também os futuros professores, ou seja, estudantes de cursos do Ensino Superior que conferem habilitações para a docência.

Esperamos por isso, ter contribuído de alguma forma, para que haja uma maior consciencialização de que concepções e possíveis obstáculos de aprendizagem não são exclusivos dos alunos, e que aos professores cabe a tarefa de diagnosticar e trabalhar não só as concepções dos alunos, mas também as suas próprias concepções.

### 4.3. Algumas Sugestões para ultrapassar os obstáculos de aprendizagem

No caso concreto do processo de digestão/excreção, e tendo em conta que a maioria dos obstáculos de aprendizagem identificados no presente estudo resultam de situações didáticas, começaremos por sugerir algumas alterações, principalmente no que respeita o conteúdo e a organização dos manuais escolares.

Relembramos que estes são o material didático-pedagógico mais utilizado (Sá e Carvalho, 1997; Silva, 2004; Alves, 2005a; ME, 2005b), influenciando mais a actividade docente, por exemplo dos professores dos 1º e 2º ciclos, do que as sugestões existentes no programa curricular (da responsabilidade do Ministério da Educação) (Valente *et al.*, 1989)<sup>7</sup>.

Relativamente ao sistema digestivo propriamente dito, realçamos o tipo de representação do tubo digestivo, nomeadamente no que respeita a representação do estômago e dos intestinos delgado e grosso. A representação confusa destes, assemelhando-se a uma espécie de amálgama de órgãos sem uma ligação nítida entre eles é, segundo Clément (2003b) uma particularidade portuguesa, que como já referimos ao longo deste capítulo é uma consequência do tipo de esquema que predomina nos manuais escolares (fig. 3.1.8), tornando notória a influência das imagens na aprendizagem (Astolfi *et al.*, 1997; Sá e Carvalho, 1997; Selles e Ayres, 1999; Clément, 2000; Carvalho e Silva, 2005).

Posto isto, a apresentação de diferentes esquemas respeitantes à mesma temática pode ajudar na sua compreensão e evitar o aparecimento de imagens que representam um estereótipo. Na nossa opinião, o tipo de esquema geralmente apresentado deveria ser complementado com um esquema onde fosse evidente a sequência entre os diferentes órgãos como ilustra a figura 4.7, retirada de um manual português do ano de 1996. No entanto, esta imagem deixa passar a ideia errada de que o intestino delgado comunica com o intestino grosso em três locais distintos (assinalados na figura). Um bom exemplo foi o encontrado num manual francês (para uma faixa etária entre os 10 e os 11 anos), onde se apresentam fotografias da dissecação de um animal, o que dá para ficar

com uma ideia mais clara da realidade acompanhadas por um esquema que ilustra a sequência entre os diferentes órgãos do sistema digestivo (fig. 4.8 e 4.9).

Uma das principais características relacionada com os diferentes sistemas biológicos humanos, comum a alguns manuais prende-se com o facto dos sistemas serem abordados em capítulos separados faltando por vezes uma imagem ou um esquema que relacione todos os sistemas e realce a interdependência dos mesmos.

Na nossa opinião este tipo de esquemas que encontramos num manual escolar correspondente ao último ano do 3º ciclo e num manual da disciplina de Biologia do 12º ano (programa de 1991) (fig. 4.6 e 4.10, respectivamente) deveria ser apresentado e cuidadosamente explorado antes de iniciar o estudo de cada um dos sistemas.

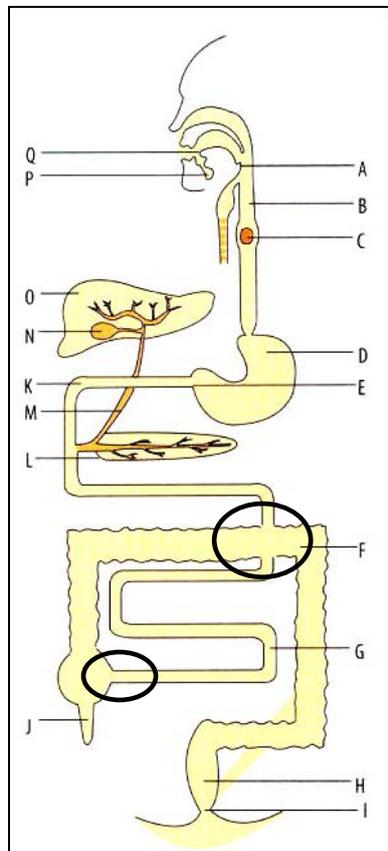
Assim, mesmo separando os diferentes sistemas biológicos humanos por capítulos, os alunos já possuíam a ideia do organismo como um todo cujo funcionamento resulta da inter-relação que se estabelece entre os diferentes sistemas. Como é óbvio, a presença deste esquema não dispensaria que essa relação fosse sempre explorada, mais uma vez e preferencialmente, através de esquemas no capítulo correspondente a cada um dos sistemas.

Como já vimos ao longo deste trabalho, as primeiras imagens em particular (Carvalho e Silva, 2005), mas qualquer imagem é fundamental no ensino da biologia e pode ser um instrumento determinante na aquisição de conhecimentos e/ou na transformação (ou não) das concepções já existentes (Astolfi *et al.*, 1998; Sá e Carvalho, 1997; Selles e Ayres, 1999; Clément, 2000; Carvalho e Silva, 2005). Ramadas *et al.* (1996) defendem que o uso do desenho no processo ensino-aprendizagem parece ser mais apropriado, especialmente quando dirigido a crianças.

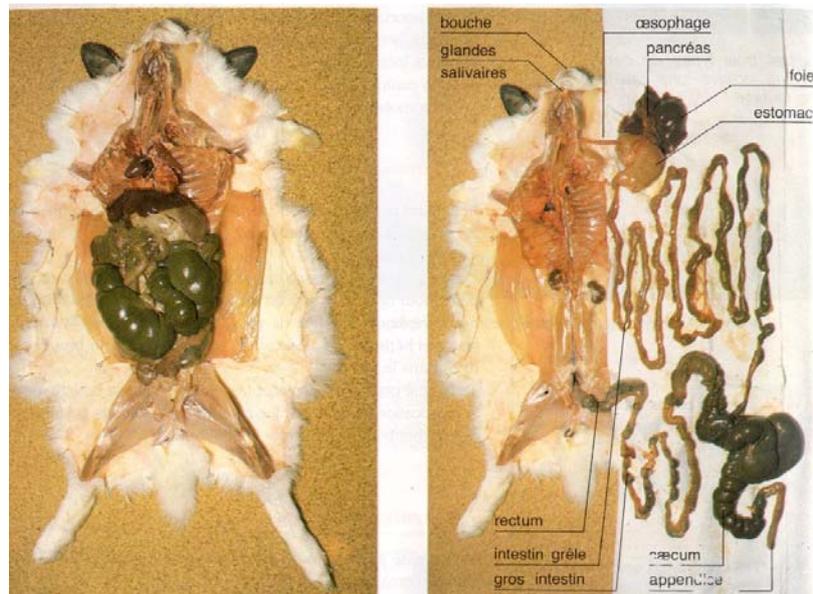
Consideramos os esquemas apresentados nas figuras 4.6 e 4.10, bastante enriquecedores e de fácil interpretação por parte dos alunos, talvez mesmo para alunos de uma faixa etária mais baixa. Realçamos no entanto, a ausência de qualquer referência ao sistema nervoso e mesmo ao sistema reprodutor. Consideramos que seria importante haver, pelo menos um esquema que relacionasse todos os sistemas que constavam dos programas curriculares de 1991 e que permanecem nos programas curriculares de 2001 (sistemas: digestivo, excretor, circulatório e respiratório - cardio-respiratório, reprodutor e o linfático e neuro-hormonal apenas inseridos nos programas do 3º ciclo e secundário)

A necessidade que sentimos em insistir na abordagem da “inter-relação” de todos os sistemas (ou o desprezo desta relação) vem corroborar a ideia de diversos investigadores (Clément 1991, 1994, 2003b; Giordan e de Vecchi, 1988, 2002;

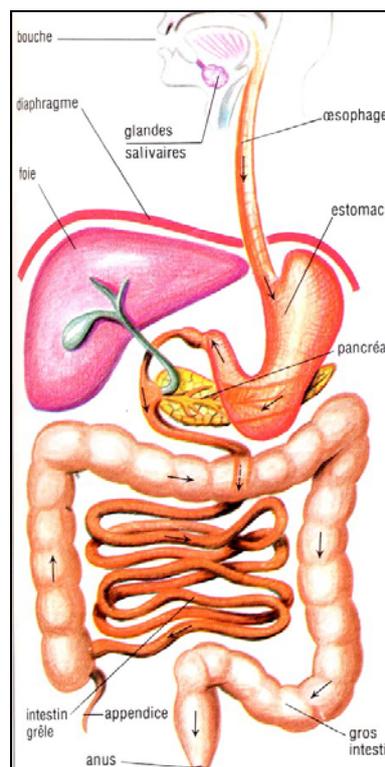
Sauvageot-Skibine, 1993; Teixeira, 2000; Carvalho *et al.*, 2004a; Silva, 2004). Assim, estaríamos a fornecer “ferramentas” científicas capazes de desestruturar a ideia de que cada sistema funciona por si, ou seja, é independente de todos os outros, e em simultâneo também se trabalharia sobre a questão da permeabilidade das paredes biológicas (obstáculo epistemológico e didático). Relacionando esta propriedade com a relação funcional que existe entre as diferentes células que constituem os diferentes tecidos e que por sua vez constituem os diferentes órgãos que se organizam nos sistemas biológicos humanos.



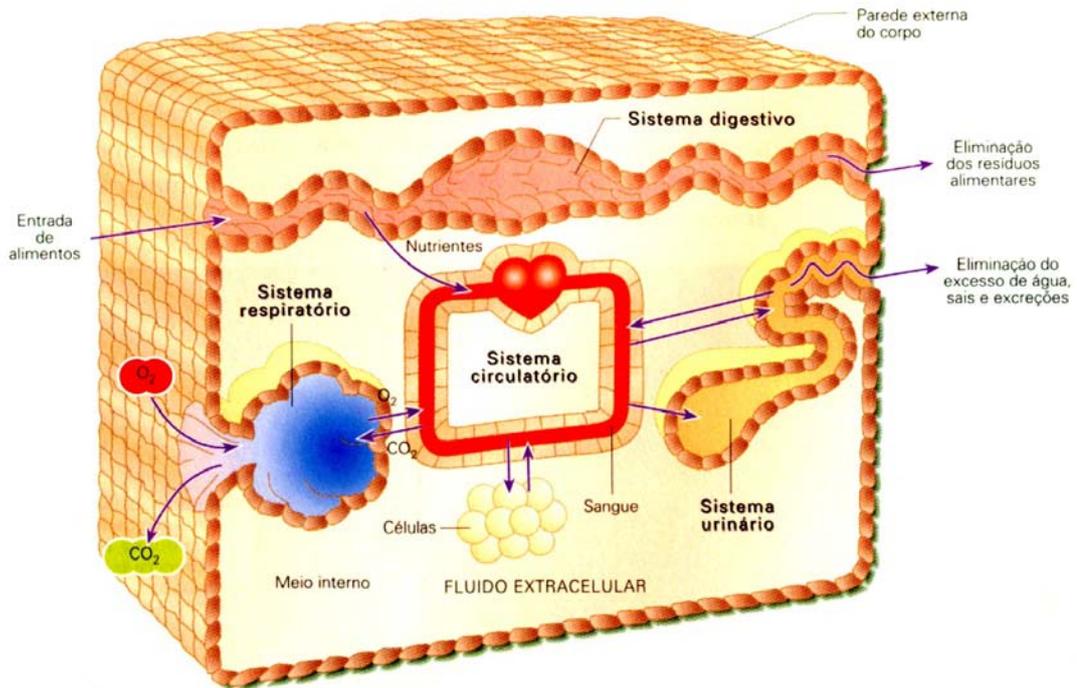
**Figura 4.7:** Esquema da ficha de avaliação de conhecimentos do manual “Ciências Naturais 8”, 8º ano (1996), Areal Editores



**Figura 4.8:** Fotografia de dissecção de um coelho presente num manual francês para uma faixa etária entre os 10 e os 11 anos. Fonte: Physique-Biologie, Technologie-Informatique (2001). Hachete Éducation.



**Figura 4.9:** Esquema do sistema digestivo presente num manual francês para uma faixa etária entre os 10 e os 11 anos. Fonte: Physique-Biologie, Technologie-Informatique (2001). Hachete Éducation.



**Figura 4.10:** Esquema extraído do manual escolar “Terra, Universo de Vida” Biologia 12º ano (2001), Porto Editora.

As sugestões acima referidas dizem respeito aos materiais didático-pedagógicos utilizados durante o processo de ensino-aprendizagem.

É claro e incontestável que qualquer indivíduo possui uma série de ideias, de “teorias” que vai construindo ao longo da sua vida, baseadas nas suas experiências do quotidiano e na percepção do mundo que o rodeia e fortemente influenciadas pelas suas crenças, pelos seus valores, em suma, por todo o ambiente que o envolve (cultural, social, económico, etc.).

Também consideramos evidente que uma determinada concepção pode ser consequência de cada um, individualmente, ou da reunião de um conjunto de factores: epistemológicos, didáticos, psicológicos, entre outros.

Também nos parece claro que, por exemplo, os obstáculos de aprendizagem de natureza epistemológica são consequência de uma interpretação pessoal de um determinado fenómeno, enquanto os obstáculos didáticos resultam da interacção entre a forma como um determinado fenómeno é explorado (pelos programas curriculares, pelos manuais escolares e pelo próprio professor) e a forma como vai ser interpretado pelo aluno. Assim, num contexto sala de aula, quer no que respeita as estratégias/metodologias adoptadas pelo professor, quer no que respeita a informação

veiculada nos programas curriculares e nos manuais escolares, podemos dizer que o aparecimento de obstáculos de aprendizagem didáticos e o reforço de obstáculos de outra natureza (por exemplo epistemológicos) é da responsabilidade do sistema de ensino (desde a definição dos programas curriculares à exploração dos conteúdos na sala de aula).

As investigações em Didáctica da Biologia procuram diagnosticar concepções, compreender e apresentar soluções para ultrapassar todas as situações que possam constituir obstáculos de aprendizagem. Segundo Clément, (1999b) estas investigações podem agrupar-se em três grupos, que correspondem a dimensões complementares do ensino: (i) transposição didáctica; (ii) concepções, obstáculos e mudança conceptual e (iii) as situações didáticas, em contexto sala de aula. Estas três dimensões estão inter-relacionadas, e influenciam-se mutuamente.

Tendencialmente, as investigações em Didáctica da Biologia recaem sobre as concepções dos alunos: defendendo que os professores devem ter em conta essas concepções e “trabalhá-las” de forma a torná-las mais científicas (mudança conceptual), e para além disso devem identificar aquelas que poderão constituir obstáculos à aprendizagem científica e definir “objectivos-obstáculos” (*objectifs-obstacles*) (Martinand 1986<sup>18</sup>, Astolfi *et al.*, 1998), que permitam ultrapassar os obstáculos identificados.

No que respeita a formação de futuros professores impõe-se uma divulgação e uma exploração dos resultados de trabalhos de investigação sobre o ensino das ciências. Vários estudos sugerem a existência de alguma incompreensão relativa a determinados aspectos do conhecimento científico, que mais tarde esses futuros professores acabarão por ensinar (De Jong *et al.*, 1998)<sup>19</sup>. Psillos *et al.* (2005), defendem que a visão dos futuros professores sobre o ensino é largamente influenciada pelas experiências de aprendizagem vividas ao longo de todo o seu percurso escolar, incluindo o percurso académico. Para além disso, na sua actividade prática, tendem a ignorar quase totalmente as teorias que lhes foram ensinadas durante os respectivos cursos, tal como o Construtivismo.

---

<sup>18</sup> Referidos em Clément, 1999b

<sup>19</sup> Referidos por Psillos *et al.*, 2005

Assim, quanto mais cedo os estudantes do Ensino Superior forem confrontados com resultados de investigações contemporâneas e com a situação actual do ensino, mais facilmente tomarão consciência da importância deste tipo de investigação e da pertinência dos seus resultados para a sua vida profissional. Talvez assim, uma vez inseridos na vida activa, desenvolvam durante a sua prática docente metodologias e estratégias pedagógicas que permitam, em tempo útil, identificar e conduzir a uma evolução as concepções dos seus alunos e simultaneamente desenvolvam, por si, um raciocínio metacognitivo que lhes permita diagnosticar e trabalhar as suas próprias concepções sobre determinados conteúdos e mesmo sobre o processo de ensino-aprendizagem.

Quanto aos professores em serviço, Turner (1997) defende que para que ocorra uma mudança na prática docente, os professores devem estar convictos da relevância deste tipo de investigação, cujo objectivo é melhorar o processo de ensino-aprendizagem, tentando-se assim ultrapassar a lacuna entre a investigação científica e a prática na sala de aula.

Cada vez mais faz sentido falarmos na importância das aprendizagens não formais, a evolução da ciência e das tecnologias tem-se processado a uma velocidade extraordinária e paralelamente, os alunos têm acesso, através dos *media*, especialmente da Internet, a todo um conjunto de informação sobre a qual o professor deve estar atento. O professor deve despertar o espírito crítico dos alunos face ao que é veiculado através dos *media*, tendo sempre presente que a renovação dos manuais escolares não acompanha a actualidade, por isso cabe exclusivamente ao professor responder às solicitações e curiosidades dos alunos, e mesmo a suscitar-lhes a curiosidade de serem os próprios a procurarem, sempre com uma atitude crítica, a informação (Clément, 1998).

Clément (1999b) considera que o ensino da biologia é condicionado por um conjunto de factores como: (i) algumas estratégias de ensino podem não ser suficientes para promover a evolução dos conhecimentos dos alunos, havendo a necessidade de adequar as estratégias aos objectivos propostos; (ii) a aquisição de novos conhecimentos (passíveis de ser testados em contexto escolar) não significa que venham a ser mobilizados em situações concretas da vida quotidiana, em que a sua utilização seria pertinente. Assim, o ensino das ciências deveria considerar estratégias adaptadas tanto ao ensino como à avaliação (controlo dos conhecimentos adquiridos); (iii) finalmente,

para além dos aspectos cognitivos, também as dimensões afectiva e ideológica influenciam o ensino da biologia.

A formação na área da didáctica da biologia torna-se assim fundamental, na medida em que novas estratégias de ensino vão sendo delineadas com base nos resultados de algumas investigações. Estas permitem uma maior eficácia do processo ensino-aprendizagem uma vez que, para além de ajudar a delinear estratégias que permitem identificar as concepções dos alunos, ajudam o próprio professor a conhecer e, conseqüentemente, trabalhar as suas próprias concepções. Por exemplo, Cochran e Jones (1998)<sup>19</sup> referem que professores do 1º ciclo (*primary teachers*) possuem concepções sobre fenómenos físicos similares às dos respectivos alunos, embora em menor número e expressas numa linguagem mais sofisticada.

Num estudo preliminar levado a cabo pela nossa equipa de investigação (ver projectos referidos no capítulo da Metodologia), concluímos que alguns obstáculos identificados em professores em serviço do 1º ciclo do Ensino Básico podem ser ultrapassados, se os próprios tomarem consciência e trabalharem esses obstáculos de aprendizagem. Nesse trabalho, os resultados dos professores que assistiram a uma curta actividade metacognitiva dirigida pelo Professor Pierre Clément sobre obstáculos de aprendizagem indiciam uma clara evolução, que sugere a ultrapassagem dos obstáculos de aprendizagem identificados (Carvalho *et al.*, 2004b). Nomeadamente no que respeita a representação do tubo digestivo (imagens do sistema digestivo presentes nos manuais escolares - obstáculo didáctico) e a inter-relação entre os diferentes sistemas (sistemas abordados em capítulos diferentes – obstáculo didáctico e permeabilidade das paredes biológicas – obstáculo epistemológico) (Clément, 2003b; Carvalho *et al.*, 2004a e 2004b; Silva, 2004).

Parece-nos assim simples delinear um processo de ensino-aprendizagem que compreenda: em primeiro lugar um diagnóstico das concepções dos alunos e do professor; seguindo-se a estruturação e delineação de estratégias que permitam aos alunos transformarem as suas concepções em conhecimentos científicos, evitando o seu reforço e o conseqüente aparecimento de obstáculos de aprendizagem.

Ao longo do presente trabalho, por diversas vezes realçamos a importância em abandonar definitivamente metodologias e práticas de ensino que conduzam à memorização de conteúdos em detrimento da sua compreensão. Neste sentido, Andersson *et al.* (2005), defendem que a compreensão está profundamente relacionada com o interesse manifestado por um determinado conteúdo, levando à conquista de uma

certa independência face a esse conteúdo, o que não acontece quando ocorre apenas a memorização do mesmo. Torna-se por isso urgente o abandono definitivo de um ensino que apela à memorização e que continua a sobrevalorizar o papel do professor enquanto agente transmissor de conhecimentos. Marentic-Pozarnik (2002)<sup>19</sup> sugere que as concepções dos professores sobre o ensino-aprendizagem das ciências podem ser agrupadas em duas amplas perspectivas: (i) o ensino como um processo de transmissão de conhecimentos e a aprendizagem como um processo de absorção dos conteúdos científicos (*didactic/reproductive*); (ii) o ensino como um processo que facilita a aprendizagem, o qual envolve a construção ou transformação do conhecimento pelos alunos, conduzindo a uma possível mudança conceptual (*facilitive/transformative*). Esta última vai de encontro às ideologias construtivistas.

Posto isto, um número diversificado de estratégias aliado à compreensão do processo de aprendizagem dos alunos conduz à capacitação dos professores para a adopção de métodos construtivistas (Psillos *et al.*, 2005).

Mas este grande passo exige uma grande dedicação e empenho por parte do professor para conseguir gerir três factores fundamentais: programa curricular; tempo e contextualização do ensino. Por contextualização do ensino entendemos a transferência de protagonismo no contexto sala de aula, isto é, passar a ser o aluno o centro de todo o processo, tal como defende o Construtivismo, exigindo por parte do professor um conhecimento mais minucioso dos seus alunos: das suas ideias; das suas crenças, em suma, das suas concepções, e a sua adopção como ponto de partida para a actividade docente.

Assim, ao fundamentarmos as nossas reformas educativas numa perspectiva “Bottom-Up”, ou seja, tendo em consideração os problemas relacionados com o ensino-aprendizagem identificados num contexto de sala de aula talvez as tornássemos mais viáveis e efectivamente mais funcionais, considerando o contexto educativo que se vive actualmente. Neste sentido, qualquer investigação no âmbito da didáctica das ciências é uma mais valia para o ensino. Mas, mais uma vez realçamos que os resultados dessas investigações devem chegar aos “actores” principais deste processo, em especial aos professores e futuros professores.

Por vezes os professores, poderão não estar suficientemente sensibilizados para a importância deste tipo de investigação nem para a pertinência dos seus resultados para a sua vida profissional. Vários autores defendem, que após a realização deste tipo de investigações, o passo seguinte seria a sua divulgação entre os docentes. Andersson *et*

*al.* (2005), defendem que o facto dos resultados das investigações em ciências da educação não serem divulgados entre os professores constitui um obstáculo à evolução do ensino.

Os mesmos autores sugerem que um trabalho conjunto entre professores em serviço e investigadores, ou seja, cruzar a experiência dos professores e os resultados de investigações seria extremamente positivo para o ensino.

Considerando o “ciclo do ensino”, apercebemo-nos que os alunos do Ensino Básico de hoje poderão ser os professores de amanhã, e cada experiência vivida ao longo de toda a escolaridade influencia, positiva ou negativamente, o desempenho profissional de cada um. Assim, as concepções que não sofrerem uma mudança conceptual durante todo o percurso académico de um indivíduo mantêm-se, isto implica que o próprio indivíduo enquanto professor, inconscientemente, deixe transparecer aos seus alunos as suas concepções, o que funcionará como um obstáculo à mudança conceptual dos mesmos, entrando-se assim num ciclo vicioso.

Assim, quanto mais cedo diagnosticarmos e solucionarmos alguns dos problemas discutidos ao longo deste trabalho maiores serão as probabilidades de conseguirmos a tão aclamada “qualidade de ensino”, pelo menos no que respeita o ensino da biologia humana.

Sabemos que ainda há um longo caminho a percorrer no sentido de garantir uma efectiva eficiência do processo de ensino-aprendizagem, em especial no que respeita a área da biologia humana. Temos consciência de que há a necessidade de trabalhar o presente, isto é, consciencializar os professores que estão a desempenhar a sua actividade, mas também é fundamental trabalhar o futuro, ou seja, assegurar a evolução na formação científica e didáctico-pedagógica daqueles que estão a frequentar cursos do Ensino Superior com o objectivo de se tornarem professores.

Obviamente, não temos a pretensão de considerar este trabalho a solução para os problemas do ensino da biologia, mas temos a esperança de que possa constituir uma pequena ajuda.

#### 4.4. Considerações finais e perspectivas futuras

Como acreditamos que aconteça na maior parte dos trabalhos de investigação, se recommençássemos o trabalho alteraríamos alguns pormenores que certamente fariam emergir novas situações e novos resultados. Por exemplo, ao limitarmos a técnica de recolha de dados à aplicação de um questionário cujas respostas são apresentadas sobre a forma icónica estamos também a limitar o tipo de respostas que obtemos e consequentemente os resultados que delas advêm. Talvez, se tivesse havido a oportunidade de entrevistar alguns dos participantes esclareceríamos uma série de dúvidas que algumas das respostas levantaram, aprofundando mais o nosso estudo. Uma das situações, com pouca incidência na nossa amostra, mas que não deixa de ser curiosa, prende-se com o facto de legendarem apenas o intestino grosso na questão *Diamante*, enquanto nas questões *Maçã* e *Água* legendam apenas o intestino delgado.

Ao compararmos os resultados dos estudantes universitários seria interessante fazer uma análise mais profunda dos currículos inerentes a cada um dos cursos do Ensino Superior envolvidos no presente estudo, em especial sobre os conteúdos abordados relacionados com o processo de digestão/excreção. Isto porque, para o mesmo curso cada universidade é responsável pelo respectivo programa curricular.

Na verdade este tipo de estudo, geralmente, envolve apenas intervenientes do Ensino Básico e eventualmente do Ensino Secundário, mas seria interessante fazer um estudo que envolvesse alunos e professores do Ensino Superior. Afinal esse nível de ensino é o responsável pela formação de professores.

## 5. Referências

- Alves, G. C. C. (2005a) *Contributos dos manuais escolares para a reprodução humana e sexualidade no 1º ciclo do ensino básico*. Tese de mestrado, Braga: Universidade Católica Portuguesa.
- Alves, M.H. (2005b) *Concepções prévias, mudança conceptual e obstáculos de aprendizagem em alunos do 1º CEB sobre excreção urinária*. Tese de mestrado, Braga: Instituto de Estudos da Criança - Universidade do Minho.
- Andersson, B., Bach, F., Hagman, M., Olander, C., Wallin, A. (2005) – Discussing a research programme for the improvement of science teaching, *in*: K. Boersma *et al.* (eds). *Research and the Quality of Science Education*. ESERA – Holanda, pp. 221-230.
- Astolfi, J.P., Darot, E., Ginsburger-Vogel, Y., & Toussaint, J. (1997) *Pratiques de formation en didactique des sciences*. Bruxelles : De Boeck Université.
- Astolfi, J.P., Darot, E., Ginsburger-Vogel, Y. e Toussaint (1998) *Mots-clés de la didactique des sciences*. Paris-Bruxelles : De Boeck & Larcier s.a.
- Blanc, J.-P., Bramand, P., Degeilh, J., Faye, P., Gély, J., Grégoire, I., Vargas, A. (2001) *Physique-Biologie, Technologie-Informatique*, CM. Hachete Éducation.
- Camacho, H. e Marcelino, T. (2001) *Descobrir a Vida, Ciências da Natureza 6º Ano de Escolaridade*. Lisboa, Didáctica Editora.
- Carvalho, G. S. (2003) Investigação em Didáctica da Biologia no 1.º Ciclo do Ensino Básico, *in*: G.S. Carvalho, M.L.A.V. Freitas, P. Palhares & F.F. Azevedo (org.). *Saberes e práticas na Formação de Professores e Educadores*. Actas das Jornadas do DCILM 2002. Braga: IEC, Universidade do Minho, pp. 135-138.
- Carvalho, G.S. Silva, R., Lima, N., Coquet, E. & Clément, P. (2004a) Portuguese primary school children's conceptions about digestion: Identification of learning obstacles, *in*: *International Journal of Science Education*, n. 9, 1111-1130.

- Carvalho, G.S., Dantas, C. & Clément, P. (2004b) *Conceptions of digestion and their possible change. A study on Primary School pre-service and in-service Teachers in Portugal* (comunicação oral). ERIDOB 2004, Patras, Grécia, 21- 25.09.2004.
- Carvalho G. S. e Silva, R. e Clément, P. (2005) *historical analysis of Portuguese primary school textbooks (1920-2005) on the topic of digestion* (comunicação oral). International History, Philosophy, Sociology & Science Teaching Conference. Leeds, Inglaterra, 15-18.07.2005.
- Carvalho G. S. e Silva, R. (2005) *First Images in primary school textbooks as didactical obstacles in the construction of science concepts: the example of digestion* (comunicação oral). Symposium on “Critical analysis of texts and images in Biology textbooks”. ESERA 2005, Barcelona, Espanha, 28-08-01-09. 2005
- Carvalho G. S. e Clément, P. (2006) *Relationship between digestive, circulatory and urinary systems in Portuguese primary textbooks?* Actas do North American, European and South American (NAESA) Symposium: Science and Technology Literacy in the 21<sup>st</sup> century, Cyprus, 31 May-4 June 2006.
- Clément, P. (1991). Sur la persistance d’une conception: La tuyauterie continue digestion-excrétion. *Aster*, 13,190-205.
- Clément, P. (1994) Représentations, conceptions, connaissances, *in*: A. Giordan, Y. Girault e P. Clément (eds.). *Conceptions et connaissances*. Berne: Peter Lang, pp. 73-91.
- Clément, P. (1998), La Biologie et sa Didactique. Dix ans de recherche. *Aster*, 27, 57-93.
- Clément, P. (1999a) Situated Conceptions. Theory and methodology. From the collection of data (on the brain) to the analyse of conceptions, *in Fourth ESERA Summerschool*, U.7, 298-351.
- Clément, P. (1999b) Les spécificités de la biologie et de son enseignement, *in*: Biologie Géologie n° 3, Bulletin de L’APBG, 479-501.
- Clément, P. (2000) Méthodologie des recherches en didactique des sciences : recueil et analyse des données. Colloque de Fès, Marrocos, Novembre 2000.

- Clément, P. (2001a) Métacognition et changements conceptuels chez des étudiants scientifiques, *in*: Proceedings do 18<sup>ème</sup> Congrès AIPU. *Les stratégies de réussite dans l'enseignement supérieure*, Dakar: ENS, pp. 51-63.
- Clément, P. (2001b) La Recherche en Didactique de la Biologie, *in*: P. Clément, H.-R. Dahmani e F. Khammar (coord.). *Didactique de la Biologie: Recherches, Innovations, Formations*. Actas do Colloque International de Didactique de la Biologie. Alger-Algerie, pp.11-28.
- Clément P. (2003a), Situated conceptions and obstacles. The example of digestion/excretion, *in* D. Psillos *et al.* (eds.). *Science Education Research in the Knowledge-Based Society*, Kluwer Academic Publishers.
- Clément, P. (2003b) Didactique de la biologie: les obstacles aux apprentissages, *in*: G.S. Carvalho, M.L.A.V. Freitas, P. Palhares & F.F. Azevedo (org.). *Saberes e Práticas na Formação de Professores e Educadores*. Actas das Jornadas do DCILM 2002. Braga: IEC, Universidade do Minho, pp. 139-154.
- Clément, P. (2004) Sciences et idéologie : exemple en didactiques et épistémologie de la biologie. *In* Aster do Colóquio "Sciences, Médias et Société" J. Le Marec & I. Babou (Eds), ENS-LSH, p.53-69.
- Coolican, H. (1990) *Research Methods and Statistics in Psychology*. London
- De Jong, O. (2001) Exploring science teacher's pedagogical content knowledge, *in* D. Psillos *et al.* (eds). *Proceedings of the Third International Conference on Science Education Research in the Knowledge Based Society*. Thessaloniki: Aristotle University of Thessaloniki, pp. 7-9.
- Departamento de Investigação e Edições Educativas da Constância Editores, S. A. (2001) *Ciências da Natureza 6º ano*. Lisboa, Constância Editores S.A.
- Direcção-Geral da Administração Educativa – DGAE (2002) *Qualificações Profissionais para a Docência – 1º, 2º e 3º Ciclos do Ensino Básico e Ensino Secundário*. Ministério da Educação.
- Direcção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular – DGIDC (2004-2005) *Manuais Escolares*  
H:\docs min.educ\Ministério da Educação»DGIDC»Manuais Escolares.htm  
21.12.05
- Domingos, A. M., Neves, I. P., Galhardo, L. (1987) *Uma Forma de Estruturar o Ensino e a Aprendizagem*. Lisboa: Livros Horizonte Lda.
- Driver, R. & Easley, J. (1978), *Studies in Science Education*, 5, pp. 61-84.

- Machado, F. A. e Gonçalves, M. F. M. (1991). *Currículo e Desenvolvimento Curricular: problemas e perspectivas*. Rio Tinto: Edições Asa, pp. 134-136.
- GIASE – Gabinete de Informação e Avaliação do Sistema Educativo (2005) (Dados Estatísticos dos anos lectivos : 96/97, 97/98, 98/99, 99/00, 00/01, 01/02, 02/03 e 03/04). <http://www.giase.min-edu.pt/content02.asp?auxID=pubs-online> 09.12.05.
- Giordan, A. e de Vecchi, G. (1988) *Les Origines del Saber, de las concepciones personales a los conceptos científicos*. Sevilha: Diada Editoras.
- Giordan, A. e de Vecchi, G. (2002) *L'enseignement scientifique – Comment faire pour que « ça marche ? »*. Collection André Giordan et Jean-Louis Martinand. Paris : Delagrave Édition.
- Hill, M.M e Hill, A. (2002) *Investigação por Questionário*. Lisboa: Edições Sílabo, Lda.
- Leite, A. *et al.*, (1996) *Ciências Naturais 8, 8º ano*. Lisboa: Areal Edirores.
- ME – Ministério da Educação, Direcção Geral dos Ensinos Básico e Secundário (1990) *Reforma Educativa – Ensino Básico, Programa do 1º Ciclo*. Lisboa: Editorial do Ministério da Educação.
- ME – Ministério da Educação, Direcção Geral dos Ensinos Básico e Secundário (1991a) *Reforma Educativa – Ensino Básico 2º Ciclo. Programa de Ciências da Natureza: Plano de Organização do Ensino-aprendizagem*. Volume II. Lisboa: Editorial do Ministério da Educação.
- ME – Ministério da Educação, Direcção Geral dos Ensinos Básico e Secundário (1991b) *Reforma Educativa – Ensino Básico 3º Ciclo. Organização Curricular e Programas*. Volume I. Lisboa: Editorial do Ministério da Educação.
- ME – Ministério da Educação, Direcção Geral dos Ensinos Básico e Secundário (1991c) *Reforma Educativa – Ensino Básico 3º Ciclo. Organização Curricular e Programas*. Volume II. Lisboa: Editorial do Ministério da Educação.
- ME – Ministério da Educação, Direcção Geral dos Ensinos Básico e Secundário (1991d) *Reforma Educativa – Ensino Secundário. Ciências da Terra e da Vida, Biologia e Geologia: Organização Curricular e Programas*. Lisboa: Editorial do Ministério da Educação.

- ME – Ministério da Educação, Departamento da Educação Básica (2001a) *Currículo Nacional do Ensino Básico: Competências Essenciais*. Lisboa: Ministério da Educação – Departamento da Educação Básica.
- ME – Ministério da Educação, Departamento da Educação Básica (2001b) *Ciências Físicas e Naturais – Orientações Curriculares 3ºCiclo*. Lisboa: Editorial do Ministério da Educação.
- ME - Ministério da Educação (2002) Lei de Bases do Sistema Educativo. [http://www.min-edu.pt/Scripts/ASP/news\\_det.asp?newsID=353&categoriaID=pr](http://www.min-edu.pt/Scripts/ASP/news_det.asp?newsID=353&categoriaID=pr). 21.12.05
- ME - Ministério da Educação (2004) Organização Curricular e Programas do Ensino Básico – 1º Ciclo. Departamento da Educação Básica, Editorial do Ministério da Educação.
- ME - Ministério da Educação (2005a) Programa para a Educação do XVII Governo Constitucional. [http://www.min-edu.pt/Scripts/ASP/news\\_det.asp?newsID=329&categoriaID=pr](http://www.min-edu.pt/Scripts/ASP/news_det.asp?newsID=329&categoriaID=pr). 21.12.05
- ME - Ministério da Educação (2005b) Anteprojecto de Proposta de Lei sobre Manuais Escolares [http://www.min-edu.pt/ftp/docs\\_stats/d\\_1131714424191.pdf](http://www.min-edu.pt/ftp/docs_stats/d_1131714424191.pdf), 21.12.05
- Monteiro, C. P. C. (2005) *O aparelho urinário e suas funções: Estudo das concepções prévias e de obstáculos de aprendizagem nos alunos do 1º Ciclo do Ensino Básico*. Tese realizada no âmbito do mestrado em Estudos da Criança: Promoção da Saúde e do Meio Ambiente. Braga: Instituto de Estudos da Criança - Universidade do Minho.
- Peralta, C. R. e Calhau, M. B. (2004) *Nós e a Vida, Ciências da Natureza 6º ano*. Porto, Porto Editora.
- Pestana, M.H. e Gageiro, J.N. (2000) *A análise de dados para Ciências Sociais - A Complementaridade do SPSS (2º ed.)*. Lisboa: Edições Sílabo, Lda.
- Pestana, M.H. e Gageiro, J.N. (2003) *A análise de dados para Ciências Sociais - A Complementaridade do SPSS*. Lisboa: Edições Sílabo, Lda.
- Pinto, A. e Carneiro, M.A., (2001) *Bambi 3, Estudo do Meio, 3º ano Ensino Básico*. Porto, Porto Editora.

- Psarros, N. e Stavridou, H. (2001) The adventure of food inside the human body: Primary students' conceptions about the structure and the function of the human digestive system, in D. Psillos *et al.* (eds). *Proceedings of the Third International Conference on Science Education Research in the Knowledge Based Society*. Thessaloniki: Aristotle University of Thessaloniki, pp. 745-747.
- Psillos, D., Spyrtou, A., Kariotoglou, P. (2005) Science Teacher Education: Issues and Proposals, in K. Boersma *et al.* (eds). *Research and the Quality of Science Education*. ESERA – Holanda, pp. 119-128.
- Ramadas, J. & Nair, U. (1996), The system idea as a tool in understanding conceptions about the digestive system, in: *International Journal of Science Education*, n. 3, 355-368.
- Reiss, M.J., Tunnicliffe, S. D., Moller-Anderson, A. Bartoszeck, A., Carvalho, G. S., Chen, S.-H., Jarman, R., Jónsson, S., Manokore, V., Marchenko, N., Mulemwa, J. Novokova, T., Otuka, J., Teppa, S. e Rooy, W. V. (2002) An international study of young people's drawings of what is inside themselves. *Journal of Biological Education*, 36, 58-64.
- Sauvageot-Skibine, M. (1993) De la représentation en tuyaux au concept de milieu intérieur. *Aster*, 17,190-205.
- Selles, S.E. & Ayres, A. (1999), Children's representations of digestive system from a model-based teaching learning perspective, in: Komorek, *et al.* (eds). *Proceedings of the Second International Conference on Science Education Research – Past, Present and Future*. Kiel, pp. 648-651.
- Seeley, R.R., Stephens, T.D., Tate, P. (2001) *Anatomia & Fisiologia* (tradutores: M.A. Caeiro; M.C. Durão; M.L.B. Abecasis; M.P. Groz; M.T.S. Leal). Lisboa: Lusodidacta.
- Silva, A.D., Gramaxo, F., Santos, M.E., Mesquita, A.F., Baldaia, L. (2001) *Terra, Universo de Vida – Biologia 12º ano (2ª parte)*. Porto: Porto Editora.
- Silva, A.D., Gramaxo, F., Santos, M.E., Mesquita, J., Baldaia, L. (1996) *Vida Humana, Ciências Naturais 8º ano*. Porto: Porto Editora.
- Silva, R. (2004) *Digestão/Excreção no 1.ºCEB: Concepções das crianças, obstáculos de aprendizagem e estratégias para os ultrapassar, e análise de manuais dos*

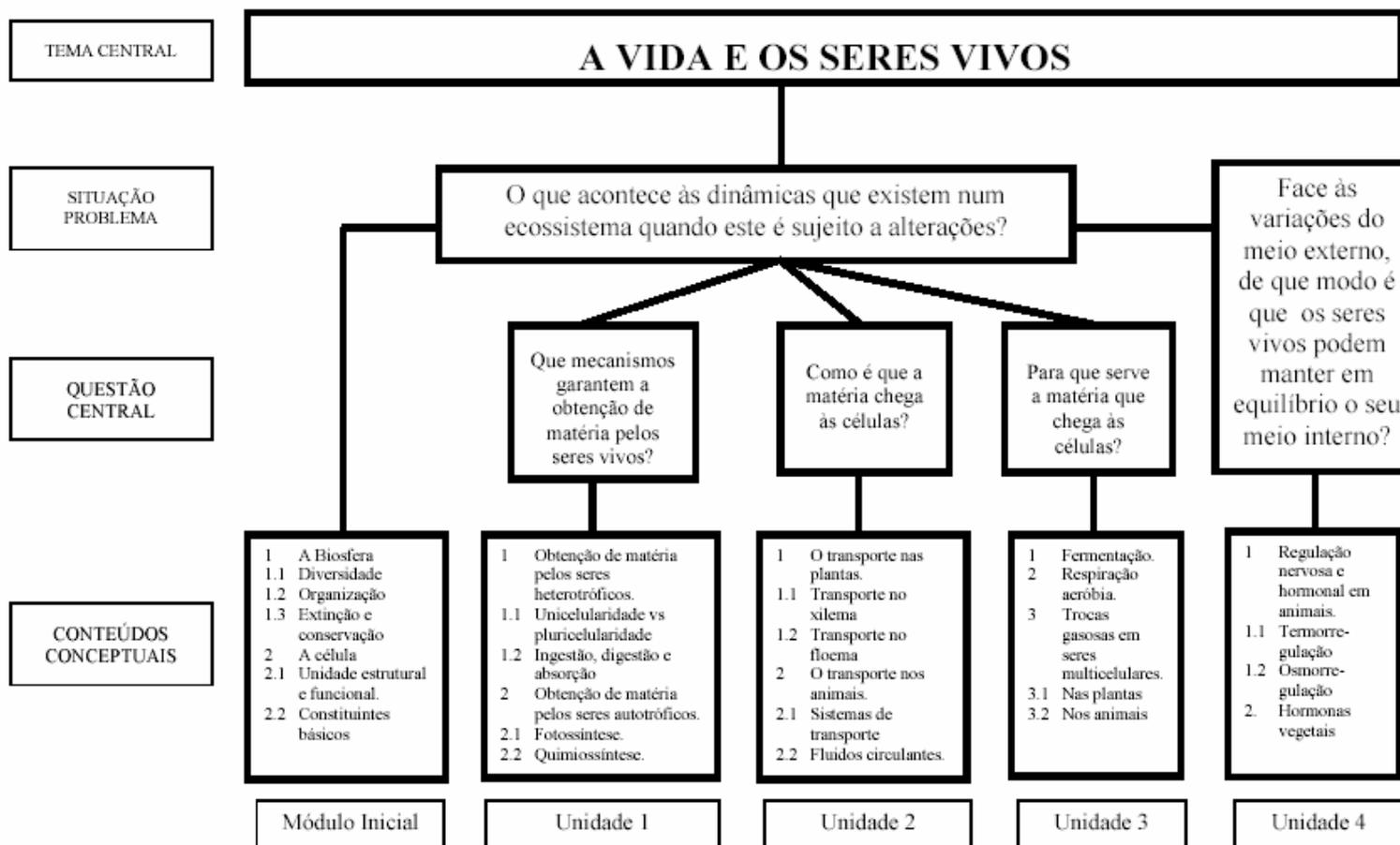
- 
- Séculos XX e XXI*. Tese de mestrado. Braga: Instituto de Estudos da Criança - Universidade do Minho.
- Tortora, G.J., Grabowski, S.R. (2001) *Introduction to the Human Body: The Essentials of Anatomy and Physiology*. (5ª ed), John Wiley & Sons, Inc.
- Turner, S. A., (1997) Children's understanding of food and health in primary classrooms, *in: International Journal of Science Education*, n. 5, 491-508.
- Teixeira, F.M. (2000) What happens to the food we eat? Children's conceptions of the structure and function of the digestive system, *in: International Journal of Science Education*, n. 5, 507-520.
- Teixeira, F., Couceiro, F., Veiga, J. e Martins, I. (1999) A Educação científica veiculada por manuais escolares de estudo do meio do 1ºCEB, no que respeita à reprodução humana, *in: V. Trindade (coord.). Actas do VI Encontro Nacional de Docentes – Educação em Ciências da Natureza*. Évora, pp. 277-288.
- Vasques, M., Matias, O., Martins, P. (2003) *Ciências da Natureza 6, Ciências da Natureza 6º ano, Segundo Ciclo do Ensino Básico*. Areal Editores.

# Anexos

# Anexo 1

Partes do Programa Curricular da disciplina de Biologia e Geologia 10º ano (2001)

## 2.1 MAPA DE EXPLORAÇÃO DO PROGRAMA DE BIOLOGIA 10º ANO



### 2.3 Unidade 1 — OBTENÇÃO DE MATÉRIA

#### Que mecanismos garantem a obtenção de matéria pelos seres vivos?

#### RELAÇÃO ENTRE OS CONTEÚDOS CONCEPTUAIS E A QUESTÃO CENTRAL

##### 1. Obtenção de matéria pelos seres heterotróficos

Os seres heterotróficos necessitam de obter matéria orgânica e não orgânica do seu meio exterior. A membrana celular constitui um importante elemento de controlo das substâncias que se movimentam do meio interno para o meio externo e vice versa.

##### 2. Obtenção de matéria pelos seres autotróficos.

Os seres autotróficos obtêm matéria orgânica produzindo-a através de um processo de síntese, recorrendo a diferentes fontes de energia. A membrana celular constitui um importante elemento de controlo do movimento de substâncias do meio interno para o meio externo e vice versa.

Conteúdos Conceptuais	Conteúdos Procedimentais	Conteúdos Atitudinais	Recordar e/ou Enfatizar	Evitar	Conceitos / Palavras Chave	Número de aulas previstas
1. Obtenção de matéria pelos seres heterotróficos 1.1 Unicelularidade vs pluricelularidade 1.2 Ingestão, digestão e absorção	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planificar e realizar actividades práticas.</li> <li>Recolher, organizar e interpretar dados de natureza diversa (laboratoriais, bibliográficos, <i>internet</i>,...) sobre estratégias de obtenção de matéria por diferentes seres heterotróficos.</li> <li>Interpretar procedimentos experimentais simples.</li> <li>Interpretar processos de transporte ao nível da membrana, de modo a compreender a sua importância para a manutenção da integridade celular.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Valorizar processos críticos de selecção de informação.</li> <li>Evitar transcrever de forma sistemática a informação recolhida para apresentação.</li> <li>Reconhecimento que a complexidade dos sistemas de obtenção de matéria resulta de processos de evolução.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>O conceito de heterotrofia.</li> <li>Os organelos envolvidos no movimento de substâncias através da membrana celular e no seu processamento no meio interno.</li> <li>Os conceitos de endocitose e exocitose.</li> <li>A distinção e complementaridade dos conceitos de ingestão, digestão e absorção</li> <li>O estudo comparativo da digestão extracelular, em cavidades gastrovasculares (p. ex. hidra), em tubos digestivos incompletos (p.ex. planária) e completos de diferente complexidade (p. ex. minhoca e homem).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudo exaustivo da evolução histórica dos modelos da ultraestrutura da membrana celular.</li> <li>Estudo pormenorizado da morfologia dos sistemas digestivos.</li> </ul>	Seres heterotróficos Absorção Ultraestrutura da membrana celular Osmose Difusão Transporte facilitado Transporte activo Ingestão Fagocitose Pinocitose Digestão intracelular Vacúolo digestivo Lisossoma Reticulo endoplasmático Complexo de Golgi Enzima Digestão extracelular Cavidade gastrovascular Tubo digestivo	5
2. Obtenção de matéria pelos seres autotróficos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Organizar e interpretar dados sobre estratégias de obtenção de matéria.</li> <li>Interpretar dados experi-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reconhecimento da importância dos processos de autotrofia na hierarquia alimentar dos ecossistemas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A noção de autotrofia</li> <li>A fotossíntese como um processo de transformação de energia luminosa em</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>O estudo aprofundado das reacções bioquímicas que se processam</li> </ul>	Seres autotróficos Fotossíntese	4

Conteúdos Conceptuais	Conteúdos Procedimentais	Conteúdos Atitudinais	Recordar e/ou Enfatizar	Evitar	Conceitos / Palavras Chave	Número de aulas previstas
2.1 Fotossíntese 2.2 Quimiossíntese	mentais de modo a compreender que os seres autótrofos sintetizam matéria orgânica na presença de luz.		energia química, que necessita da presença de pigmentos de captação de luz. <ul style="list-style-type: none"> <li>O cloroplasto, como organito no qual ocorre a fotossíntese.</li> <li>Referência a organismos fotoautótrofos que não sejam plantas, e a organismos quimióautótrofos.</li> </ul>	nas fases fotoquímica e química. <ul style="list-style-type: none"> <li>O estudo da ultraestrutura do cloroplasto.</li> </ul>	Cloroplasto Pigmentos fotossintéticos Quimiossíntese	

#### SUGESTÕES METODOLÓGICAS:

Organização de actividades de pesquisa e discussão orientadas por questões (p. ex. Que estratégias utilizam os seres heterótrofos para obter matéria? Como mobilizar matéria do meio externo para o interno?; Como é que um ser resiste às suas próprias enzimas digestivas?; Que processos asseguram o transporte de substâncias através das membranas celulares?). A gestão dos trabalhos de pesquisa deve assegurar a análise e comparação de estratégias digestivas utilizadas por seres com diferentes graus de complexidade. Se possível deverão ser explorados casos de seres identificados nos locais estudados no Módulo Inicial.

O estudo dos processos de endo e exocitose deve incluir a interpretação de imagens (fotografias, vídeo ou observação *in vivo*) de microscopia óptica e actividades de discussão, esquematização e sistematização. Tal deverá permitir visitar, reconstruir e enriquecer a concepção de célula do aluno.

No estudo dos processos de transporte ao nível da membrana celular, suas características, potencialidades e limitações, a ultraestrutura da membrana e a natureza das substâncias a transportar devem servir como fio articulador e integrador. O estudo destes conteúdos proporciona a planificação e execução de actividades laboratoriais simples, pelos alunos, que podem ser concebidas com diferentes graus de abertura. Como exemplo sugere-se a observação e interpretação, em tempo real, de variações do volume vacuolar de células vegetais (epitélio do bolbo da cebola, epiderme de pétalas...ao MOC) em função da variação da concentração do meio (soluções aquosas de cloreto de sódio, de glicose,...). A utilização de células vegetais com vacúolos corados (pétalas de *Pelargonium*, por exemplo) evita a necessidade de recorrer a processos de coloração específica. No entanto, a necessidade de corar vacúolos com vermelho neutro, permite aprofundar procedimentos básicos de microscopia.

O planeamento e execução de procedimentos laboratoriais, de cariz experimental, que permitam recolher evidências sobre a síntese de matéria orgânica pelos seres autótrofos em presença da luz e detectar (extrair e separar) a presença de pigmentos fotossintéticos. Com material simples poder-se-ão realizar as seguintes actividades: identificação do amido com soluto de lugol, maceração de estruturas fotossintéticas (em algas e/ou plantas), solubilização de pigmentos em álcool (evitar a utilização de solventes tóxicos) e cromatografia em papel.

Pesquisa, sistematização e discussão de dados relativos a processos de quimiossíntese.

## 2.4 Unidade 2 — DISTRIBUIÇÃO DE MATÉRIA

Como é que a matéria chega às células?

## RELAÇÃO ENTRE OS CONTEÚDOS CONCEPTUAIS E A QUESTÃO CENTRAL

## 1. O transporte nas plantas.

As plantas transportam substâncias até às folhas para garantir a síntese de compostos orgânicos e posteriormente esses compostos são distribuídos a todas as células (Xilema e Floema).

## 2. O transporte nos animais.

Nos animais existem mecanismos que asseguram o transporte de matéria a todas as células. Esses sistemas são evolutivamente cada vez mais eficazes.

Conteúdos Conceptuais	Conteúdos Procedimentais	Conteúdos Atitudinais	Recordar e/ou Enfatizar	Evitar	Conceitos / Palavras Chave	Número de aulas previstas
1. O transporte nas plantas. 1.1 Transporte no xilema 1.2 Transporte no floema	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comparar a localização relativa dos tecidos de transporte nos diversos órgãos vegetais.</li> <li>Planificar e executar actividades práticas.</li> <li>Interpretar dados experimentais de modo a compreender as estratégias de transporte que a planta utiliza na distribuição de matéria a todas as suas células.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reconhecimento que a complexidade dos sistemas de transporte resulta de processos de evolução.</li> <li>Desenvolvimento de atitudes responsáveis face aos processos de extracção de fluidos vegetais com fins económicos (p.ex. extracção de resina nos pinhais).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>O transporte nas plantas, enquanto mecanismo que permite a obtenção de substâncias necessárias à síntese de compostos orgânicos e sua posterior distribuição.</li> <li>As hipóteses “Pressão radicular” e “Adesão-coesão-tensão” como mecanismos que explicam os movimentos no xilema.</li> <li>A hipótese “Fluxo de Massa de München” que explica movimentos no floema.</li> <li>Os sistemas radicular, caulinar e foliar, são evidências de adaptações ao meio terrestre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A caracterização estrutural e funcional elementos constituintes dos tecidos de transporte nas plantas.</li> <li>O estudo anatómico das estruturas de raiz, caule e folha.</li> </ul>	<p>Estomas</p> <p>Transpiração Xilema Adesão-coesão-tensão Pressão radicular Floema Fluxo de massa</p>	3
2. O transporte nos animais 2.1 Sistemas de transporte 1.2 Fluidos circulantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recolher, organizar e interpretar dados de natureza diversa (laboratoriais, bibliográficos, <i>internet</i>,...) sobre estratégias de transporte nos animais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Valorização dos avanços científico-tecnológicos ao serviço da medicina, na resolução de defeitos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A comparação estrutural e funcional dos sistemas de transporte: aberto (p. ex. insecto); fechado (p. ex. minhoca).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A descrição exhaustiva da morfofisiologia dos sistemas de transporte dos animais seleccionados.</li> </ul>	<p>Sistemas de transporte abertos e fechados Circulação simples / dupla / completa / incompleta</p>	3

Conteúdos Conceptuais	Conteúdos Procedimentais	Conteúdos Atitudinais	Recordar e/ou Enfatizar	Evitar	Conceitos / Palavras Chave	Número de aulas previstas
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comparar sistemas de transporte em animais de diferentes taxa.</li> <li>• Relacionar as características estruturais e funcionais de diferentes tipos de sistemas circulatórios com a sua eficácia no transporte e distribuição de materiais.</li> </ul>	congénitos nos seres humanos. (p. ex. septo incompleto no coração) e tratamento de doenças..	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A distinção do ponto de vista estrutural e funcional dos sistemas de transporte fechados: simples (p. ex. peixe); duplo incompleto (p. ex., anfíbio) e duplo completo (p. ex., homem).</li> <li>• A linfa e o sangue como fluidos circulantes; a sua função como veículo de transporte e distribuição.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caracterização histológica dos diferentes tipos de vasos.</li> <li>• O estudo dos constituintes do sangue e da linfa (plasma e elementos figurados).</li> </ul>	Fluido circulante Linfa Sangue Artérias Veias Coração	

#### SUGESTÕES METODOLÓGICAS:

“Qual o destino dos compostos orgânicos sintetizados durante a fotossíntese?; Que sistemas de transporte existem nas plantas?; Que mecanismos determinam o transporte de substâncias?; Que implicações biológicas advêm da extracção com fins económicos da seiva de algumas plantas?” Questões como estas devem orientar actividades de pesquisa, interpretação de gráficos,... e laboratoriais simples como as que em seguida se sugerem:

- a montagem de dispositivo laboratorial utilizando planta com pressão radicular evidente (p. ex. tomateiro);

- a exploração da morfologia de folhas de modo a inferir a localização dos feixes vasculares, partir da observação macroscópica de folhas inteiras e em corte; complementar com a observação microscópica de preparações definitivas de cortes transversais (ou sua imagem projectada utilizando câmara de videomicroscopia ou transparências); montagem extemporânea de epiderme de folhas para observar os estomas (esta actividade deve ainda lembrar as estruturas celulares já abordadas, discutindo as razões de cada uma delas poder ou não ser observável neste tipo de material biológico) aproveitando a oportunidade para observar os cloroplastos referidos na unidade anterior.

A localização dos feixes vasculares noutros órgãos deve ser explorada recorrendo a observações de preparações ao microscópio de estruturas primárias de caules e raízes, ou imagens/ esquemas, consoante o tempo e/ ou recursos disponíveis. Estas actividades deverão possibilitar que o aluno integre as informações relativas aos tecidos vasculares nos diversos órgãos vegetais de modo perspectivar a sua funcionalidade na planta como um todo.

Para o estudo dos sistemas de transporte nos animais, sugere-se a organização de actividades de pesquisa e discussão orientadas por questões, como por exemplo, “Que mecanismos de transporte utilizam os animais para distribuir substâncias no seu corpo?; Que características determinam a eficácia dos sistemas de transporte?; Que anomalias congénitas/doenças podem comprometer a eficácia do sistema?; Que respostas científico-tecnológicas dispomos para minorar/corrigir esses problemas?”

As actividades práticas poderão incluir a utilização de mapas e/ou modelos anatómicos relativos a animais de diferentes taxa. Poder-se-á recorrer, também, à dissecação de órgãos (por ex. corações) ou seres vivos.

## 2.6 Unidade 4 — REGULAÇÃO NOS SERES VIVOS

**Face às variações do meio externo, de que modo é que os seres vivos podem manter em equilíbrio o seu meio interno?**

### RELAÇÃO ENTRE OS CONTEÚDOS CONCEPTUAIS E A SITUAÇÃO-PROLEMA

#### 1. Regulação nervosa e hormonal em animais.

Os animais possuem mecanismos electroquímicos que permitem, dentro de certos limites, o controlo da temperatura corporal e mecanismos químicos, hormonais, que possibilitam, entre outros aspectos, a regulação da pressão osmótica no interior do organismo.

#### 2. Hormonas vegetais.

As plantas possuem mecanismos hormonais (giberelinas, auxinas, etileno,...), que determinam o seu movimento, crescimento e desenvolvimento.

Conteúdos Conceptuais	Conteúdos Procedimentais	Conteúdos Atitudinais	Recordar e/ou Enfatizar	Evitar	Conceitos / Palavras chave	Número de aulas previstas
1. Regulação nervosa e hormonal em animais. 1.1 Termorregulação 1.2 Osmorregulação	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recolher, organizar e/ou interpretar dados de natureza diversa (laboratoriais, bibliográficos, internet, media,...) sobre termorregulação e osmorregulação.</li> <li>Compreender circuitos de retroalimentação (regulação térmica no homem).</li> <li>Distinguir organismos osmorreguladores de osmoconformantes.</li> <li>Explicar o mecanismo de regulação hormonal da hormona antidiurética (ADH).</li> <li>Distinguir regulação por impulsos electroquímicos de regulação química.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desenvolvimento de atitudes responsáveis face a intervenções humanas, nos ecossistemas, susceptíveis de afectarem os mecanismos de termo e osmorregulação dos animais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Os animais endotérmicos existem sistemas homeostáticos complexos que envolvem circuitos de retroalimentação.</li> <li>A regulação da temperatura interna envolve alterações fisiológicas e comportamentais.</li> <li>O impulso nervoso/ neurotransmissor como sinal electroquímico cujas vias de comunicação são os neurónios/ sinapses/ nervos.</li> <li>Exemplos de seres osmorreguladores e osmoconformantes: peixes de água doce e salgada, aves marinhas e seres terrestres.</li> <li>A noção de regulação hormonal, utilizando o exemplo da ADH, e de comunicação interna por sinais químicos.</li> <li>A salinidade e a temperatura como factores limitantes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abordagem exaustiva de casos de endo e exotermia.</li> <li>Descrição dos mecanismos fisiológicos de vasodilatação e vasoconstricção.</li> <li>Estudo anatómico do sistema nervoso.</li> </ul>	Termorregulação Homeotermia / Endotermia Poiquilotermia / Exotermia Vasodilatação Vasoconstricção Trocas de calor Homeostasia Sistema aberto/fechado Retroalimentação positiva e negativa Neurónio Nervo Impulso nervoso Neurotransmissor Hormona (ADH) Osmorregulação Osmorregulador Osmoconformante  Factor limitante	6

Conteúdos Conceptuais	Conteúdos Procedimentais	Conteúdos Atitudinais	Recordar e/ou Enfatizar	Evitar	Conceitos / Palavras chave	Número de aulas previstas
2. Hormonas vegetais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conceber, realizar e interpretar procedimentos experimentais simples.</li> <li>• Recolher, organizar e interpretar dados de natureza diversa (laboratoriais, bibliográficos, <i>internet</i>,...) sobre hormonas vegetais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avaliação crítica de processos em que se utilizam hormonas vegetais com fins económicos nas explorações agrícolas (desenvolvimento e maturação de frutos; hortofloricultura, ...).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existência de substâncias químicas que afectam o desenvolvimento e o metabolismo das plantas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudo exaustivo de todas as hormonas vegetais e seus efeitos.</li> </ul>	Hormona vegetal (p. ex. auxinas, giberelinas e etileno)	3

#### SUGESTÕES METODOLÓGICAS:

Exploração da termo e osmorregulação a partir de trabalho de pesquisa e discussão orientada por questões do tipo das seguintes: “Que mecanismos permitem aos animais regular a temperatura corporal?; De que forma os animais conseguem manter a pressão osmótica do seu meio interno?; Que modificações ambientais podem pôr em causa o equilíbrio interno do organismo?”

Sistematização, por aluno ou grupo de alunos, seguida de debate alargado à turma, dos seguintes tópicos:

- processos de regulação térmica em diferentes animais (p. ex. insectos, reptéis, aves e mamíferos); o caso humano é obrigatório; sempre que possível tomar como exemplo os animais que foram identificados no módulo inicial;
- processos de regulação osmótica em diferentes animais (p. ex. minhoca, peixes, aves e mamíferos); o caso humano é obrigatório (ADH); sempre que possível tomar como exemplo os animais que foram identificados no módulo inicial;
- comparação dos processos de regulação nervosa e hormonal;
- alterações ambientais com impacto ao nível dos processos de regulação dos animais. Tanto quanto possível analisar casos passíveis de acontecerem no ecossistema, objecto de estudo, seleccionado no módulo inicial.

Planeamento e execução de procedimentos laboratoriais, de cariz experimental, que permitam recolher evidências sobre o efeito de hormonas vegetais. Actividades que envolvem processos de maturação de frutos e abscisão de folhas por acção do etileno, podem ser realizadas em laboratório com material simples.

Pesquisa e debate orientados por questões do tipo das seguintes: “De que modo os conhecimentos sobre fito-hormonas permitem tomar decisões relativas a processos de controlo e desenvolvimento de culturas vegetais e distribuição de alimentos?; Como regular a germinação de sementes? E o crescimento dos caules?; Como podemos ter uma determinada flor o ano inteiro?; Como controlar a frutificação e a maturação dos frutos? Que riscos para a saúde pública podem decorrer da utilização sistemática de hormonas vegetais?”

# Anexo 2

Este questionário insere-se num estudo sobre o ensino da Biologia Humana no Ensino Básico no qual gostaríamos que a (o) colega colaborasse.

**Agrupamento de ingresso na Universidade:**

- Científico-Natural     Económico-Social  
 Artes     Humanidades

**Data:** \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**Idade:** \_\_\_\_ anos

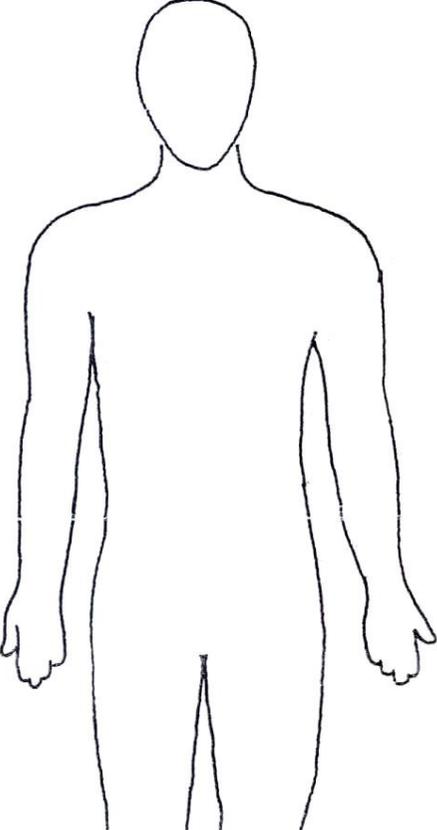
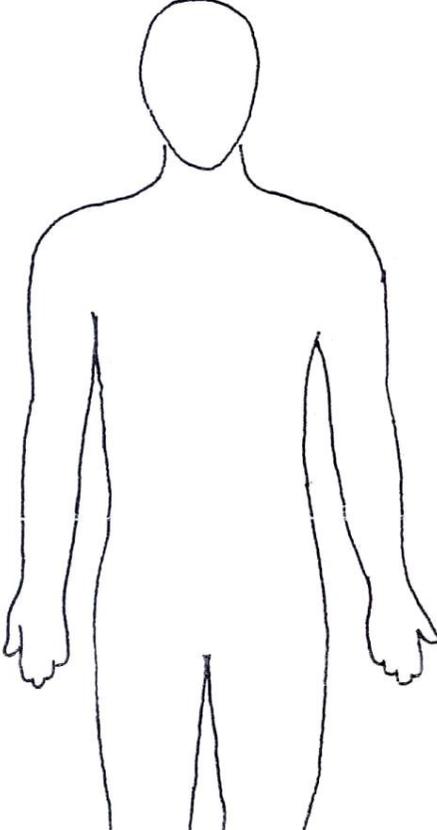
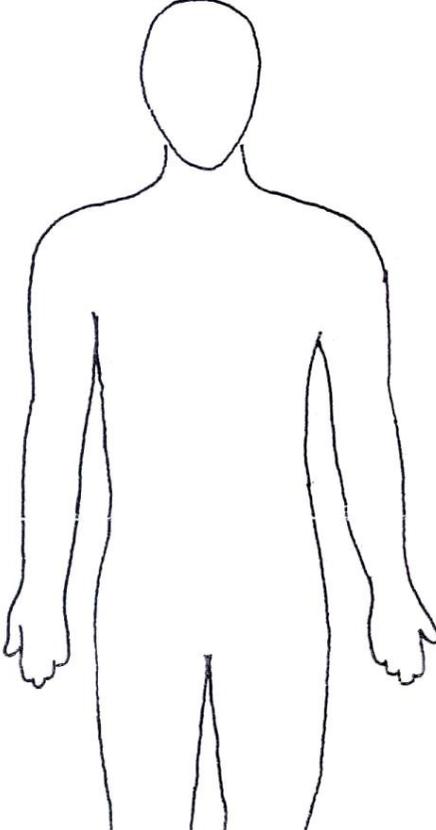
**Sexo:**  Fem.     Masc.

**Nível de Ensino:**  1ºciclo

2ºciclo     3ºciclo

**Tempo de serviço:** \_\_\_\_\_

**Habilitações para o Ensino** \_\_\_\_\_

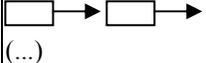
<p>O pequeno diamante do seu anel cai-lhe no prato. Sem querer... engole-o!  <b>Desenhe o trajecto que o diamante fará no seu corpo.</b>  <i>Não esqueça a legenda.</i></p>	<p>Está com fome, e come uma maçã com casca e sementes.  <b>Desenhe o trajecto destes constituintes da maçã no seu corpo.</b>  <i>Não esqueça a legenda.</i></p>	<p>Está com sede e bebe um litro de água.  <b>Desenhe o trajecto que esse litro de água fará no seu corpo.</b>  <i>Não esqueça a legenda.</i></p>
		

**Muito Obrigada pela colaboração!**

# Anexo 3

## Categorization of the three apparatus

Subcategories for the digestive apparatus – <b>D0</b>										
	Free-food (Without any structures represented)	Sac not linked	Open sac not linked	Sac linked to mouth	Open tube in the abdomen	Line mouth- anus	Tube mouth- anus	Line mouth- anus with “stomach”	Tube mouth- anus with “stomach”	Others
Draw	<b>D01</b>	<b>D02</b>	<b>D03</b>	<b>D04</b>	<b>D05</b>	<b>D06</b>	<b>D07</b>	<b>D08</b>	<b>D09</b>	<b>D010</b>

Subcategories for the digestive apparatus – <b>D1</b>						
	Linear intestines	Large intestine with curvature	Large intestine with curvature – 2 connections with the small intestine	Intestines with confusion	Liver connected to the digestive tube	Others
Draw	<b>D10</b>	<b>D11</b>	<b>D12</b>	<b>D13</b>	<b>D14</b>	<b>D15</b>
Separated organs	<b>D10s</b>	<b>D11s</b>	<b>D12s</b>	<b>D13s</b>	<b>D14s</b>	---
 (...)	<b>D1d</b>				<b>D14d</b>	---
Text	<b>D1t</b>				<b>D14t</b>	---

## Legend

Digestive apparatus		
- Mouth	- Duodenum	- Salivary glands
- Oesophagus	- Appendix	- Liver
- Stomach	- Colon	- Pancreas
- Intestines	- Rectum	
- Small intestine	- Anus	
- Large intestine		

**Nota:** Para o nosso trabalho traduzimos as categorias para português e substituímos a letra **E** pela letra **U**, para designar o sistema urinário.

	Subcategories for the Excretory Apparatus – E						
	Only urinary orifice	Bladder with or without urethra	Bladder + kidneys with ureters	Bladder + kidneys without ureters	Only kidneys	With sanguine vessels linked to the kidneys (school books)	Others
Draw	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>	<b>E4</b>	<b>E5</b>	<b>E6</b>	<b>E7</b>
Separated organs	<b>E1s</b>	<b>E2s</b>	<b>E3s</b>	<b>E4s</b>	<b>E5s</b>	<b>E6s</b>	---
 (...)	<b>E1d</b>	<b>E2d</b>	<b>E3d</b>	<b>E4d</b>	<b>E5d</b>	<b>E6d</b>	---
Text	<b>E1t</b>	<b>E2t</b>	<b>E3t</b>	<b>E4t</b>	<b>E5t</b>	<b>E6t</b>	---

<b>Penis identification</b>	<b>Others</b>
- Yes - No	Ex. Vagina

## Legend

<b>Excretory apparatus</b>
- Urinary orifice - Urethra - Bladder - Ureters - Kidneys - Nephron - Glomerulus

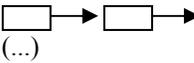
	Subcategories for the circulation – <b>C0</b>				
	Blood like patches	Blood through all the body	Lines through all the body without the idea of closed circulation	Arrows through all the body	Others
Draw	<b>C01</b>	<b>C02</b>	<b>C03</b>	<b>C04</b>	<b>C05</b>

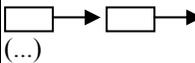
	Subcategories for the circulation – <b>C1</b>			
	A symbolic blood vessel	Blood vessels connecting the digestive tube and the kidneys	Several blood vessels with the idea of closed circulation	Others
Draw	<b>C10</b>	<b>C11</b>	<b>C12</b>	<b>C13</b>
Separated organs	<b>C10s</b>	<b>C11s</b>	<b>C12s</b>	---
 (...)	<b>C1d</b>			---
Text	<b>C1t</b>			---

Subcategories for the circulation – <b>C2</b>	
Draw	<b>C2</b> (Arrows symbolising the absorption)
Separated organs	<b>C2s</b>
 (...)	<b>C2d</b>
Text	<b>C2t</b>

	Subcategories for the <u>heart</u> - <b>H</b>		
	Without heart	Heart – no connection	Heart – with connection
Draw	<b>H0</b>	<b>H1</b>	<b>H2</b>

Legend
<b>Circulatory apparatus</b>
- Heart
- Blood vessels
- Arteries
- Veins
- Capillaries
- Lymphatic vessels

	Subcategories for the continuity: digestive tube-urinary apparatus (1 orifice)– <b>A0</b>							
	Digestive tube – urinary orifice	Digestive tube – bladder	Digestive tube – kidneys - bladder	Digestive tube – kidneys	Digestive tube – bladder + blood	Digestive tube – kidneys - bladder + blood	Digestive tube – kidneys + blood	Others
Draw	<b>A01</b>	<b>A02</b>	<b>A03</b>	<b>A04</b>	<b>A05</b>	<b>A06</b>	<b>A07</b>	<b>A08</b>
Separated organs	<b>A01s</b>	<b>A02s</b>	<b>A03s</b>	<b>A04s</b>	<b>A05s</b>	<b>A06s</b>	<b>A07s</b>	---
 (...)	<b>A01d</b>	<b>A02d</b>	<b>A03d</b>	<b>A04d</b>	<b>A05d</b>	<b>A06d</b>	<b>A07d</b>	---
Text	<b>A01t</b>	<b>A02t</b>	<b>A03t</b>	<b>A04t</b>	<b>A05t</b>	<b>A06t</b>	<b>A07t</b>	---

	Subcategories for bifurcation – <b>B</b>			
	Bif. from the intestine	Bif. from the stomach	Bif. from the oesophagus	Others
Draw	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>B3</b>	<b>B4</b>
Separated organs	<b>B1s</b>	<b>B2s</b>	<b>B3s</b>	---
 (...)	<b>B1d</b>	<b>B2d</b>	<b>B3d</b>	---
Text	<b>B1t</b>	<b>B2t</b>	<b>B3t</b>	---

Macro – Categories						
Continuity: digestive app. – excretory and/ or circulatory app. (1 orifice)	Bifurcation (2 orifices)	Only digestive apparatus (1 orifice)	Only excretory apparatus (1 orifice)	Digestive app. + excretory app. (2 orifices)	Digestive app. + circulatory app. (1 orifice)	Digestive app. + circulatory app. + excretory app. (2 orifices)
<b>A</b>	<b>B</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>DE</b>	<b>DC</b>	<b>DCE</b>