

INTRODUÇÃO

O presente trabalho, *Concepções prévias, mudança conceptual e obstáculos de aprendizagem em alunos do 1º CEB sobre excreção urinária*, realiza-se no âmbito do Mestrado em Estudos da Criança: Promoção da Saúde e do Meio Ambiente, do Instituto de Estudos da Criança, Universidade do Minho.

Este estudo tem como objectivo conhecer e classificar as concepções prévias e as dificuldades de aprendizagem que os alunos do 1º Ciclo do Ensino Básico (CEB) apresentam na interpretação de fenómenos relacionados com a função de excreção e com o funcionamento e estrutura do aparelho urinário, num dado contexto físico e psicossocial (meio urbano). Para tal, o estudo envolveu alunos dos quatro anos de escolaridade, tendo sido necessário conhecerem-se as concepções prévias dos alunos, antes do ensino formal que só ocorre no 3º Ano de escolaridade, as concepções adquiridas como resultado imediato das aprendizagens destas matérias no 3º Ano, e ainda o resultado destas aprendizagens a médio prazo, isto é, um ano após o ensino formal, no 4º Ano de escolaridade.

Tendo em conta a natureza e a especificidade desta temática e a idade dos alunos do 1º CEB, os professores recorrem, frequentemente, à apresentação de imagens presentes em manuais. Por isso, aplicou-se, na recolha de dados, um questionário que possibilitou a aplicação da técnica de expressão por desenho, complementada por expressão verbal, tanto textual como oral, já que vários autores referem que aquele recurso pode constituir fonte de incorrecções ou reforço das suas concepções alternativas (em vez de ajudar a mudá-las ou a reestruturá-las) e que os alunos com dificuldades de aprendizagem consultam mais vezes as imagens do que o texto escrito (Reid, citado por Pérez de Eulate e Câmara, 1999).

Pretende-se, também, conhecer os conteúdos programáticos, bem como o produto da transposição didáctica, que abordam comportamentos de saúde relativamente ao aparelho urinário e/ou à função excretora, analisando as informações veiculadas pelos manuais adoptados. Assim, é pertinente conhecer as concepções veiculadas por estes manuais e assimiladas pelos alunos para saber se influenciam as aprendizagens, isto é, se poderão constituir obstáculos de aprendizagem.

O tema apresentado enquadra-se na área de Estudo do Meio, concretamente na disciplina de Biologia Humana, tendo como tema transversal a Educação para a Saúde. Os temas transversais desenvolvem, conseqüentemente, competências

transversais que são as competências de formação ao longo da vida e que irão possibilitar o desenvolvimento de estratégias cognitivas sociais, isto é, processos de acesso ao conhecimento que tornam o aluno mais activo e autónomo e, ainda, processos que facilitam a transferência das aprendizagens.

Uma das finalidades do presente estudo é conseguir despertar o interesse dos profissionais da educação, em especial os docentes do 1º CEB, para a importância das concepções prévias dos alunos face à construção do conhecimento e alertar para a existência de obstáculos epistemológicos e didácticos com implicações no processo de ensino-aprendizagem, sendo reconhecidos os efeitos regressivos e persistentes ao longo da escolaridade, contrariando uma perspectiva de ensino assente numa visão dogmática das Ciências.

Ao desenvolver-se este estudo, pretendeu-se aprofundar algumas questões pedagógicas, científicas e didácticas que parecem fundamentais para um melhor conhecimento da actualidade educativa sobre a abordagem deste tópico, pois, embora haja sempre lacunas a apontar à escola, no que respeita à Educação em Ciências ela tem, para a generalidade dos indivíduos, um papel fundamental. Com efeito, a maioria dos conceitos da Ciência são contra-intuitivos e precisarão de um sistema formal de ensino para serem aprendidos, logo, os currículos e programas da escolaridade obrigatória devem incidir em temas e conceitos seleccionados pelo seu interesse hoje do ponto de vista pessoal, social e cultural e que constituam uma boa base para o saber no futuro.

Deseja-se que, perante este estudo, os professores reflectam sobre a importância da área de Estudo do Meio, concretamente sobre os tópicos de Biologia Humana, e que considerem que este trabalho de investigação representa um outro olhar sobre a Didáctica das Ciências ao serviço da Educação em Ciências, assumida que é a sua importância para todos na formação global, e sobre o papel da escola quanto à forma de a desenvolver ao longo da escolaridade básica. Ora, se se pode dizer que a Escola não é o único lugar para a aprendizagem, as vias de acesso à informação e formação são diversas e algumas delas pelas suas características bem mais cativantes da atenção e interesse de crianças e jovens, ela terá de ser, seguramente, um lugar de eleição das aprendizagens, em particular daquelas que exigem actividades estruturadas.

O presente trabalho encontra-se dividido em quatro capítulos. O primeiro, denominado *Enquadramento Teórico*, faz referência a uma vasta literatura, que lhe

serve de suporte, sobre aspectos relacionados com a educação e promoção da saúde, anátomo-fisiologia do aparelho urinário, a abordagem do tópico no 1º CEB, o paradigma construtivista, concepções prévias, aprendizagem e mudança conceptual e, por último, o papel do professor na mudança conceptual.

O segundo capítulo, *Metodologia*, aborda a selecção da metodologia, o instrumento e a recolha de dados, a amostra e o procedimento tido na recolha de dados e, finalmente, a análise dos resultados: categorização e estatística.

O terceiro capítulo, *Resultados*, apresenta a categorização das respostas e a análise dos resultados por ano de escolaridade relativa a cada questão.

Por último, o trabalho é concluído com o capítulo final intitulado *Discussão e Conclusões*, com o intuito de discutir e reflectir acerca dos resultados e conclusões atingidas, assim como, proceder a uma síntese avaliativa deste estudo bem como ao seu potencial contributo face à prática educativa.

Em suma, este estudo poderá, num futuro próximo, ser útil na identificação de padrões de dificuldade na aprendizagem da Biologia Humana que possam contribuir para o conhecimento, ainda controverso, sobre a forma como as crianças constroem o seu conhecimento em assuntos de Biologia Humana, podendo vir a constituir um bom instrumento de trabalho e até de referência para professores, e certamente o será, pelo menos, para quem desenvolveu este trabalho de investigação.

Neste sentido, o desenvolvimento profissional dos professores é fundamental, sendo de especial importância a actualização permanente, a troca de experiências e a identificação das próprias concepções de ensino e de Ciência.

CAPÍTULO I

ENQUADRAMENTO TEÓRICO

1.1 Educação e promoção da saúde

Quando se reflecte sobre Educação e sobre Saúde rapidamente se repara que estas duas dimensões abrangem um único domínio definido pela mesma finalidade: **contribuir para o desenvolvimento da sociedade entendido como melhor bem-estar para todos os cidadãos.**

A Promoção de Saúde é o processo que visa criar condições para que os indivíduos, as famílias, os grupos e as populações adquiram as capacidades que lhes permitam controlar a sua saúde e agir sobre os factores que a influenciam (Navarro, 1991).

Enquadrando o conceito de Promoção de Saúde na vida das pessoas, como refere Carrondo (1999, p.90), estas podem gerir a sua saúde, controlando ou actuando sobre os factores que a influenciam, desde que:

*“- tenham ao seu dispor informação clara, simples, mas rigorosa;
- desenvolvam todas as suas capacidades cognitivas, afectivas, psicomotoras e sensoriais, assim como as suas competências sociais.”*

Este processo tem como objectivo o desenvolvimento das pessoas, aumentando os seus factores protectores (recursos gerais de resistência), através de um forte sentido de coerência, que dá às pessoas a facilidade de ler a realidade interna e externa (entender), em encontrar recursos e em se tornar disponíveis para se envolver na resolução dos problemas, o que leva à responsabilização pela sua saúde, pela saúde das suas famílias e de toda a comunidade de que fazem parte (Carrondo, 1999).

Segundo Tones (1986, citado por Navarro, 1991), este novo conceito de Promoção da Saúde adapta-se bem aos de Saúde e Educação pois pode tomar como ponto de partida qualquer tipo de situação, independentemente do nível de saúde que a caracterize e tem aplicação em todos os contextos sociais, porque a sociedade e todos os indivíduos que a constituem possuem capacidades e potencialidades que é sempre possível desenvolver. Refere-se, a título de exemplo, os grupos de entreatajuda, organizados por indivíduos portadores de doença crónica, cuja finalidade é encontrarem, em conjunto, numa potenciação mútua de capacidades, um caminho para se sentirem progressivamente mais felizes.

O Processo Educativo, como defende Navarro (1991), é todo o trabalho que visa proporcionar ao indivíduo e aos grupos a aprendizagem que lhes permita confrontar-se positivamente com o meio de forma responsável e eficiente:

* Aprender será a modificação que se produz no interior das pessoas e dos grupos em termos de comportamentos assumidos conscientemente e com autonomia.

* Aprende-se toda a vida quer em situações formais de aprendizagem (sistema educativo, trabalho, etc.), quer informalmente, no quotidiano e, neste caso, aprende-se tanto mais quanto mais se estiver consciente do valor desta aprendizagem.

* Num processo de aprendizagem mobilizam-se capacidades dos domínios cognitivo (memória, associação, comparação, etc.), afectivo (interesse, prazer, motivação, auto-estima, etc.), psicomotor e sensorial (sentidos, capacidade proprioceptiva, etc.) e sociais (comunicação, aceitação dos outros, cooperação, etc.).

Esta dinâmica de aprendizagem não é senão a dinâmica da vida.

Andrade (1995), refere que o sucesso em Saúde traduz-se na capacidade de cada um avaliar a sua saúde e a do seu grupo e identificar os factores que a influenciam; agir no sentido de potenciar os factores favorecedores; analisar/avaliar a função e os resultados dos serviços de saúde e propor-se colaborar com eles.

O sucesso em educação formal, como refere Navarro (1991), resulta na possibilidade de atingir as metas propostas pelo sistema educativo e, sobretudo, desenvolver apetência para uma aprendizagem constante em situações formais e informais.

Neste sentido, torna-se indispensável repensar as práticas de saúde e educação, de forma a encontrar vias que permitam às crianças e jovens agirem como sujeitos activos do seu próprio desenvolvimento e assumirem protagonismo directo na promoção da saúde das suas famílias e da comunidade onde vivem.

Tal como refere Navarro (1991), a Educação para a Saúde enquadra-se nos seguintes pontos:

» são todas as actividades educacionais que concorrem para atingir a finalidade social de desenvolvimento individual e comunitário, como forma de promover bem-estar;

» que, para isso, utilizam processos de trabalho do tipo iniciativa de orientação pessoal, e de tipo apropriativo, centrados na inserção social;

» actividades que conduzem a que, enquanto se processa a apropriação da informação sobre saúde, se promova, ao mesmo tempo, o desenvolvimento de capacidades cognitivas, afectivas, psicomotoras, sensoriais e sociais, possibilitando

o crescimento dos participantes em autonomia e em sentido de responsabilidade, habilitando-os a intervir sobre a realidade de forma cada vez mais empenhada e adequada.

Esta posição afasta-se definitivamente de todos os processos que são planeados para atingir apenas objectivos de informação. Perseguir, exclusivamente, este tipo de objectivos pode ser útil e tem o seu lugar naquilo a que se pode chamar informação de massas, em saúde, porém não deve ser confundido com Educação para a Saúde.

“A Educação para a Saúde não é a vulgarização do conhecimento do médico, nem subproduto da publicidade, mas um impulso à participação efectiva da autogestão da saúde, no contexto das realidades quotidianas e face aos desafios do nosso tempo (Poulizac, 1984, citado por Navarro, 1991, p. 26).”

Segundo Tones (1986, citado por Navarro, 1991, p.27),

“A educação para a saúde promove o conhecimento relacionado com a saúde, pode produzir alterações no modo de reflectir sobre a realidade, pode alterar crenças e atitudes facilitando a aquisição de capacidades e pode gerar alterações de comportamento e de estilos de vida, entendidos estes como interacção entre comportamentos e condições de ambiente.”

Carvalho (2002), considera que as escolas foram desde cedo reconhecidas como locais privilegiados para a identificação das necessidades de saúde das crianças, uma vez que constituem meios-locais onde é possível encontrar toda uma população infantil proveniente das mais diversas condições sócio-culturais e económicas. Assim, o serviço de saúde e a escola podem complementar-se no desenvolvimento de acções e informar e responsabilizar os indivíduos para a aquisição de uma mentalidade crítica para identificar e eliminar os riscos para a saúde. E, nesta tarefa, a escola, como diz Andrade (1995), está em situação privilegiada, graças à precocidade com que pode facilitar a aquisição de hábitos de vida saudáveis. *“Não se pode ignorar a relação do sucesso escolar com a saúde, o bem-estar e os estilos de vida na infância e na juventude”* (Andrade, 1995, p.5).

Como Saúde e Educação são domínios da vida, as respectivas referências/indicadores decorrem dos que para a vida forem formulados, ao longo de cada percurso de vida individual e colectiva. É claro que cada um de nós desenvolve uma noção de saúde através da própria experiência de vida e também é claro que cabe a cada um de nós tomar conta da sua saúde. Todavia, só será possível se formos capazes de enveredar por atitudes conscientes de forma a podermos usufruir de um bem-estar constante.

Assim, como refere Nerici (1986, citado por Navarro, 1999, p.17), se se aceitar que a **Educação** é *“o processo que visa desenvolver as capacidades cognitivas, afectivas, psicomotoras e sensoriais e as competências sociais dos indivíduos para que estes se possam relacionar positivamente com o meio, modificando-o quando necessário”*, então ter-se-á concluído que os modelos tradicionais de Educação para a Saúde, definitivamente, não são nem movimento para melhor saúde e muito menos educação.

O Programa Escolas Promotoras de Saúde (EPS), promovido pela Organização Mundial de Saúde (OMS), estabelece a relação entre Promoção de Saúde e Educação fundamentando-se essencialmente no facto de que comportamentos saudáveis se estabelecem mais facilmente quando construídos na infância, o que é também reconhecido por Navarro (1999, p.24), *“o certo é que ele veio abrir caminho para que a escola se envolva na VIDA dos seus alunos e assim possa concretizar melhor a sua função educativa.”*

Esta autora considera ainda que não se pode classificar de EPS aquela escola que *“se limita a introduzir nos curricula ou no trabalho extra-curricular temas ditos de Saúde ou que transforma a Área-Escola em 20 ou 30 horas de “lições” sobre alimentação, acidentes ou qualquer doença (Navarro, 1999, p.26).”*

Neste sentido, Carmen (1996, p.14), considera que os módulos temáticos mais relevantes de Educação para a Saúde, entendida com base numa concepção global e ecológica da saúde, podem ser do tipo *“O Cuidado pessoal e ambiental”, “O equilíbrio pessoal”, “Os problemas da sociedade de consumo e sua influência na saúde”, “A alimentação saudável e solidária com o meio”, “A promoção de estilos de vida saudáveis”*. Esta selecção de tópicos, como qualquer outra planeada por uma equipa de professores, não pretendendo constituir uma nova disciplina apenas conteúdos de saúde que devem ser relacionados com os conteúdos das áreas disciplinares. Isto permite organizar um currículo transversal de Educação para a Saúde coerente em si mesmo, com os seus objectivos, conteúdos e estratégias de aprendizagem, o qual deve ser progressivo e ir aumentando a sua complexidade ao longo do percurso educativo, dos ciclos e cursos.

Assim, Escola Promotora de Saúde é aquela que evidencia pela forma como se organiza e como funciona, que se encontra a caminhar, de forma inovadora, em direcção ao sucesso educativo dos alunos que a frequentam o que significa *“que se*

*preocupa com a potenciação do **sentido de coerência** de todos os que nela VIVEM (Navarro, 1999, p.26)."*

Carvalho (2002), refere que a **Educação para a Saúde** e a **Literacia para a Saúde** são ferramentas fundamentais para o processo de capacitação (ou *empowerment*) das populações, essenciais também para que os indivíduos adquiram competências para saberem tratar da sua saúde e podê-la melhorar no seu dia-a-dia. Neste sentido, a Educação para a Saúde deverá constituir uma preocupação na implementação do processo de educação, pressupondo uma clara definição de intenções educativas a nível dos conteúdos, estratégias e actividades de ensino-aprendizagem.

Neste sentido, as escolas podem ter um papel importante na implementação de estratégias de educação para a Promoção da Saúde. Podem participar na identificação dos problemas e no estabelecimento das questões prioritárias, na selecção de estratégias de intervenção, na avaliação dos programas e sua concretização.

1.2 Balanço Hídrico e aparelho urinário

Todas as células no interior do seu organismo são banhadas por fluidos, o que lhes permite viver num meio relativamente estável apesar de se registarem variações no meio externo. Foi o famoso fisiologista francês Claude Bernard quem, no século XIX, pela primeira vez, reconheceu a importância da presença deste meio interno aquoso. Chamou-lhe inicialmente “Milieu Interieur” (meio interno), o qual se passou a designar, actualmente, como “fluido extracelular”. Os fluidos no interior das células é que são denominados de “fluidos intracelulares”.

A quantidade total de fluidos orgânicos num indivíduo adulto, de 70 kg de peso, é da ordem de 40 litros, ou seja, 57% do seu peso corporal total. Esses fluidos encontram-se divididos em dois compartimentos: o compartimento extracelular (líquido no exterior da célula) que totaliza cerca de 15 litros, e o compartimento intracelular (líquido no interior da célula) que totaliza cerca de 25 litros (Guyton, 1989).

O fluido extracelular é mais do que um simples líquido que percorre todo o corpo. Compete-lhe realizar funções bem determinadas e a cuidadosa regulação da sua composição e volume proporciona um meio estável e adequado para a célula poder viver.

A maior parte deste fluido (cerca de 8,5 litros), denomina-se “fluido intersticial” e banha directamente as células. A outra parte é o plasma sanguíneo, um fluido amarelado no qual se encontram os glóbulos vermelhos e brancos em suspensão.

No homem adulto, a quantidade de plasma corresponde a cerca de 3 litros. Os restantes 2 litros de volume sanguíneo, corresponde ao volume ocupado pelas células sanguíneas. Dado que o plasma circula através de todo o corpo, actua como grande transportador de água e soluções no fluido extracelular, servindo, ainda, de via para uma rápida distribuição de pequenas quantidades de substâncias biologicamente activas, como as hormonas e os fármacos. Permite também que os fluidos passem rapidamente para o fluido intersticial.

A composição destes dois fluidos extracelulares (plasma e fluido intersticial) é muito similar, embora o plasma contenha uma maior concentração de proteínas e sódio que o fluido intersticial. É, pois, aos rins que cabe a tarefa de filtrar o plasma sanguíneo nos glomérulos dos nefrónios (ver 1.2.3). Assim, à medida que este fluido

passa pelas curvaturas e espirais dos tubos nefrônios, os solutos e a água são reabsorvidos ou excretados na urina, conforme seja necessário (Bourdiol, 2000).

Observando análises do plasma sanguíneo e da urina, verifica-se que a maior parte das substâncias contidas na urina estão também presentes no plasma sanguíneo (Quadro 1) (Guyton, 1989).

Quadro 1: Composição do plasma sanguíneo e da urina (adaptado de Guyton, 1989)

	1 litro de plasma	1 litro de urina
Água	910g	950g
Prótidos	69g	0g
Lípidos	4 a 6g	0g
Colesterol	1,5 a 2,3g	Vestígios
Glicose	1g	0g
Cloreto de sódio	7g	8 a 10g
Sulfatos	0,045g	1,4 a 3,5g
Outros sais minerais	2,1g	4,1g
Ureia	0,3g	20g
Ácido úrico	0,03g	0,6g
Amoníaco	0g	0,5g
Pigmentos e ácidos orgânicos	0g	1g

Tal facto, sugere que existe uma estreita ligação entre ambos. Contudo, algumas dessas substâncias estão em concentração, na urina, bastante superior às do plasma, o que leva a admitir a interferência do aparelho urinário na eliminação de certos produtos tóxicos existentes no sangue e prejudiciais ao organismo, como já referido.

O fluido extracelular fornece nutrientes e oxigénio às células, recebendo destas os produtos tóxicos. A principal entrada natural para este meio interno é o tubo digestivo o qual tem uma estrutura tubular e é dividido em vários compartimentos para a digestão e absorção dos nutrientes. Os compartimentos principais incluem a **boca** e a **faringe**, o **esófago**, o **estômago**, o **intestino delgado** e o **intestino grosso**.

Os alimentos entram para o tubo digestivo através da boca e só depois de se registarem digestões mecânicas e enzimáticas, são absorvidos pelo intestino delgado que mede entre 3 e 3,6 metros no homem. Este absorve os nutrientes e sais minerais que são transportados pelo sangue chegando, depois, aos fluidos

extracelulares, os nutrientes provenientes dos alimentos, na sua forma mais simples, pelo processo de transporte activo, bem como água, por difusão passiva. A maior parte da água ingerida e libertada do organismo para o tubo digestivo, aquando da digestão, é absorvida no intestino grosso, um tubo pregueado com cerca de metro e meio de comprimento nos adultos. A principal função do intestino grosso é absorver a água dos produtos remanescentes de todo o processo da digestão, depois de estes deixarem o intestino delgado. Os microorganismos presentes no intestino grosso (flora intestinal) produzem certas vitaminas (principalmente B e K) e aminoácidos, que são também absorvidos por transporte activo para a corrente sanguínea (Jones e Gaudin, 1994) (Figura 1).

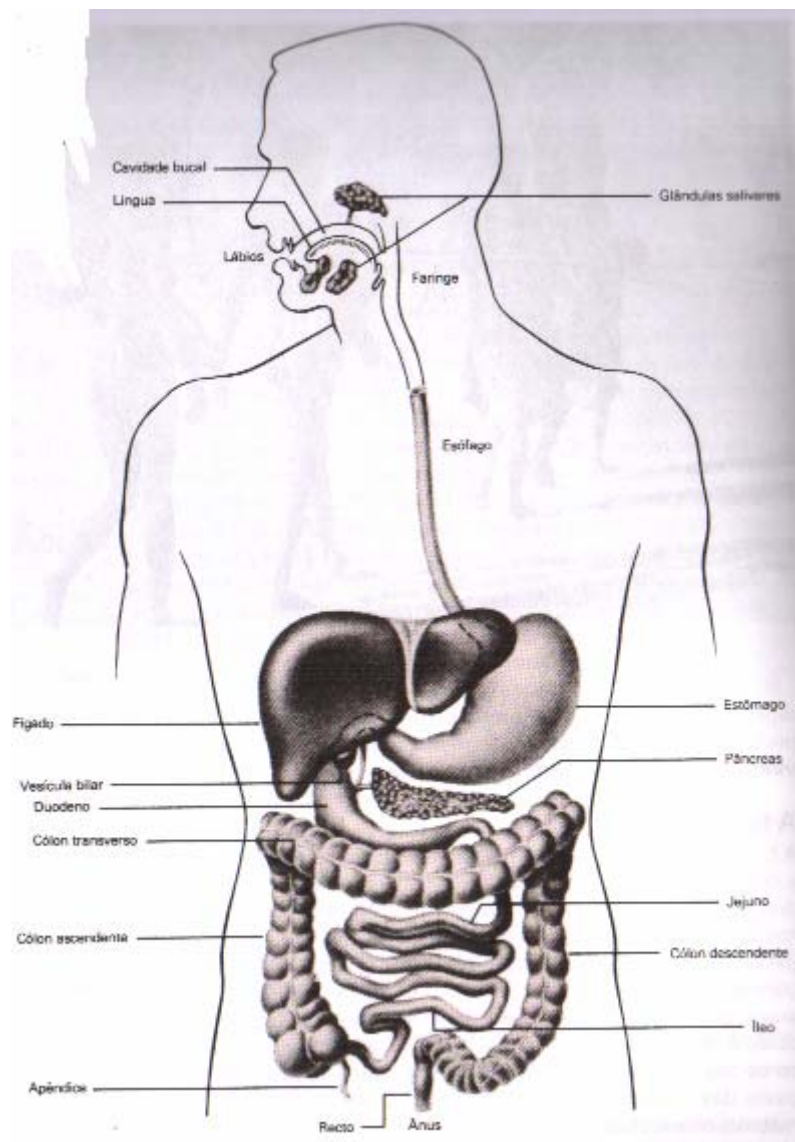


Figura 1: O sistema digestivo humano (adaptado de Jones e Gaudin, 1994)

Em contrapartida à ingestão de água, existem cinco vias para a eliminação dos fluidos extracelulares: **pulmões, glândulas sudoríparas, intestinos, fígado e rins.**

A primeira via através da qual o corpo perde grande quantidade de água, sob a forma de vapor, é através dos **pulmões**. Esta perda resulta da necessidade de humedecer o ar que se respira. Um clima quente e seco exige mais água para humedecer o ar e, por isso, mais água se perde em cada expiração.

A segunda, são as **glândulas sudoríparas** onde os fluidos e sais se perdem por transpiração ou suor. A quantidade de fluidos eliminados por esta via depende da temperatura corporal e da temperatura e humidade do meio ambiente. Se, por exemplo, alguém se sentar a ler num confortável ambiente a cerca de 21°C, perder-se-ão menos de 85/ml de suor em cada hora. Se, por outro lado, alguém se dedicar a um exercício extenuante que incrementa a transpiração, poderá perder cerca de 2 litros de suor por hora (Jones e Gaudin, 1994).

A evaporação do suor ajuda o corpo a perder o excesso de calor gerado no seu interior, causado pelo trabalho muscular, dando a sensação de frescura. No entanto, se a humidade do meio ambiente for elevada, a evaporação reduz-se drasticamente. Nestas condições, o esforço físico intenso provoca a perda de mais de 4 litros por hora, embora este ritmo se possa manter por pequenos períodos. Esta é a razão pela qual é bem mais desconfortável viver em regiões quentes e húmidas do que em regiões quentes e secas (Quadro 2) (Guyton, 1989).

Quadro 2: Perda diária de água em mililitros (adaptado de Guyton, 1989)

	Temperatura normal (20°C)	Clima quente e seco	Exercício intenso e prolongado
Perda insensível:			
Pele	350	350	350
Vias respiratórias	350	250	650
Urina	1400	1200	500
Suor	100	1400	5000
Fezes	100	100	100
Total	2300	3300	6600

O nosso corpo pode, ainda, perder quantidades anormais de fluido por diarreias, quando o **intestino** não é capaz de reabsorver os sucos digestivos que segrega, ou não consegue absorver toda ou parte da água ingerida com os alimentos. Nestes casos pode ocorrer a desidratação.

Pelo **fígado** é também eliminado fluido, pela produção da bÍlis. Contudo, a mais importante via de eliminação do fluido extracelular são os **rins**, Órgãos que, acima de todos os outros, controlam a composição e volume do meio interno (ver 1.2.3). São eles que expõem os produtos tÓxicos do fluido extracelular que são transportados no sangue e regulam o pH (acidez) proveniente do conteúdo salino dos fluidos extracelulares. Controlam, ainda, a perda desse mesmo fluido e calibram o seu volume, por controlo da variação da quantidade de urina produzida.

1.2.1 Regulação do equilÍbrio hÍdrico

A sede é um dos impulsos mais importantes que o corpo humano possui. Se não se comer nem se beber durante algum tempo, sente-se sede muito antes de se sentir fome. Muitas pessoas são capazes de sobreviver sem comer durante trinta dias, sem que grandes efeitos adversos ocorram, mas morreriam se estivessem dois ou três dias sem beber água.

Não é, por isso, surpreendente que os fornecimentos regulares de água sejam tão importantes para nós. Afinal, mais de metade do peso do nosso corpo é constituído por água.

A água funciona como um sistema de transporte de um laboratório, onde ocorrem muitas reacções que são necessárias para que o corpo se mantenha em bom estado de funcionamento. Dada a importância destas actividades, o corpo desenvolve todo um sistema complexo que controla, em si mesmo, a concentração correcta de sais e o volume total de líquidos. Assim, em condições normais de bom funcionamento do organismo, a quantidade de água que sai do nosso corpo é igual à que entra (Figura 2).

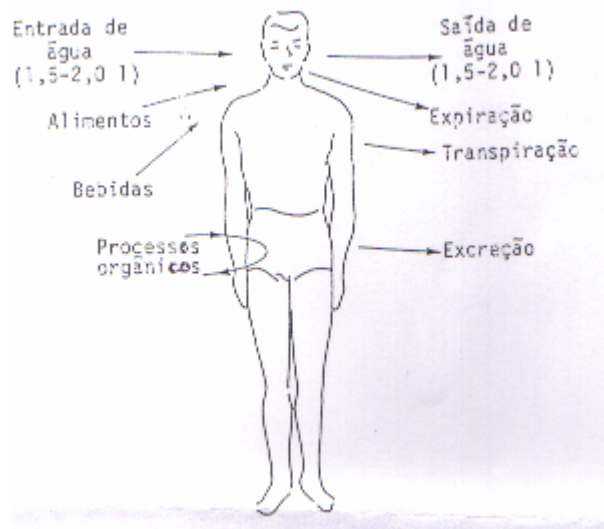


Figura 2: Equilíbrio hídrico (adaptado de Carvalho, 1985)

Entre estes dois actos (entrada e saída de água), há uma intervenção delicada do cérebro, rins, pulmões, pele, intestinos e glândulas sudoríparas, que assegura que o nosso corpo não esteja nem demasiado húmido, nem demasiado seco.

É a acção de um “medidor de água” no intestino que o ajuda a repor a quantidade de água que se perde, muito antes dos outros receptores terem oportunidade de registarem a variação hídrica (Sabbach e Barnard, 1986).

O equilíbrio hídrico é tão importante ao organismo que este desenvolve todo um sistema de controlo (avisadores) que actua em sua defesa. Para controlar as mudanças que surgem, existem dois tipos de células detectoras no corpo: as osmoreceptoras e as receptoras de pressão, que reconhecem quando o sangue está demasiado concentrado ou quando o volume deste diminui. Quando isto acontece, significa que o corpo tem necessidade de mais água. As células detectoras alertam o cérebro e este transmite sinais que se interpretam como sensações de sede.

A concentração de sais no sangue pode aumentar se se perder água ou se se ingerir sal em excesso. Quer a falta de água quer o seu excesso, dão-nos a sensação de sede.

Aquando da alimentação, o tubo digestivo enche-se de sucos digestivos aquosos que são libertados pelas glândulas digestivas, que por sua vez extraíram água do sangue, reduzindo, assim, o volume deste na circulação. Esta queda do volume do sangue também conduz à sensação de sede. A necessidade de beber água (líquidos) durante as refeições, é consequência da necessidade de diluir os

alimentos no tubo digestivo para permitir a sua digestão em meio aquoso (Starling e Evans, 1986).

As proteínas, particularmente, necessitam de um grande volume de sucos para serem digeridas, pelo que a digestão de carne, rica em proteínas, pode causar a sensação de sede.

Uma redução no volume aquoso do sangue, faz aumentar a viscosidade do mesmo, o que se pode tornar grave para o corpo. Pode mesmo, tornar o coração incapaz de fazer circular o sangue.

Uma das funções importantes da água no organismo é transportar vários elementos químicos dissolvidos para os locais onde estes são necessários. O sal (cloreto de sódio) é o mais importante desses elementos químicos. Este desempenha um papel vital nos processos fisiológicos e tem uma íntima relação com as quantidades de água existentes no corpo.

Se ocorrer um desequilíbrio entre o sal e água, pode verificar-se uma situação grave para as células do corpo. Estas contem mais cloreto de potássio do que cloreto de sódio. As concentrações de sais de potássio no seu interior, e de sais de sódio no seu exterior, devem permanecer numa razão constante. Se o equilíbrio for alterado, por exemplo, se o meio celular se tornar mais diluído, ou mais concentrado, ocorrerá uma diferença de pressão através da membrana celular (Sabbach e Barnard, 1986).

Esta pressão é a chamada pressão osmótica e ocorre sempre que haja concentrações diferentes nos elementos químicos de ambos os lados de uma membrana semipermeável – tipo de membrana através da qual a água pode passar, mas os sais em si dissolvidos não.

As moléculas de água, que estão mais concentradas de um lado da membrana semipermeável do que do outro, passam passivamente através dela para equilibrarem a concentração. Isto é o que se passa, essencialmente, nos rins e no intestino grosso. Ambos são preciosos reabsorvedores de água.

Nos rins, por exemplo, existem células especiais que concentram sal de modo a poderem reabsorver água e evitar que ela se perca pela urina.

Se os rins parassem de reabsorver água, o que fazem com uma eficiência extrema, ocorreria, em poucos minutos, uma desidratação. É, pois, necessário ingerir, no mínimo, 1,7 litros de água por dia, para se compensar a que se perde pela expiração, através dos pulmões (cerca de 1/6), pela transpiração, através da

pele (cerca de 1/3), bem como pela excreção, fezes e urina, (cerca de 1/3 desta perda ocorre nos rins) (Sabbach e Barnard, 1986) (ver também Quadro 2).

1.2.2 Anátomo-fisiologia do aparelho urinário

O aparelho urinário contribui para a manutenção da homeostase, produzindo a urina, através da qual são eliminados diversos resíduos do metabolismo, além de água, em excesso no meio interno, actuando como uma verdadeira máquina de depuração do organismo (Junqueira e Carneiro, 1995).

1.2.2.1 Os rins e o processo de filtração do sangue

O aparelho urinário humano é composto por dois rins, órgãos que filtram substâncias inúteis, sob forma de urina, do sangue; uma bexiga urinária, um órgão que acumula a urina; e de uma série de canais especializados que transportam a urina. Os rins também auxiliam a regular o conteúdo de água do corpo e a retenção de certos iões no plasma (Jones e Gaudin, 1994).

Os rins, em forma de feijão, estão situados sob os pulmões. O rim direito ocupa uma posição mais baixa, pois está comprimido pelo fígado. Cada rim mede 12 cm e pesa 150 g. O sangue chega aos rins por intermédio de grandes vasos que conduzem ao hilo, parte interna dos rins, onde também desembocam os vasos linfáticos, isto é, duas grandes artérias conduzem sangue para os rins, e as veias afastam o sangue filtrado.

O interior dos rins divide-se em três partes: o córtex, a medula e o bacinete. O córtex, pálido e granuloso, envolve a parte medular. Esta camada superficial tem como função essencial produzir urina, graças à presença de aproximadamente um milhão de unidades filtrantes em cada rim, denominadas nefrónios, as unidades funcionais na formação da urina. Cada nefrónio é constituído por um glomérulo, conjunto de capilares que sintetizam a primeira urina a partir do sangue. Uma estrutura, denominada tubo contornado do nefrónio, reabsorve a água, os sais minerais e a glicose presentes na urina. Os primeiros resíduos passam por um tubo em U, que recupera a água e os sais minerais do líquido filtrado pelos glomérulos.

Estes resíduos são canalizados para um tubo colector que se prolonga pela medula, parte central do rim onde se encontram as pirâmides de Malpighi. Os canais da parte interior destas pirâmides terminam na cavidade interna do rim. Esta está munida de uma cavidade em forma de funil, o bacinete, que se encontra ligado ao uréter. As paredes do bacinete são forradas de um tecido muscular que se pode contrair, o que facilita a expulsão da urina.

Durante o metabolismo, formam-se muitas substâncias que não são necessárias ao corpo. A maior parte delas encontram-se em quantidades muito pequenas e têm pouco efeito sobre os tecidos. Mas os resíduos do metabolismo das proteínas tendem a acumular-se em quantidades significativas, e, se não forem removidos dos tecidos, são suficientemente tóxicos para provocar a morte. O sangue filtrado dos rins sai limpo e liberto das toxinas metabólicas, como a ureia.

Também os pulmões e a pele contribuem para a eliminação destas substâncias no processo geral de excreção, mas as toxinas, os resíduos de azoto e de medicamentos são exclusivamente eliminados pelos rins. Estes controlam também as quantidades de água, de sais minerais, de fósforo e de cálcio do sangue. Eliminam para a urina os elementos em excesso e reenviam para o sangue aqueles de que o organismo necessita. Graças à sua acção filtrante e purificadora, os rins contribuem para o equilíbrio interno do organismo e constituem um dos pilares da homeostasia (Junqueira e Carneiro, 1995).

Os ureteres, a uretra e a bexiga são os outros elementos do sistema urinário. Os ureteres são dois tubos musculares muito finos que transportam a urina dos rins para a bexiga. Fecham-se automaticamente quando a bexiga está cheia, para que a urina, cheia de resíduos, não volte para os rins (Figura 3).

Situada na parte inferior do abdómen, a bexiga é provida de paredes musculares extensíveis. Em forma de pêra quando se encontra vazia, pode conter cerca de meio litro de urina. Quando está cheia, esvazia a urina para a uretra que a expulsa para o exterior do corpo. Devido às contracções dos esfíncteres, músculos circulares que a vedam, a uretra pode controlar o fluxo urinário.

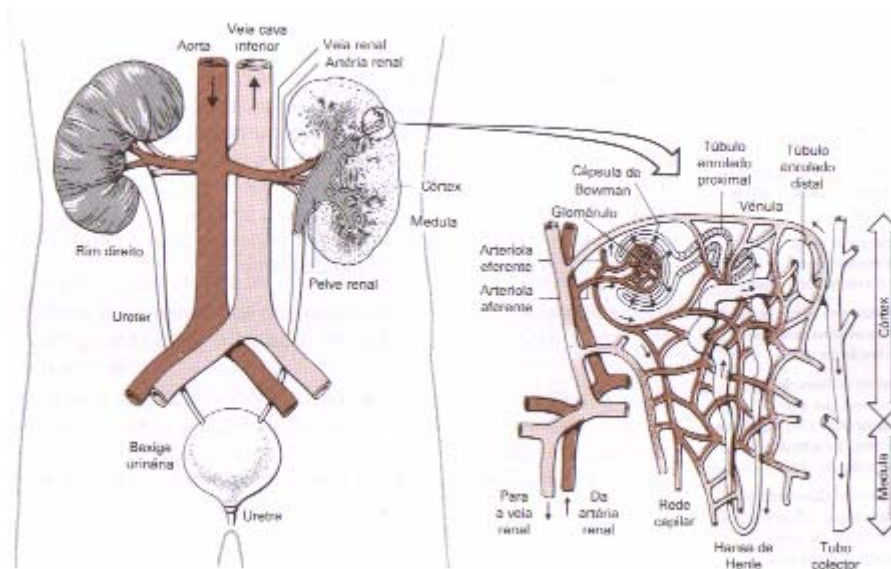


Figura 3: O aparelho urinário humano (adaptado de Jones e Gaudin, 1994)

1.2.2.2 Formação da urina

O processo de formação da urina ocorre em duas fases: filtração e reabsorção. A primeira é a da filtração glomerular, sendo a quantidade de filtrado glomerular formado a cada minuto em todos os nefrídios de ambos os rins e que envolve um grande volume de fluido filtrado do sangue e enviado para os túbulos. Num indivíduo normal (70 kg), atinge, em média, cerca de 125 ml/min. Contudo, em diferentes estados funcionais e normais dos rins, essa quantidade de filtrado glomerular pode variar de poucos mililitros até 200 ml/min. Ou seja, a quantidade total de filtrado glomerular formado por dia é, em média, cerca de 180 litros, isto é, mais de duas vezes o peso do corpo. Mais de 99% do filtrado é normalmente reabsorvido nos túbulos e o restante 1% é libertado do organismo como água urinária, ou urina (Guyton, 1989).

A segunda fase, é a de reabsorção e secreção tubular. Durante esta fase, as células que revestem as paredes tubulares, transportam materiais tanto do tubular para o sangue, como do sangue para o tubular (Starling e Evans, 1986).

O fluido que é filtrado, flui da Cápsula de Bowman ao túbulo, daí aos ductos colectores e finalmente passa ao ureter. A pressão sanguínea no glomérulo força muita água e a maior parte das pequenas moléculas a passar para o sangue através dos poros na cápsula de Bowman. Estes poros são suficientemente grandes para

permitir a passagem de pequenas moléculas através deles, mas suficientemente pequenos para reter eritrócitos e moléculas maiores, tais como proteínas, no glomérulo. O líquido que passa para o nefrónio contém água, ureia e outros resíduos, glicose, aminoácidos e iões como o sódio, o cálcio, o potássio, o magnésio, o fosfato, o sulfato e o cloreto.

Quando a urina passa através do túbulo do nefrónio, entra em contacto estreito com outros capilares. Aqui, os aminoácidos, a glicose e alguns iões – particularmente o potássio e o cálcio – são reabsorvidos activamente para a corrente sanguínea, deixando a maior parte da ureia e de outros resíduos no túbulo do nefrónio. A água é também removida, tornando-se a urina mais concentrada à medida que passa pelo túbulo (Jones e Gaudin, 1994).

As proteínas, as hemácias e os leucócitos são retidos e, por consequência, jamais aparecem na urina normal. O fluido que passa primeiramente ao túbulo é ainda muito semelhante ao do plasma. No entanto, o que deixa o túbulo é já idêntico à urina. Conclui-se, então, que a composição do filtrado se modifica à medida que desce pelo túbulo.

Muitas substâncias são transportadas do fluido tubular através das células das partes tubulares e depositadas novamente nos capilares sanguíneos que alimentam essas mesmas células. Este é o chamado processo de reabsorção.

O fluido, agora com diferente composição, que atinge o fim do ducto colector, passa ao ureter já sob a forma de urina (Starling e Evans, 1986) (Figura 4).

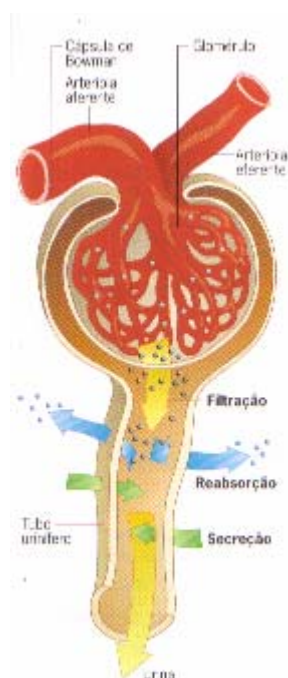


Figura 4: Mecanismos básicos de excreção renal (adaptado de Starling e Evans, 1986)

O produto final dos túbulos renais é o que normalmente é denominado de urina. Em cada minuto forma-se aproximadamente um mililitro de urina, o seu volume diário varia entre 1 litro e 1,5 litro num indivíduo adulto, ainda que este número possa variar consideravelmente com a ingestão de mais ou menos líquidos e sob a influência de hormonas produzidas naturalmente, ou de substâncias químicas chamadas diuréticas (a cafeína é um bom exemplo), sendo vários os factores que condicionam esse volume, entre eles o tipo de alimentação, a temperatura ambiental, que determina a maior ou menor transpiração, e, por consequência, menor ou maior formação de urina (Lerner, 1981).

Esta é essencialmente composta por água, contudo, na sua composição entram também constituintes orgânicos e constituintes inorgânicos, como se apresenta no Quadro 3 (Lerner, 1981).

Quadro 3: Composição da urina (adaptado de Lerner, 1981)

PRINCIPAIS CONSTITUINTES	ORGÂNICOS	Água	950g/l
		Ureia	20g/l
		Ácido Úrico	0,6g/l
		Pigmentos e Ácidos	1g/l
	INORGÂNICOS	Cloreto de Sódio	8 – 10g/l
		Sulfatos	1,4 – 3,5g/l
		Aminoácidos	0 – 5g/l
		Outros Sais Minerais (potássio, cálcio)	4,1g/l

1.2.2.3 Micção

O termo micção define o esvaziamento da bexiga urinária da urina nela contida. No entanto, antes que isso aconteça é necessário que a urina seja transportada do rim até à própria bexiga. Assim, a urina formada em cada um dos rins é colectada inicialmente na pelve renal de cada rim, passando, ao longo do ureter, para a bexiga urinária.

A passagem da urina pelo ureter é causada por peristaltismo, que é uma contracção intermitente, semelhante a uma onda, com origem na pelve renal e que se propaga pelo uréter até à bexiga e que empurra a urina à sua frente (Guyton, 1988).

Em condições normais de saúde, a urina é transportada da pelve renal até à bexiga em menos de 30 segundos. Esta, tal como os ureteres, é constituída por uma musculatura lisa que lhe confere a possibilidade de se distender para permitir a acumulação da urina e se contrair a fim de a expulsar, quando esta atinge determinado volume, aproximadamente cerca de 500 ml (Guyton, 1989).

O pólo inferior da bexiga continua-se por um tubo denominado uretra. No ponto de união entre estes, existe um anel de musculatura lisa – o esfíncter interno. Este executa contracções involuntárias e impede a saída da urina contida na bexiga.

Um pouco abaixo do esfíncter interno, o canal da uretra é rodeado por fibras musculares estriadas que formam o esfíncter externo. Os músculos da bexiga e do esfíncter interno são enervados pelo sistema nervoso autónomo (simpático e parassimpático). Os nervos do simpático não actuam directamente no reflexo de micção, porém intervêm na manutenção do esfíncter interno e na sensibilidade dolorosa. O parassimpático, por sua vez, estimula a contracção dos músculos da bexiga e o relaxamento do esfíncter interno originando o esvaziamento da bexiga. O esfíncter externo é controlado pelo sistema nervoso central.

Embora o esvaziamento da bexiga dependa de um mecanismo reflexo, tem início através de um impulso nervoso voluntário. No recém-nascido, bem como em certas situações patológicas, não há controlo nervoso dos esfíncteres, de onde resulta a incontinência (Lerner, 1981).

1.3 A abordagem no 1º CEB do tópico “O Aparelho Urinário”

Para se compreender a importância da saúde do aparelho urinário, como referem Starling e Evans (1986), é necessário reconhecer a função de excreção como um dos mecanismos biológicos que permite manter o equilíbrio fisiológico do organismo. Sabendo que o corpo depende tanto da excreção como da ingestão de alimentos ou da respiração, esta é, talvez, uma função menos considerada, relativamente às outras duas, na abordagem escolar.

Assim, torna-se importante abordar a competência do aparelho urinário, nomeadamente os rins, na gestão da maior parte da água existente no corpo; as suas principais funções que consistem em filtrar as impurezas do sangue, excretá-las para o exterior e manter o equilíbrio das substâncias químicas fluidas, essenciais à vida. Neste sentido, far-se-ia a articulação entre uma boa eliminação dos produtos tóxicos e a manutenção da saúde, considerando-se essencial, ainda, fazer o levantamento dos hábitos de saúde/cuidados manifestados pelos alunos e tratar algumas medidas essenciais de Promoção da Saúde que devem ser tomadas por cada indivíduo para facilitar o mecanismo de excreção. Far-se-ia, deste modo, uma abordagem a nível da relação: Alimentação, Estilo de Vida, Saúde do Corpo.

A abordagem deve ser feita de forma a promover alguns conceitos fundamentais de Educação para a Saúde, aliando, deste modo, a aprendizagem da Biologia Humana à Educação para a Saúde e promoção da mesma, numa perspectiva de tomada de consciência de problemas relacionados com a saúde e na procura de um quadro de referências que tornem os alunos mais autónomos na procura de soluções e de estilos de vida saudáveis.

O programa de Estudo do Meio apresenta cada bloco temático organizado de forma vertical, no que diz respeito aos conteúdos dos quatro anos do 1º Ciclo.

No bloco “**À Descoberta de Si Mesmo**” do Programa de Estudo do Meio, 3º ano, nos pontos 2 e 3 respectivamente, surge o seguinte:

O seu corpo

- * conhecer as funções vitais (...excretora,...)
- * conhecer alguns órgãos dos aparelhos correspondentes (...rins,...)
 - localizar esses órgãos em representações do corpo humano

A saúde do seu corpo

- * reconhecer a importância do ar puro e do sol para a saúde
- * identificar perigos do consumo de álcool, tabaco e outras drogas

Sendo hoje reconhecidas as vantagens do conhecimento da lógica dos alunos, relativamente à explicação de fenómenos do mundo natural quando os professores elegem estratégias e actividades a utilizar em sala de aula, torna-se cada vez mais relevante a investigação sobre temas/conceitos que são desenvolvidos ao longo de vários anos do período de escolaridade, ainda que com diferentes graus de profundidade e abordagens.

Martins e Veiga (1999), procederam a uma análise do currículo da escolaridade básica, na perspectiva da educação em ciências, sendo um dos objectivos a identificação de continuidades, rupturas e lapsos nos programas das respectivas disciplinas, concretamente no que respeita aos seus conteúdos, tendo recorrido à construção e utilização de grelhas que facilitassem uma leitura uniformizada desses programas. Os resultados deste estudo mostraram que alguns temas/conceitos são, realmente, abordados ao longo de vários anos. Cada bloco vai-se ampliando e aprofundando ao longo dos anos escolares, sugerindo a chamada “aprendizagem em espiral”, definida por Bruner (1960, citado por Roldão, 1995), pois os mesmos conceitos ou conteúdos repetem-se em anos sucessivos mas implicando um tratamento mais alargado e o retomar do já adquirido, levando, assim, à incorporação de novas dimensões conceptuais e temáticas.

Martins e Veiga (1999), referem que o currículo insiste bastante na necessidade de valorizar a aprendizagem das realidades vividas e experienciadas pelas crianças, não sendo claro que se deva ter em consideração a natureza de tais conhecimentos como ponto de partida para as estratégias de ensino a utilizar, não existindo, em todo o programa do 1º Ciclo, qualquer referência explícita, ou mesmo chamada de atenção, ao problema das concepções alternativas, “*quer no que respeita à sua natureza e ao seu levantamento junto das crianças para os diversos temas, quer ainda quanto às estratégias de superação de obstáculos de índole cognitiva por elas criados* (Martins e Veiga, 1999, p.83).”.

As mesmas autoras referem, ainda, que “*as concepções alternativas são persistentes nos indivíduos e resistentes ao próprio ensino formal, o programa considerado dificilmente evitará a sua perpetuação* (p.83)”, acrescentando que a

omissão desta problemática não se justifica uma vez que a literatura sobre esta temática é vastíssima.

Na verdade, apesar do desenvolvimento operado a nível da investigação educacional em geral, e na área da Educação em Ciências em particular, é reconhecida a pouca repercussão de tais estudos nas práticas dos professores (Cachapuz, 1995, p.24), pois, a preocupação central destes situa-se sobre *“que conteúdos estão preconizados nos programas, que sequência se deve adoptar em cada disciplina ao longo dos vários anos e que articulação é possível fazer entre diferentes disciplinas”*.

O estudo da Biologia Humana enquadra-se no programa de Estudo do Meio, que é apresentado como uma área para a qual concorrem conceitos e métodos de várias disciplinas científicas, apresentando-se organizado em blocos de conteúdos. Dentro dos vários domínios científicos, previstos no Programa do 1º Ciclo do Ensino Básico, destaca-se o bloco *“À Descoberta de Si Mesmo”* que é abordado em todos os anos de escolaridade, segundo perspectivas diversas, sendo, apenas, o 3º ano contemplado com conteúdos sobre os sistemas vitais, entre eles o aparelho urinário.

Seguindo as directrizes do programa, também os manuais do 3º ano apresentam conteúdos relativos ao aparelho em questão e constituem, na prática, um forte instrumento de referência para o professor e para o desenvolvimento do processo ensino-aprendizagem, confirmado pela experiência profissional da autora deste trabalho de investigação. Neste âmbito, Martins e Veiga (1999), considerando os blocos *“À descoberta de si mesmo”*, *“À descoberta do ambiente natural”* e *“À descoberta das inter-relações entre a Natureza e a Sociedade”*, referem não parecer que esta separação favoreça aprendizagens sobre a relação existente entre o indivíduo, o ambiente natural e a sociedade de que ele faz parte. Referem, no entanto, que esta organização dispersa de conteúdos ao longo destes três blocos, não é impeditiva e pode até considerar-se potencialmente propiciadora da selecção de temas abrangentes que os utilizem. *“Mas tal só terá lugar se os professores gerirem o programa de forma bem diferente da preconizada no documento oficial que o suporta (Martins e Veiga, 1999, p.85).”*

Sendo esta perspectiva, do ponto de vista destas autoras, de importância inquestionável no que respeita às finalidades da Educação em Ciências, ela é também defensável no quadro da psicologia da aprendizagem nestas idades, ao recomendar que os temas em estudo devem suscitar o interesse dos alunos e serem

por eles sentidos como úteis, desenvolvendo um processo de aprendizagem que contribua para o estabelecimento do conflito cognitivo “*necessário à desconstrução de algumas das concepções alternativas tão típicas destas idades, nomeadamente no que respeita à maioria dos conceitos que o programa abrange* (Martins e Veiga, 1999, p.85).”

Assim, compreender o organismo implica o reconhecimento de um sistema complexo, cujos componentes actuam simultânea e conjuntamente em níveis distintos de organização. A construção destas noções não passa apenas pelo acumular de mais conhecimentos, mas pela necessidade de se operarem mudanças conceptuais que exigem, em maior ou menor grau, o relacionamento de vários sistemas interligados, o entendimento do equilíbrio bioquímico, a manipulação de transformações e a compreensão dos diversos níveis de organização da matéria que estão implicados em qualquer processo orgânico (Cubero Pérez, 1998).

Tendo em conta a natureza e a especificidade desta temática e a idade dos alunos do 1º CEB, os professores recorrem, frequentemente, à apresentação de imagens presentes em manuais, do tipo dos já referidos. Por isso, parece oportuno tecer algumas considerações sobre este recurso, já que vários autores referem que ele pode constituir fonte de incorrecções ou reforço das suas concepções alternativas (em vez de ajudar a mudá-las ou a reestruturá-las) e que os alunos com dificuldades de aprendizagem consultam mais vezes as imagens do que o texto escrito (Reid, citado por Pérez de Eulate e Câmara, 1999).

É neste contexto que Clément (2002), considera que a ideia frequente dos alunos, relativa à existência de um tubo contínuo digestão-excreção, é reflexo de uma aprendizagem por transferência analógica, não questionada pelas imagens anatómicas que constam dos manuais.

Na sequência destas investigações, Pérez de Eulate e Câmara (1999), levaram a cabo um trabalho sobre as características de imagens relativas à digestão e excreção, constantes de manuais destinados aos primeiros anos da escolaridade obrigatória, das quais se destacam:

- Relações entre imagens, legendas e texto
- Incorrecções anatómicas e fisiológicas
- Ausência de informações relevantes
- Ambiguidades e deficiências gráficas

1.4 O paradigma construtivista

As concepções prévias enquadram-se no paradigma construtivista da aprendizagem, que sugere que os conhecimentos prévios dos alunos são por eles usados para construir novos significados e, assim, interpretarem a nova informação, de modo a que esta faça sentido. Esta construção não se faz a partir do zero, nem sequer nos momentos iniciais da escolaridade. O aluno constrói pessoalmente um significado (ou reconstrói-o do ponto de vista social) com base nos significados que já conseguiu construir previamente. É, precisamente, graças a esta base prévia que é possível continuar a aprender, continuar a construir novos significados.

Tal como observa Coll (2001, p.57),

“quando o aluno depara com um novo conteúdo a aprender, fá-lo sempre munido de uma série de conceitos, concepções, representações e conhecimentos adquiridos no decurso de experiências anteriores, que utiliza como instrumentos de leitura e interpretação e que, em boa parte, vão determinar as informações a seleccionar, a forma de as organizar e o tipo de relações que vai estabelecer entre elas.”

Assim, graças ao que já sabe, o aluno pode fazer uma primeira leitura do novo conteúdo, atribuir-lhe um primeiro nível de significado e sentido, e iniciar o processo de aprendizagem do mesmo.

Estes conhecimentos prévios não só permitem um contacto inicial com o novo conteúdo, como são, também, fundamentais para a construção de novos significados. Uma aprendizagem é tanto mais significativa quanto maior o número de relações com sentido que o aluno for capaz de estabelecer entre o que já conhece, os seus conhecimentos prévios, e o novo conteúdo que lhe é apresentado como objecto de aprendizagem. O que quer dizer, afinal, que, desde que possam contar com a ajuda e orientação necessárias, grande parte da actividade mental construtiva dos alunos deve consistir em mobilizar e actualizar os seus conhecimentos anteriores, a fim de entenderem a relação ou as relações que eles mantêm com o novo conteúdo. A possibilidade de estabelecer estas relações irá determinar que os significados a construir sejam mais ou menos significativos, funcionais e estáveis (Solé, 2001).

Miras (2001), refere que é importante ter em conta que, embora os alunos tenham conhecimentos prévios suficientes para abordar o novo conteúdo, o facto de possuírem estes conhecimentos não garante que os tenham presentes a todo o momento, ao longo do seu processo de aprendizagem. Neste sentido, é tão

importante o facto de os alunos terem conhecimentos prévios pertinentes como o facto de os utilizarem no momento adequado para estabelecer relações com o novo conteúdo.

A concepção construtivista, tendo em conta o contributo de uma série de teorias psicológicas, concebe os conhecimentos prévios do aluno (e do ser humano, em geral) em termos de esquemas de conhecimento. Para Coll (2001, p.25), um esquema de conhecimento define-se como “*a representação que uma pessoa tem, num determinado momento da sua história, de uma parcela da realidade.*” Desta definição deriva uma série de consequências importantes para o entendimento das características que têm os conhecimentos prévios dos alunos.

Donde provêm os esquemas de conhecimento com que os alunos abordam a aprendizagem de novos conteúdos? Miras (2001), refere que a origem das representações que se integram nestes esquemas é, sem dúvida, muito variada. Em muitos casos, tratam-se de informações e conhecimentos adquiridos no meio familiar, ou em círculos relacionados com ele, como seja o grupo de colegas e amigos. Na cultura em que se inserem também é possível que algumas dessas informações tenham sido adquiridas através de outras fontes, como a leitura ou os audiovisuais, em especial o cinema e a televisão. Por outro lado, e à medida que o aluno avança na escolarização, é lógico supor que alguns dos conhecimentos que se integram nos seus esquemas tenham sido adquiridos no próprio meio escolar. Por último, o aluno pode ter construído uma série de conhecimentos recorrendo à sua própria experiência, especialmente no caso de parcelas da realidade a que tem fácil acesso.

Neste sentido, é provável que um aluno que vive num meio rural tenha um esquema de conhecimento sobre as árvores, por exemplo, mais rico e completo do que um outro, da mesma idade, que vive num meio urbano o que não implica, necessariamente, que também seja mais organizado e coerente. Os esquemas que os alunos possuem não se caracterizam apenas pela quantidade de conhecimentos que comportam, mas também pelo seu nível de organização interna, quer dizer, pelas relações que se estabelecem entre os conhecimentos que se integram num mesmo esquema e pelo grau de coerência entre eles.

Em suma, considerando o conjunto de aspectos mencionados, a concepção construtivista entende que os alunos enfrentam a aprendizagem de um novo conteúdo, possuindo uma série de conhecimentos prévios que se encontram

organizados e estruturados em diversos esquemas de conhecimento. Os alunos podem apresentar diferenças entre si no que se refere ao número de esquemas de conhecimento que cada um deles possui, isto é, quanto à quantidade de aspectos da realidade sobre os quais conseguiram construir algum tipo de significado. Mas também podem apresentar diferenças no que se refere à qualidade, organização e coerência dos elementos que compõem cada um dos seus esquemas, em relação à validade e adequação destes esquemas à realidade a que se referem e em relação à organização e coerência do conjunto de esquemas de conhecimento que configuram a sua visão do mundo que os rodeia.

1.5 Concepções prévias e aprendizagem

1.5.1 A aprendizagem social

Considera-se relevante sistematizar, aqui, os resultados da linha de investigação sobre as concepções prévias, intuitivas ou alternativas, dando-se um especial relevo à origem, natureza e lógica interna das mesmas, reforçando a importância deste tópico na citação de Viennot (1979, citado por Oliveira, 1991, p.77),

“O raciocínio espontâneo é um sistema explicativo intuitivo ou natural, como se queira, diferente do que se ensina, mas que não é somente ignorância ou deformação dos conhecimentos escolares.”

Neste sentido, o construtivismo Piagetiano assume que uma criança, ainda muito pequena, para compreender e saciar a sua sede de curiosidade acerca dos fenómenos que a rodeiam, cria uma enorme variedade de interpretações, isto é, concepções intuitivas, (Carey, citado por Sá, 1990). Para aproximar a criança de um conhecimento científico, ela deve ser confrontada com experiências, deve agir sobre os objectos, para assim se auto-construir cientificamente.

Para Vygotski (1956, citado por Fonseca, s/d), o desenvolvimento humano tem origem social, envolve, portanto, uma interacção e uma mediação qualificada entre os elementos da sociedade (mãe - filho, pai - filha, educadora - criança, professor - aluno, líder - liderado, etc.). A conduta humana em termos vygotsquianos não pode ser concebida em processos reactivos nem pode subestimar ou desvalorizar o papel activo e transformador do sujeito na aprendizagem.

Aprender é desenvolver, assim como o desenvolvimento só é concebível como aprendizagem, isto é, *“o desenvolvimento humano é sinónimo de aprendizagem*

humana, uma vez que há entre ambos uma identidade intrínseca fundamental (Fonseca, s/d, p.106).” Assim, segundo este autor, por interacção social e por mediação selectiva a criança apropria-se da linguagem maternal e da linguagem social, incorporando instrumentos verbais que lhe permitem compreender o mundo e reconhecer as suas experiências. Por fim, transcende o primeiro sistema simbólico e apropria-se do segundo sistema simbólico, integrando a experiência dos outros e a sua experiência singular em conteúdos e contextos cada vez mais complexos e hierarquizados.

Para este autor, a aprendizagem humana pressupõe uma natureza social específica e um processo interactivo, mediante o qual as crianças ascendem à vida intelectual daqueles que as cercam e rodeiam. Para se desenvolver a criança necessita de incorporar e integrar as “ferramentas” de relação com os outros. A criança não aprende por si própria nem é a arquitecta exclusiva da sua evolução, ela aprende essencialmente dos outros, através da sua relação com eles: *“Ela é o produto de uma mediatização* (Fonseca, s/d, p.107).”

A aprendizagem depende, portanto, do desenvolvimento prévio e anterior ao mesmo tempo, que também depende do desenvolvimento potencial do sujeito. Não estão só em causa as actividades que o sujeito é capaz de realizar autonomamente e independentemente, mas também as actividades que ele pode aprender com a ajuda e a intervenção intencional dos outros, ou seja, *“ele aprende por humanização, por meio de uma interacção e de uma mediatização* (Fonseca, s/d, p.108).” Neste sentido, as pessoas que rodeiam o sujeito, ou melhor, a criança (o mediatizado), não são objectos passivos ou simples instrumentos do seu desenvolvimento, mas sim companheiros activos, que guiam, planificam, regulam, seleccionam, filtram, começam e terminam as condutas da criança: *“São agentes do seu desenvolvimento* (Fonseca, s/d, p.108).”

Neste sentido, o reconhecimento de que os alunos chegam à escola sendo já portadores de experiências e saberes anteriores, resultantes dos contactos que realizam com o meio ambiente e das relações familiares e sociais, é a primeira afirmação do capítulo do programa relativo à área do Estudo do Meio:

“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 (M.E., 1990, p.67).”

A estas ideias convencionou-se chamar *alternativas*, *intuitivas* ou *prévias*, sendo fruto de uma construção muito pessoal e espontânea, resultantes das experiências diárias como seres activos, construindo-se, desta forma, o próprio conhecimento e desenvolvimento no binómio físico/natural. Resumem-se a um conhecimento rápido e directo sobre os objectos. São elas que dão sentido às experiências pessoais das crianças e simultaneamente são o resultado das experiências individuais. Isto leva a que diferentes estilos cognitivos sejam o resultado de um diferente processamento da informação havendo situações, segundo Clément (2003 a), em que os alunos criam respostas funcionais a partir de aquisições escolares. É a criação de uma solução original que é funcional, sendo este o problema das concepções: surgem da vida quotidiana e progridem.

Foram durante muito tempo consideradas ideias erradas mas que facilmente se podiam corrigir. Porém, por vezes, estas ideias podem estar de tal modo enraizadas na mente, que só um bom argumento as poderá fazer mudar. Hoje, estas ideias adquirem um outro estatuto. Apercebe-se de que não são gratuitas e não correspondem a “frases no ar”. Com efeito, na maioria delas, realidade e imaginário estão estreitamente ligados e enriquecem-se mutuamente, sobretudo em crianças mais jovens. Como reconhecem Giordan e De Vecchi (1996), o seu significado pode ser a manifestação de um mecanismo intelectual profundo, pois constituem-se como modelos explicativos, organizados, simples e lógicos para interpretar o mundo que os rodeia. Neste sentido, Duarte e Faria (1992), reconhecem que os seres pensantes estão naturalmente inclinados a explicar, categorizar e ordenar conhecimentos para que façam sentido, traduzindo-se esta actividade numa construção activa, não obstante inconsciente, de teorias simples ou do senso comum que proporcionam explicações do mundo e dos seus fenómenos.

O conhecimento que assim se obtém não é formado simplesmente por noções vagas e dispersas. Trata-se de uma verdadeira estrutura conceptual que tem uma dupla função: por um lado, assume-se como uma estrutura de recepção que influencia as observações e interpretações que os indivíduos fazem e, portanto, a aquisição de novas informações; por outro lado, “*funciona como um instrumento a partir do qual cada indivíduo determina as suas condutas e negocia as suas acções*” e enquanto estrutura de recepção, “*constitui o substrato preexistente e primordial a partir do qual se processa toda a aprendizagem* (Duarte e Faria, 1992, p.65).”

Percebe-se, assim, que, desde a década de 80, uma das preocupações centrais da educação em ciências tenha vindo a ser a de investigar sobre a compreensão e interpretação que crianças e jovens (antes, durante e após o ensino formal) fazem dos fenómenos e situações concretas dos seus quotidianos escolares e não escolares. Muitos estudos revelam que os pontos de vista/ideias são, frequentemente, inconsistentes e diferentes das concepções científicas a aprender ou que era provável ter aprendido (Driver, 1989; Gilbert *et al.*, 1982).

Segundo Oliveira (1991), há tendência, de forma mais ou menos natural, mais ou menos espontânea, para organizar os dados da percepção relativamente a um problema particular. Trata-se de uma apreensão sensível, intuitiva, imediata e pessoal do objecto pelo sujeito. Logo, *“desta selecção e assimilação das “coisas” à nossa própria estrutura resulta que, mesmo o que é socialmente influenciado, é por nós recriado. Torna-se, de algum modo, original (Oliveira, 1991, p.77).”* De facto, como refere esta autora, do trabalho de elaboração e de estruturação que vai sendo efectuado pelo sujeito, em resposta aos contributos do meio (familiares, escolares, sociais ...), vão surgindo em cada um representações do mundo que os cerca. Acrescenta que os contributos do meio influenciam, mas não ditam, essas representações – a forma como cada um vê o mundo.

As **representações** são, pois, estruturas subjacentes a todo o processo de construção do saber.

“São sínteses mentais de informações, mais ou menos carregadas afectivamente, que a pessoa constrói, mais ou menos conscientemente, a partir do que ela própria é, do que foi e do que projecta e guia o seu comportamento (De-Ketelle, 1983, citado por Oliveira, 1991, p.77).”

Logo, o sujeito transporta consigo **“conhecimentos privados** (Oliveira, 1991, p.77) ” que lhe são gratos e que têm na sua base elementos inconscientes. Estes conhecimentos são um desafio ao avanço mas podem vir a constituir-se como obstáculo epistemológico à construção (reconstrução) de **“conhecimentos públicos** (Oliveira, 1991, p.77) ” provisoriamente aceites por uma dada comunidade científica.

Em suma, segundo Santos (1992), a investigação no domínio da importância das concepções prévias na aprendizagem mostra que os alunos desenvolvem concepções diferentes das que se esperava que aprendessem, as quais podem influenciar aprendizagens subsequentes. Caracterizam-se por oferecerem grande resistência à mudança, representam verdadeiros obstáculos epistemológicos que impedem/iludem a construção do saber científico e constituem-se como trajectórias

conceptuais, alternativas ao conhecimento científico comum, dependendo das diferentes culturas e dos diversos sistemas educativos. A par desta estabilidade, registam-se, com frequência, efeitos regressivos, ou seja, o ressurgimento de concepções que parecia terem sido abandonadas.

Parece hoje ser consensual que as crianças chegam à situação de ensino formal possuindo concepções prévias que lhes permitem explicar muitos fenómenos que irão ser estudados nas aulas de ciências. Estas concepções encontram-se fortemente enraizadas nas mentes dos alunos e como, na maior parte das situações, diferem das ideias científicas veiculadas pela ciência escolar, podem ser responsáveis por resultados de ensino não previstos e não desejados pelo professor. Assim, a primeira preocupação do ensino consiste em conhecer e valorizar as concepções com que as crianças chegam à escola (Duarte e Faria, 1992). Neste contexto, para o ensino-aprendizagem das ciências, os professores devem aceitar o seguinte desafio:

“Ouvir as crianças, de modo a compreender e valorizar as ideias que elas levam para as aulas de ciências. Só depois de conhecerem estas ideias poderão decidir o que fazer e como fazer o seu ensino (Duarte e Faria, 1992, p.66).”

1.5.2 A aprendizagem formal e a mudança conceptual

A investigação sobre as concepções alternativas proliferou na década de 80 tendo-se centrado em estudos descritivos de inventariação. A predominância destes estudos, relativamente aos que tratam de propostas de tratamento didáctico destas concepções, é notória na área das ciências. Comparativamente aos estudos da didáctica da Física e da Química, a didáctica da Biologia tem vindo a ser menos trabalhada e só recentemente (na última década) tem vindo a desenvolver-se (Santos, 1992).

São estudos que, genericamente, visam diagnosticar em profundidade a compreensão conceptual privada dos alunos antes, durante e depois da aprendizagem escolar, privilegiando, contudo, as concepções alternativas que reflectem experiências de aprendizagem anteriores à instrução formal. A sua abrangência temática é vasta e diversificada, tendo sido diagnosticadas concepções alternativas sobre tópicos leccionados nas várias disciplinas curriculares de ciências (Física, Química, Biologia, Geologia, Ciências da Terra, Ciências do Universo ...).

A mudança conceptual traduz-se por um esforço de objectivação, condicionado pelo método de construção imposto pelo sujeito, bem como pelas suas múltiplas estruturas conceptuais prévias. Assim, ter em conta a mudança conceptual no ensino das ciências “*é refutar modelos didácticos que ignoram ou subestimam a natureza e origem dos conceitos que o aluno já possui* (Santos, 1990, p.107).” É, pelo contrário, ter em conta ideias e percursos já construídos pelo aluno, nomeadamente construídos anteriormente à aprendizagem formal: “*É entender a aprendizagem conceptual como uma mudança entre concepções qualitativamente diferentes* (Santos, 1990, p.107).”

As concepções alternativas, sendo parte integrante do conteúdo, têm um papel determinante na mudança conceptual, pois podem constituir-se como obstáculo (Clément, 1998) mas também como desafio ao avanço (Santos, 1990).

Clément (2002), considera que tudo o que se opõe a uma aprendizagem constitui um obstáculo de aprendizagem: ou porque não permite que a aquisição do conhecimento ou do saber-fazer se realize; ou porque não permite a mobilização de conhecimentos ou do saber-fazer, aparentemente adquiridos, em situações de vida quotidiana ou profissional onde eles seriam úteis. Considera, ainda, que cada aluno constrói os seus conhecimentos através da confrontação entre as suas concepções prévias e as situações de aprendizagem em que se encontra, sendo que as concepções dos mesmos podem ser um obstáculo a aprendizagens específicas. Uma situação escolar será tanto mais eficaz quanto mais considerar as concepções dos alunos que poderão tornar-se obstáculo às aprendizagens pretendidas.

Neste sentido, conforme o mesmo autor, também um professor tem as suas próprias concepções sobre aquilo que ensina. Neste contexto, De Vecchi e Giordan (1987), consideram que todos – crianças e adultos – possuem uma representação do mundo, sendo importante que os professores reflectam sobre as suas próprias concepções, não somente as que são relativas ao conteúdo mas também as que dizem respeito aos valores que podem ser transmitidos directa ou indirectamente.

Clément (2002), classifica os obstáculos de aprendizagem em três categorias: **Obstáculos Epistemológicos** (correspondem às concepções construídas ao longo da vida quotidiana e que se opõem à interpretação científica isto é, derivam da dificuldade de ruptura entre as percepções da vida quotidiana e os conhecimentos científicos); **Obstáculos Didácticos** (correspondem a concepções não, como no caso dos obstáculos epistemológicos, construídas na vida quotidiana, mas

concepções construídas aquando das aprendizagens escolares anteriores, provêm da forma como os saberes científicos são apresentados aos alunos quer por via directa do professor quer pela documentação que lhe é fornecida, como por exemplo os manuais escolares cuja apresentação demasiado simplificada, para que seja facilmente compreendida pelos alunos, pode tornar-se concomitantemente fornecedora de noções erradas que poderão manter-se até níveis educativos superiores) e **Obstáculos Psicológicos** (em que o aluno, por razões de ordem pessoal, rejeita aceitar e, por conseguinte, não assimila as novas concepções científicas que lhe são apresentadas; são subtis, difíceis de identificar bem como a forma de remediação, estão ligados ao desenvolvimento psico-afectivo dos alunos e à relação com a Escola e os Saberes).

Considera, ainda, que para ocorrer mudança conceptual no processo de aprendizagem será necessário conhecerem-se não só as concepções prévias dos alunos mas também identificar tudo aquilo que possa constituir obstáculo às aprendizagens pretendidas.

A aceitação, pelo Movimento das Concepções Alternativas (MCA), das concepções alternativas dos alunos, como visões pessoais do mundo que fazem sentido do ponto de vista individual, não implica a defesa de que tais concepções devam permanecer imutáveis. Os conceitos não são estáticos: obedecem a uma dinâmica natural passível de ser, deliberada e intencionalmente, educável mediante estratégias de mudança conceptual. Assim, da mesma forma que o MCA respeita e tem em atenção o conhecimento privado de cada individuo, dá, também, uma atenção muito especial ao papel responsável que cabe ao sujeito no processo de mudança conceptual e às estratégias de ensino que a facilitam (Santos, 1990).

Não obstante, a mudança não é fácil. Santos (1990), refere que qualquer ideia está articulada de forma complexa com muitas outras ideias e portanto, mudar uma implica, muitas vezes, repensar outras.

Driver *et al.* (1994), sugerem que a compreensão da aprendizagem dos alunos é enformada pelo debate entre as tendências pessoal e social do construtivismo e a natureza do conhecimento científico. Segundo a perspectiva pessoal, a ênfase é colocada na interacção das estruturas cognitivas dos alunos com os fenómenos, isto é, na construção pessoal do conhecimento (Carey, 1985). Na perspectiva social do construtivismo, a aprendizagem, para além de uma reestruturação cognitiva baseada na interacção com a realidade física, decorre de um processo através do

qual os alunos contactam com vários modelos, teorias e processos usados pela comunidade científica. Ou seja, o construtivismo social realça tanto as interacções com a realidade física como com a realidade simbólica. Ao reconhecer que as ciências são simbólicas e socialmente construídas e comunicadas, confere papel relevante ao contexto social (Edwards e Mercer, 1987).

Oliva (1999), baseando-se em trabalhos de vários autores, reconhece que, embora as ideias dos alunos não correspondam a respostas aleatórias, a sua existência não se explica satisfatoriamente a partir de uma visão construtivista centrada na hegemonia de esquemas únicos de conhecimento, perfeitamente estabelecidos e assentes. Deve, pois, ter-se em consideração o grau de compromisso cognitivo que o aluno mantém com as suas concepções em casos distintos. Em certas situações, podem mesmo ser o reflexo de um conhecimento interno verdadeiramente estável, enquanto noutras podem estar condicionadas por uma certa forma directiva de abordar tarefas que servem para a sua detecção. Este fenómeno é denominado de “*dispersão conceptual* (Oliva, 1999, p.31)”, sugerindo a possibilidade de coexistência, num mesmo aluno, de distintas concepções que competem, face a uma determinada situação.

Quer isto dizer que o aprendiz pode dispor de um determinado esquema e não o mobilizar para uma situação concreta, embora o mobilize noutra. Daí que o “*conhecimento se considere um componente latente, nem sempre exteriorizado* (Oliva, 1999, p.31).” Abre-se, portanto, a possibilidade de um mesmo aluno mobilizar concepções distintas em diferentes ocasiões, o que pode não ser mais do que a existência de uma certa competitividade entre esquemas distintos que convivem no pensamento.

Neste sentido, Martins e Veiga (1999), afirmam que no ensino das ciências, como noutras áreas da educação escolar, é, por isso, fundamental ter em conta as ideias e as explicações que os alunos possuem sobre os conceitos que os programas veiculam, pois só a consciência da existência dessas ideias e a sua identificação permite, ao professor, encontrar respostas didácticas adequadas. Isto pressupõe que o professor aceite como natural o carácter evolutivo do aluno, colocando a sua contribuição ao nível das propostas de ensino para a mudança conceptual, as quais devem enquadrar estratégias que, partindo das concepções alternativas daquele, procurem criar situações onde estes construam ou reconstruam novas estruturas conceptuais.

Para Gunstone (1994), a mudança conceptual raramente se limita a uma substituição de concepções, sendo antes um processo gradual, que envolve uma adição conceptual seguida de reestruturação cognitiva, não implicando, necessariamente, o desaparecimento da concepção prévia. A mudança conceptual é, pois, entendida como um processo de substituição e adição de concepções diferentes, dando lugar ao aparecimento de esquemas conceptuais paralelos ou plurais no aprendiz, em diferentes contextos, que reflectem uma compreensão baseada nas experiências pessoais dos alunos (Solomon, 1983).

Santos (1990), considera que a mudança conceptual na aprendizagem não diz apenas respeito a mudanças nos conteúdos conceptuais, mas também a mudanças no sistema cognitivo para poder aprender esses conteúdos. Neste sentido, as competências do pensar, que qualquer mudança conceptual implica, não podem ser encaradas como sub-produtos da atenção que se dedica à construção do conteúdo conceptual: *“Dizer que se aprendeu por mudança conceptual é dizer que se modificou o quadro mental existente para dar acolhimento a um novo conceito (Santos, 1990, p.109).”* De facto, segundo esta autora, constata-se que alunos diferentes adquirem concepções diferentes, a partir da mesma informação, isto é, processam a informação de modos diferenciados. Isto acontece não só porque partem de estruturas conceptuais diferentes mas também porque há diferenciação no grau de desenvolvimento das suas competências do pensar.

No que se refere às competências do pensar, há a considerar, na formação de conceitos por mudança conceptual, dois aspectos distintos mas que interactuam (Santos, 1990, p.109):

*“A – Um diz respeito ao **pensamento primeiro**. Engloba tendências do pensar mais ou menos naturais, mais ou menos espontâneas, mais ou menos intuitivas, mais ou menos inconscientes, que começam a funcionar desde o berço, ou seja, a partir do momento em que o sujeito faz discriminações no seu meio. Diz respeito à formação dos conceitos que se precipitam do real. Não convida à reflexão, radica-se na crença, na afectividade e no imaginário.*

*B – Outro aspecto da conceptualização diz respeito ao **pensamento segundo**. Este engloba processos de pensamento mediatos, racionais, conscientes e não evidentes, processos a que tradicionalmente se chama pensar. Exige interacção verbal e instrução específica. Não se trata, como no pensamento primeiro, de dar uma resposta rápida e imediata à experiência, trata-se de aprofundar e de reflectir sobre respostas a mundos reais ou possíveis).”*

Neste sentido, admite-se que as concepções alternativas são, em geral, fruto do primeiro dos dois aspectos da conceptualização. Santos (1990), considera que elas ocorrem como resposta imediata à experiência, referindo que o mesmo não se

passa com a construção dos conceitos científicos. A natureza destes difere significativamente da natureza das concepções alternativas, como já referido. Os conceitos científicos são, em regra, fruto do “pensamento segundo” que hoje se admite poder ser intencionalmente desenvolvido (Santos, 1999, p.109),

*“Tal possibilidade prende-se com a assumpção de que a educabilidade da inteligência é possível. Pressuposto que abre amplas perspectivas à elaboração, intencional e deliberada, de estratégias metodológicas especificamente dirigidas ao desenvolvimento de competências do pensamento – **aprender a pensar**.”*

Esta autora considera tratar-se, fundamentalmente, de ensinar os alunos a utilizar de forma consciente, produtiva e racional o seu potencial de pensamento.

Ao processo de mudança conceptual é reconhecido o seu carácter gradual, a sua natureza específica e a possibilidade de existência de vários mecanismos. Digamos que, durante o processo de reestruturação, se inicia um enfraquecimento progressivo de certas relações entre conceitos e de certas regras de inferência de natureza intuitiva, mais concordantes com o ponto de vista científico (Oliva, 1999).

Epistemologicamente, a perspectiva de mudança como algo de gradual parece estar em consonância com posturas epistemológicas recentes, como as de Laudan (citado por Duschl, 1997), para quem teorias, métodos e objectivos das ciências formam uma trama complexa e articulada, em que, mais do que uma relação de subordinação entre esses componentes, se verifica uma relação de interdependência e influência mútuas.

Para Oliva (1999), psicologicamente, esta visão gradual do processo de mudança encontra suporte em Vygotski, considerando este autor que os alunos, por vezes, podem não chegar a fazer uso efectivo das concepções científicas que se ensinam nas escolas, não porque as desconheçam ou precisem delas, mas porque se encontram localizadas dentro do que chamou de “*zona do desenvolvimento potencial* (Oliva, 1999, p. 32).” Nestes casos, as noções implicadas não poderiam ser usadas pelos indivíduos, mas poderiam ser susceptíveis de um desenvolvimento condicionado pelas ajudas do professor, dos próprios colegas ou de outros recursos de aprendizagem. Ou seja, em princípio, estas ideias já existiriam, pelo que o processo de aprendizagem cumpriria mais a função de “*um germe favorecedor e impulsionador das mesmas, do que a de precursor de uma transformação revolucionária a grande escala* (Oliva, 1999, p. 32).”

Também para Nussbaum (1989), a evolução das ideias dos alunos parece evidenciar que as ideias intuitivas e esquemas alternativos evoluem de forma

progressiva, mais do que de modo brusco e revolucionário, como acontece com as mudanças de paradigmas ao longo da história das ciências. Giordan e De Vecchi (1996, p.33), referem o “*aparecimento frequente de concepções híbridas entre as de senso comum e as científicas.*” Ao observar um desnível apreciável entre o nível intuitivo, em que se move o pensamento inicial dos alunos e o nível teórico e explicativo das novas ideias que lhe são apresentadas, Santos (1992), propõe o estabelecimento de uma fase intermédia, na qual os alunos podem descrever, de forma orientada, regras e regularidades através das suas próprias observações e descrever os fenómenos em termos qualitativos e quantitativos, sem esperar mudança substancial na natureza das ideias mantidas.

Uma posição intermédia para o estatuto das concepções prévias comporta implicações importantes no modo de compreender a mudança conceptual. Assim, do ponto de vista das ciências escolares, superar essas concepções conduziria a uma mudança nas teorias implícitas, subjacentes a respostas e argumentações dos alunos e, conseqüentemente, a uma mudança nas estruturas mentais que, com carácter mais ou menos geral, se encontram por detrás delas.

Segundo Oliva (1999), o enfoque deve, então, ser feito no conhecimento intuitivo, por possuir uma natureza interna e potencial, na qual as concepções que se detectam não são a ponta do iceberg. Segundo este ponto de vista, as ideias que os alunos manifestam, e que se delimitam directamente através de questionários e entrevistas, não seriam em si mesmas as concepções que estes possuem, mas as suas manifestações externas mediatizadas por factores, tais como o contexto ou a tarefa.

Sendo o conflito conceptual um processo complexo e diverso, vários são os mecanismos que o tentam justificar, tendo em vista a necessária mudança conceptual.

No modelo de Posner (citado por Veiga *et al.*, 2000), a ênfase vai para os mecanismos de substituição, centrados principalmente nos fenómenos de acomodação.

Hewson e Beeth (1995), propõem duas modalidades diferentes: a captura conceptual, baseada em processos de assimilação que amplia os mecanismos de substituição, para os casos em que as novas ideias não são totalmente compatíveis com a visão mantida previamente pelo aluno; o intercâmbio conceptual, em que a substituição é ocasional, não se conseguindo uma mudança por mutação ou por

integração de umas ideias noutras, e em que as novas ideias se diferenciam das já existentes, mantendo com elas um comportamento coexistente e de uso alternante.

Luffiego (1994, citado por Veiga *et al.*, 2000), apresenta o seu modelo de evolução conceptual com base na teoria dos esquemas. Segundo este autor, os sistemas conceptuais evoluem em cadeia, de forma que, em cada etapa, se incorpora nova informação, cujo produto pode resultar diferente da mera soma ao estado anterior da informação adicionada. Nas fases, que chama de estabilidade do sistema, adopta-se um comportamento não linear, havendo resistência à mudança em grande escala e verificando-se neles apenas processos de acumulação e refinamento. Mas, aqui chegado, pode o sistema tornar-se instável (caótico), sendo que, então, o carácter não linear do processo de aquisição de informação se agudiza e a evolução do sistema pode converter o fenómeno em imprevisível. Nesta fase, quantidades mínimas de informação podem ver-se amplificadas num fenómeno semelhante aos fenómenos físicos de ressonância e estas mudanças podem adquirir significado dentro do esquema conceptual, cristalizando num novo sistema de ideias.

Esta multiplicidade de modelos de mudança conceptual vem convergir com alguns mecanismos distintos de aprendizagem, postulados por outros autores (Veiga *et al.*, 2000). Assim, Carey (1985), distingue entre processos de reestruturação forte e reestruturação débil, baseando-se na possibilidade de se verificar uma mudança que afecte o compromisso ontológico do individuo, ou, simplesmente, a aquisição de novos conhecimentos e a diferenciação e integração de noções que já possui. Para Vosniadou (1994, citado por Veiga *et al.*, 2000), a mudança conceptual interpreta-se como uma modificação progressiva nos modelos mentais que o sujeito possui, podendo ser gerada por um processo de enriquecimento de informação, a partir da estrutura conceptual existente, ou por uma revisão ou mudança das crenças e dos pressupostos de partida.

Tecidas estas considerações, realce-se que a aprendizagem das ciências deve, então, assumir-se como um processo de atribuir significado à nova informação em função do já conhecido, que envolve uma interacção complexa entre experiência pessoal, linguagem e socialização (Driver *et al.*, 1994). Para tal, no ensino das ciências, o discurso social deve ser facilitado, tendo em conta, nomeadamente, uma introdução aos fenómenos e ao simbolismo das ciências, para se estabelecerem ligações entre as concepções do senso comum e as científicas, tendo em vista a promoção de aprendizagens de qualidade.

Das concepções intuitivas aos conceitos científicos há um longo caminho a percorrer. Elas permanecem nos adultos e oferecem uma forte resistência à mudança, pois são o resultado de uma elaboração pessoal que se foi consolidando ao longo dos tempos, daí que a sua remoção imediata seja difícil (Maddox, citado por Sá, 1990). Segundo Oliveira (1991), elas estão profundamente ancoradas no espírito dos alunos e, conseqüentemente, prevalecem apesar do ensino escolar. Tal estabilidade revela-se, quer entre alunos que estudam ciências, quer entre os que abandonam esses estudos. Esta tenacidade torna-se manifesta quando as concepções alternativas ressurgem depois dos alunos terem dado provas, em situações escolares, de as terem ultrapassado. Este carácter regressivo evidencia que *“as concepções alternativas podem passar por um período de latência – “enquistamento” – enquanto se dá uma “colagem” de conceitos para obter êxito nos exames (Oliveira, 1991, p. 86).”* Assim,

“Passado esse curto efeito (colagem memorística), elas ressurgem cheias de força, não só para operar no domínio do conhecimento vulgar (senso-comum) mas, também, no domínio do conhecimento científico. É neste domínio, e não no primeiro, que a recorrência dá lugar a muitos deslizes, mesmo entre adultos com cultura científica (Oliveira, 1991, p. 87).”

Recorrendo à teoria Vigotskiana, alguns investigadores analisam a mudança conceptual em alguns pontos:

- 1) Conflito entre conhecimentos intuitivos e formais.
- 2) Situação de harmonia entre os dois tipos de conhecimento.
- 3) Situação em que o conhecimento intuitivo é escasso para actuar com o formal.
- 4) Inexistência de conhecimento formal, para contrapor com o espontâneo do aluno.

É com base nesta análise que classificam o desenvolvimento conceptual em três categorias:

- a) Quando há compreensão, integração e relação entre as diferentes partes do conhecimento.
- b) Quando o conflito entre os dois tipos de conhecimento é parcial, ocorrendo uma interligação gradual entre eles.
- c) Quando o conflito entre os dois conhecimentos é enorme, exige-se o abandono de um (Duarte, 1993).

A construção do conhecimento científico não exige que se faça um corte com as concepções prévias, mas que as novas aquisições se vão integrando gradualmente

nas já existentes. Como afirmam Giordan e De Vecchi (citados por Duarte, 1993), “o saber científico é elaborado a partir das concepções existentes, através de um longo processo de distanciamento, que resulta na construção de uma nova visão da realidade.” Assim, a estrutura conceptual do aluno modifica-se com a incorporação de novos conhecimentos nos já existentes.

É por isso que, na opinião de Solomon (citado por Oliveira, 1991), não se deve pedir, aos alunos, que eliminem as suas concepções alternativas mas, que se tornem aptos a operar nos dois domínios e a saber distingui-los. Para Oliveira (1991), as concepções alternativas podem modificar-se ou coexistir com conceitos científicos mas dificilmente desaparecem de forma completa. Frequentemente, deixam “*aderências parasitárias* (Oliveira, 1991, p.101).” De facto, o aluno tem grande dificuldade em se separar delas. Resiste à sua análise racional, não só porque as concepções alternativas são representações que, apesar de idiossincráticas, são compartilhadas e logo reforçadas pela experiência quotidiana mas, principalmente, porque são construções cognitivas em que o sujeito coloca muito de si próprio. Construções que surgem impregnadas de traços psicológicos do foro afectivo (subjectivos, inconscientes...) e que, conseqüentemente, são excessiva e abusivamente valorizadas pelo sujeito.

Para Harlen (1992), a remoção destas ideias é tanto mais difícil, quanto mais tempo permanecem intocáveis e para as perverter não basta uma simples explicação, pois só com uma boa razão, com o recurso à experiência e à manipulação de objectos se conseguem as mudanças desejáveis.

Dos estudos efectuados às concepções intuitivas da criança, Lautrey (citado por Sá, 1990) chegou à conclusão de que tais concepções poderão não ser hierarquizáveis relativamente ao grau de aproximação científica. Tais concepções são variáveis de indivíduo para indivíduo dependendo das características deste. Logo, diferentes sujeitos podem atingir conceitos científicos sem ter que percorrer os mesmos níveis, para atingir a meta. Mesmo dentro de um conteúdo específico, os indivíduos podem ter percursos diferentes, até atingir um nível superior.

Numerosos estudos têm sido realizados com crianças e jovens adolescentes nas últimas décadas acerca da estruturação do conhecimento e sua consequência comportamental (Freitas, 1987). Muitas e variadas foram as técnicas, os métodos, as análises que se têm revelado de uma enorme importância no que respeita ao ensino-aprendizagem das Ciências.

Oliveira (1991), refere que as investigações realizadas permitiram chegar a importantes conclusões que por sua vez foram a base de algumas intervenções nos currícula e nas estratégias de ensino-aprendizagem das Ciências. Mas, estamos, ainda, longe de um amplo consenso nesta matéria, pois é necessário que novas investigações se realizem, se estendam a diferentes faixas etárias e a estudantes oriundos de diferentes meios sócio-económicos e culturais.

1.5.3 O papel do professor na mudança conceptual

Estes estudos têm dado um importante contributo para repensar os actuais currícula, assim como alterar ou criar novos, mais adequados e eficazes e, neste âmbito, crê-se que este estudo será um bom contributo para o mesmo propósito. Reveste-se de especial importância para a metodologia do ensino das Ciências, podendo servir de apoio à adopção de novas estratégias de ensino-aprendizagem. Tem a vantagem de fornecer aos professores dados acerca do que os seus alunos pensam, ajudando-os, assim, na difícil tarefa de ensinar (Freitas, 1987).

Neste contexto, Santos (1990), refere que cabe aos professores “ensinar”, sobretudo, aos alunos que, pela forma como abordam os problemas, tendem a não alcançar, por si próprios, o “pensamento segundo”, indispensável a uma autêntica mudança conceptual, considerando que um meio facilitador desse “ensino” é o que permite o confronto do pensamento entre pares (colegas de turma, por exemplo). É o confronto do próprio pensamento com o de outros que vai permitir não tomar nem como absolutos nem como certos os processos de pensar, as percepções, as concepções, os conceitos...

“Na realidade, muitas vezes não alcançamos o “pensamento segundo” por não dispormos de meios (ou por não os mobilizarmos) para descobrir a subjectividade e a falibilidade do nosso “pensamento primeiro”. Este não é um mal. É uma necessidade. Para o podermos ultrapassar temos de passar por ele (Santos, 1990, p.110).”

Logo, as concepções alternativas, concepções prévias ou concepções intuitivas dos alunos são elementos que influenciam a construção do conhecimento e, por consequência, a aprendizagem. O papel do professor é, então, muito importante, devendo utilizar estratégias que envolvam os alunos “no reconhecimento das concepções que possuem, numa avaliação do seu valor e adequação a novas

situações, bem como na tomada de decisão para a sua reestruturação (Gunstone, 1989, citado por Duarte, 1993, p.20)."

Segundo Duarte e Faria (1992), o professor, ao aplicar este modelo, não vai contra as ideias dos alunos, rebatendo-as. Encaminha-as passo a passo até noções cientificamente correctas, apresentando argumentos que os leve a aperceber-se dos seus erros e, expondo depois o conhecimento acabado. O modelo pressupõe do aluno uma mobilização constante do saber. No seu desenrolar o professor acompanha o aluno *"indo com as ideias do aluno para ir progressivamente contra (Duarte e Faria, 1992, p.78)."* Ao aplicar este modelo, que é particularmente útil no ensino básico, conforme referem as mesmas autoras, o professor que decide "seguir" os alunos, tem um papel que está longe de adquirir um estatuto insignificante. Não assume a posição de fazer uma simples transmissão de conhecimentos, nem se situa na posição de permitir uma descoberta ao acaso. Neste tipo de abordagem, o papel do professor *"é determinante na análise da situação da sala de aula e na construção do saber dos alunos, ao propor-lhes caminhos e ferramentas (Duarte e Faria, 1992, p.78)."* Estas ferramentas são elementos ou modelos para observar e/ou manusear, textos, ilustrações, experiências e contraprovas experimentais.

Solomon (1983), refere que as concepções alternativas parecem ser extraordinariamente tenazes e resistentes à mudança, persistindo em alunos com vários anos de ensino das ciências e mesmo em professores. Para não sejam prisioneiro destas, para que não as transmitam ao seu modo, é importante que também estes as identifiquem.

Assim, um professor justifica as situações de aprendizagem que propõe aos seus alunos pela necessidade de transmitir conhecimentos científicos que possui, e que os alunos não possuem ainda. Mas as situações que ele propõe são igualmente estruturadas por meio de outros parâmetros (institucionais, didácticos, afectivos, sistemas de valores, ...) que podem ser obstáculo às aprendizagens (Clément, 2002).

Neste sentido, o objectivo do presente estudo é conhecer e classificar as concepções prévias e as dificuldades de aprendizagem que os alunos do 1º Ciclo do Ensino Básico apresentam relativamente à aprendizagem do tópico "Aparelho urinário". Para tal, foi necessário conhecerem-se: (i) as concepções prévias dos alunos, antes do ensino formal que só ocorre no 3º ano de escolaridade; (ii) as

concepções adquiridas como resultado imediato das aprendizagens destas matérias no 3º ano; (iii) e, ainda, o resultado destas aprendizagens a médio prazo, concretamente um ano depois, no 4º ano de escolaridade.

Pretende-se, pois, conhecer as noções de função, estrutura e funcionamento do aparelho urinário que apresentam os alunos antes e depois do ensino formal deste tópico; conhecer as noções de função, estrutura e funcionamento do aparelho urinário surgidas após o ensino formal: imediatamente após as aprendizagens, no 3º ano de escolaridade e um ano mais tarde, no 4º ano de escolaridade; conhecer padrões de dificuldades relativamente às aprendizagens desta função do corpo humano que possam vir a constituir um bom instrumento de referência para os professores utilizarem no processo de ensino-aprendizagem.

CAPÍTULO II

METODOLOGIA

2.1 Descrição geral do estudo

Este estudo teve como objectivo conhecer e classificar as concepções prévias e adquiridas e as dificuldades de aprendizagem que os alunos do 1º Ciclo do Ensino Básico apresentam relativamente à aprendizagem de um tópico de biologia humana: “Aparelho Urinário”, tendo sido necessário conhecer as concepções prévias dos alunos, antes do ensino formal que só ocorre no 3º Ano de escolaridade; as concepções adquiridas como resultado imediato da aprendizagem desta matéria no 3º Ano; e, ainda, o resultado da aprendizagem a médio prazo, um ano depois, no 4º Ano de escolaridade.

A investigação assumiu uma vertente de estudo de caso, cobrindo os quatro anos de escolaridade do 1º Ciclo do Ensino Básico, tendo-se usado como instrumento de recolha de dados o questionário. Este instrumento permitiu aplicar-se a técnica de expressão por desenho, complementada por expressão verbal, tanto textual como oral.

Assim, o presente capítulo decorre pela selecção da metodologia; amostra dos alunos envolvidos no estudo; selecção dos instrumentos e das técnicas de investigação; procedimentos seguidos na recolha de dados; e processos utilizados no tratamento e análise dos dados.

2.2 Selecção da metodologia

O estudo de caso é o método especialmente indicado para investigadores isolados, dado que proporciona uma oportunidade para estudar, de uma forma mais ou menos aprofundada, um determinado aspecto de um problema em pouco tempo (embora alguns estudos sejam prosseguidos durante um longo período de tempo) (Bell, 1997).

O estudo de caso “*consiste na observação detalhada de um contexto, ou individuo, de uma única fonte de documentos ou de um acontecimento específico* (Merriam, 1988, citado por Bogdan e Biklen, 1991, p.89)”.

Bell (1997, p.22), refere que o estudo de caso tem sido definido como sendo “*um termo global para uma família de métodos de investigação que têm em comum o facto de se concentrarem deliberadamente sobre o estudo de um determinado*

caso”. Esta autora considera que é muito mais do que uma história ou descrição de um acontecimento ou circunstância e tal como em qualquer outra investigação, os dados são recolhidos sistematicamente, a relação entre as variáveis é estudada e o estudo é planeado metodicamente. Assim,

“Apesar de a observação e as entrevistas serem os métodos mais frequentemente utilizados nesta abordagem, nenhum método é excluído. As técnicas de recolha de informação seleccionadas são aquelas que se adequam à tarefa (Bell, 1997, p.23)”.

Este estudo de caso desenvolveu-se de forma transversal, de maneira a cobrir os quatro anos de escolaridade que compõem o 1º Ciclo do Ensino Básico, o que possibilita estudar-se, no mesmo momento, um grande número de indivíduos distintos, num mesmo espaço de tempo, podendo ser observados diferentes variáveis ou aspectos da estrutura do sujeito em momentos e etapas diferentes do desenvolvimento (Bisquerra, 1989).

Neste sentido, *“o investigador identifica um “caso” a estudar (Bell, 1997, p.23)”*: as concepções prévias e adquiridas em alunos do 1º Ciclo do Ensino Básico, do 1º ao 4º ano de escolaridade, sobre o tópico “Aparelho urinário”. Ao pretender-se conhecer a relação existente entre as diferenças-padrão, a nível das respostas dos alunos antes e depois do ensino formal, conhecem-se também as relações existentes entre determinadas variáveis dentro dos vários grupos, tais como meio, género, tempo (após a aprendizagem e um ano mais tarde) e manuais escolares utilizados.

Há a referir que os críticos desta abordagem de investigação apontam o facto de a generalização não ser geralmente possível e questionam o valor do estudo de acontecimentos individuais, pois grande parte da pesquisa em educação procura de facto generalizar e contribuir para o desenvolvimento de uma teoria educacional (Bell, 1997). Neste âmbito, Bassey (1981, citado por Bell, 1997, p.24), é da opinião de que,

“um critério importante para avaliar o mérito de um estudo de caso é considerar até que ponto os pormenores são suficientes e apropriados para um professor que trabalhe numa situação semelhante, de forma a poder relacionar a sua tomada de decisão com a descrita no estudo. O facto de um estudo poder ser relatado é mais importante do que a possibilidade de ser generalizado.”

Este autor considera, ainda, que se os estudos de casos

“forem prosseguidos sistemática e criticamente, se visarem a melhoria da educação, se forem relatáveis e se, através da publicação das suas conclusões, alargarem os limites do conhecimento existente, então podem ser consideradas formas válidas de pesquisa educacional (Bassey, 1981, citado por Bell, 1997, p.24).”

É, pois, dentro deste contexto investigativo que “*todo o trabalho de recolha, observação, análise, sistematização e explicação dos fenómenos obedece a uma certa orientação (perspectiva de investigação), recorre a diversos meios (métodos e técnicas) e respeita determinados padrões (regras de elaboração e apresentação)*” (Fernandes, 1993) ”.

Assim, o questionário constitui uma técnica válida, fiável, tendo a vantagem de o investigador não influenciar a recolha de dados. Por outro lado, coloca os alunos em situação de igualdade quer no que respeita à natureza das questões quer do tempo, respeitando ainda o ritmo de cada aluno (Tuckman, 1978).

Neste sentido, a recolha de dados foi feita através da aplicação de um questionário aos alunos de todos os anos de escolaridade de duas escolas do 1º Ciclo do Ensino Básico do concelho de Vizela (meio urbano), durante o 1º Período do ano lectivo de 2003/04.

2.3 Instrumento de recolha de dados: questionário

O instrumento de recolha de dados consta de um questionário, o qual é constituído por uma parte de desenho e uma outra de texto (Anexo 1). Para completar as representações presentes no questionário recorreu-se à entrevista e sua transcrição, contribuindo, desta forma, para uma melhor caracterização e interpretação dos desenhos referentes a alunos do 1º Ano de escolaridade, pelo facto de estes não apresentarem competências no domínio da escrita.

Os alunos dos 1º e 2º Anos não foram sujeitos a ensino formal sobre o aparelho urinário nem sobre qualquer outro sistema de biologia humana. A recolha de dados relativa aos alunos do 3º Ano, realizou-se uma semana após o ensino formal do sistema referido e relativamente aos alunos do 4º Ano, foi realizada um ano após o ensino deste tópico.

No instrumento de recolha de dados aplicou-se a técnica de expressão por desenho que foi complementada pela expressão verbal, tanto textual como oral.

A técnica do desenho aplicada a crianças tem vindo a revelar-se muito adequada: é um veículo privilegiado de comunicação (Almeida, 1967, citado em Carvalho *et al.*, 2003) pois desenhar é uma forma de divulgar as representações pessoais/individuais de fenómenos para o domínio público (Buckley *et al.*, 1997,

citado em Carvalho *et al.*, 2003); evitando o constrangimento que pode ocorrer entre a criança e o investigador ao recear dar a “resposta errada” (White e Gunstone, 1992, citado por Carvalho *et al.*, 2003); é uma alternativa muito conveniente para alunos que revelam dificuldades em expressar-se verbalmente (Rennie e Jarvis, 1995, citado por Carvalho *et al.*, 2003), em particular para aqueles que iniciam a escolaridade e que apresentam baixas competências escritas; em geral, as crianças apreciam desenhar em actividades de ciências (Hayes *et al.*, 1994, citado por Carvalho *et al.*, 2003), assim, a técnica do desenho tem sido usada, recentemente, numa variedade de estudos científicos incluindo biologia humana (Giordan e de Vecchi 1987, Clément 1991, Sauvageot-Skibine 1993, Turner 1997, Teixeira 2000, Psarros e Stavridou 2001, Reiss *et al.* 2002, citado por Carvalho *et al.*, 2003).

O questionário (apresentado em Anexo 1) foi construído por um grupo de professores do Departamento de Ciências Integradas e Língua Materna do Instituto de Estudos da Criança, Universidade do Minho, sob a coordenação da Professora Doutora Graça Carvalho e de um consultor, um especialista internacional desta temática - Professor Doutor Pierre Clément, da Universidade Claude Bernard, Lyon1, os quais acompanham o desenvolvimento do estudo.

Este questionário, utilizado como instrumento de recolha de dados, foi fornecido a todos os alunos dos diferentes anos de escolaridade de duas escolas do concelho de Vizela (meio urbano), durante o 1º Período do ano lectivo 2003/04 e teve como principal objectivo conhecer e classificar as concepções dos alunos sobre o tópico “Aparelho urinário”, antes e depois do ensino formal, através de cinco perguntas abertas, estando, também, estruturado para fornecer dados quanto à caracterização por sexo, idade e ano de escolaridade de cada inquirido.

Segundo Hill e Hill (2002), a diferença entre perguntas abertas e perguntas fechadas situa-se essencialmente na forma como a resposta é dada.

As perguntas abertas requerem uma resposta constituída e escrita pelo respondente, ou seja, a pessoa responde com as suas próprias palavras e, no caso das perguntas fechadas, o respondente tem de escolher entre respostas alternativas fornecidas pelo autor.

As perguntas abertas têm a vantagem de “*poder dar mais informação; muitas vezes, dão informação mais “rica” e detalhada; e, por vezes, dão informação inesperada*” (Hill e Hill, 2002, p.94). No entanto, apresentam algumas desvantagens e dificuldades:

“muitas vezes, as respostas têm de ser “interpretadas”; é preciso muito tempo para codificar as respostas; normalmente, é preciso utilizar pelo menos dois avaliadores na “interpretação” e codificação das respostas; as respostas são mais difíceis de analisar numa maneira estatisticamente sofisticada e a análise requer muito tempo (Hill e Hill, 2002, p.94).”

Assim, o questionário baseado em perguntas abertas é, pois, especialmente útil em três situações (Hill e Hill, 2002, p.94):

- “- Quando o ideal seria efectuar entrevistas mas o investigador não tem tempo nem facilidade para as fazer.*
- Quando não há muita literatura sobre o tema de investigação ou quando a literatura não dá indicação das variáveis mais relevantes, ou importantes, e o investigador pretende fazer um **estudo preliminar** (“pilot study”) para encontrar tais variáveis.*
- Quando o questionário pretende obter **informação qualitativa** (em vez de informação quantitativa).”*

O questionário (Anexo 1), como já referido, é constituído por cinco perguntas abertas, adequadas ao nível etário dos alunos em estudo, estando, duas delas, elaboradas para se obter uma resposta com representação icónica e contendo as respectivas áreas para desenho. Assim:

Questão 1 - Água – *“Estás com sede e bebes meio litro de água, pouco tempo depois vais sentir vontade de urinar. Desenha o trajecto que essa água fará no teu corpo até ires urinar. (Não esqueças a legenda.)”*

Era pretendido conhecer e classificar as concepções acerca do relacionamento entre o aparelho digestivo, circulatório e urinário (interacção de saberes).

Questão 2 – Relação Imagem/Texto – *“Descreve, num pequeno texto, o trajecto que essa água fará no teu corpo.”*

Pretendia-se estabelecer uma relação qualitativa entre a imagem (representação icónica) e o texto (estrutura cognitiva).

Questão 3: *“Por onde sai a urina no corpo dos rapazes?... E no corpo das raparigas?”*

Era pretendido conhecer os termos aplicados aos orifícios urinários masculinos e femininos.

Questão 4 – Droga – *“Um toxicodependente injectou heroína na veia do braço. Passado pouco tempo fizeram-lhe análises e detectaram-lhe vestígios dessa droga*

na urina. Por onde passou a droga, desde que foi injectada até os seus vestígios serem excretados na urina? Faz o desenho. (Não esqueças a legenda.)”

Era pretendido compreender a relação estabelecida entre os aparelhos circulatório e urinário, tratando-se de algo não ingerido pela via mais assumida (boca) e perceber as concepções surgidas como efeito da entrada no organismo pela via sanguínea.

Questão 5 – Relação Imagem/Texto – “*Olha para o desenho que realizaste e explica por onde passa a droga no corpo do toxicodependente, desde que é injectada até os seus vestígios serem excretados na urina.*”

Pretendia-se estabelecer uma relação qualitativa entre a imagem (representação icónica) e o texto (estrutura cognitiva).

2.4. População e Amostra

Hill e Hill (2002, p.41), referem que os dados são “*informação na forma de observações, ou medidas, dos valores de uma ou mais variáveis normalmente fornecidos por um conjunto de entidades*”. Em ciências sociais é vulgar designar-se estas entidades por “casos” da investigação, que podem ser pessoas singulares, famílias, empresas, concelhos, ou qualquer outro tipo de entidade para o qual o investigador pretende retirar conclusões a partir da informação fornecida. Ao conjunto total dos casos sobre os quais se pretende “*retirar conclusões dá-se o nome de População ou Universo* (Hill e Hill, 2002, p.41)”

Estes autores consideram que é o objectivo da investigação que define a natureza e a dimensão do Universo, reconhecendo que, muitas vezes, o investigador não tem tempo nem recursos suficientes para recolher e analisar dados para cada um dos casos do Universo pelo que, nesta situação, só é possível considerar uma parte dos casos que constituem o Universo. Esta parte “*designa-se por **amostra** do Universo* (Hill e Hill, 2002, p.42).” Assim, “*o que o investigador pretende ou pode fazer, na maioria das situações, é analisar os dados da amostra, tirar conclusões, e extrapolar as conclusões para o Universo* (Hill e Hill, 2002, p.42).” Mas, reconhecem estes autores, que este processo de “**extrapolação das conclusões** pode correr bem ou pode correr mal (p.42)”:

“Se a amostra dos dados for retirada do Universo de modo que seja **representativa** desse mesmo Universo, é possível aceitar, com razoável confiança, que as conclusões obtidas utilizando a amostra possam ser extrapoladas para o Universo.

Uma amostra ideal deve ser um microcosmo do Universo. Daí que se torna importante escolher uma amostra representativa (Hill e Hill, 2002, p.42).”

A amostra deste estudo, caracterizada no Quadro 4 segundo o ano de escolaridade, o género e a idade, é constituída por 240 alunos do 1º Ciclo do Ensino Básico, do 1º ao 4º Ano de escolaridade: 60 alunos do 1º Ano, 60 do 2º Ano, 60 alunos do 3º e 60 do 4º Ano, frequentando duas escolas do concelho de Vizela (escolas A e B).

Quadro 4: Caracterização da Amostra

Ano	Turma	Rapazes	Raparigas	Total	Total por Anos	Idades					
						6	7	8	9	10	11
1ºAno	A	12	8	20	60	17	3				
1ºAno	AA	12	8	20		20					
1ºAno	B	15	5	20		20					
2ºAno	A	10	10	20	60	3	17				
2ºAno	AA	7	14	21		1	20				
2ºAno	B	7	12	19		1	16	2			
3ºAno	A	10	11	21	60		4	14	1	2	
3ºAno	AA	15	9	24				22	2		
3ºAno	B	8	7	15			1	9	4	1	
4ºAno	A	10	9	19	60			3	13	3	
4ºAno	AA	4	17	21				1	20		
4ºAno	B	12	8	20				1	14	3	2

2.5 Recolha de dados

A recolha de dados sobre o aparelho urinário realizou-se entre Novembro e Dezembro de acordo com as linhas definidas pelo Programa do 1º Ciclo Português, o qual prevê que o ensino formal dos sistemas de biologia humana, no 3º Ano, ocorra durante o 1º Período (ME, 1990).

A recolha de dados processou-se através da aplicação do questionário, seguido de uma curta entrevista aplicada aos alunos do 1º Ano, por não dominarem a escrita e,

por isso, não poderem responder totalmente ao questionário nem legendar os desenhos relativos às questões.

Os questionários foram aplicados em momentos diferentes: antes do ensino formal (1º e 2º anos de escolaridade) e após o ensino formal (3º e 4º anos de escolaridade): no 3º ano, uma semana após o ensino formal do conteúdo em questão, e, no 4º ano, após um ano. Assim sendo, o questionário permitiu obter informações de um grande número de alunos enquanto que a entrevista, mais morosa, ajudou a clarificar algumas respostas.

Os questionários foram aplicados em momentos de tempo diversos (entre 30 e 80 minutos...), no início da aula e com conhecimento e autorização prévia do professor da turma. Foram lidos em voz alta para todos os alunos, de forma a esclarecer todas as dúvidas e evitar interrupções durante o seu preenchimento. Os alunos foram informados quanto ao objectivo do questionário: não para avaliar conhecimentos mas para recolher as suas concepções acerca do assunto em estudo. No entanto, foram alertados para responderem a todas as questões com o máximo de rigor e da forma mais completa possível, para que se pudesse obter o máximo de informação relativamente a cada questão.

As entrevistas foram transcritas literalmente, procedendo-se imediatamente à legendagem ou à citação integral do conteúdo, produzido por cada aluno, no próprio questionário.

2.5.1 Procedimento na recolha de dados

Há a referir a disponibilidade de todos os docentes bem como do Conselho Executivo relativamente à aplicação do questionário, ao acesso às salas de aula, à documentação solicitada quanto à constituição de turmas, material didáctico e manuais escolares. Os docentes abordaram aberta e espontaneamente as metodologias aplicadas bem como os obstáculos encontrados. Considera-se, assim, pertinente apresentar uma síntese clarificadora dos passos fundamentais quanto ao procedimento tido na recolha de dados.

2.5.1.1 Antes do ensino formal

Data: 03/12/03, 1º Ano, escola A,

Tempo Utilizado: 80 minutos;

Curiosidades: a docente mostrou-se bastante receptiva e prestável tendo considerado, o estudo, extremamente interessante e, como tal, exigiu o máximo de concentração e seriedade.

Os alunos queriam que a professora mostrasse o desenho no quadro para ser copiado.

Aplicação: a investigadora aplicou o questionário na presença da docente, procedendo à simplificação directa do conteúdo do questionário para atender ao nível de competência linguística dos alunos.

Todos os alunos foram entrevistados a fim de se proceder à legendagem dos desenhos e às respostas escritas.

Data: 03/12/03, 1º Ano, escola A;

Tempo Utilizado: 70 minutos;

Curiosidades: a docente considerou o questionário interessante e referiu aos alunos que era tão importante como uma ficha de avaliação, exigindo o máximo de atenção.

Ninguém se pronunciou, posteriormente.

Aplicação: a docente aplicou o questionário na presença da investigadora, procedendo a uma explicação cuidada do objectivo e do conteúdo do mesmo, não comprometendo o rigor e a objectividade dos dados a recolher.

Todos os alunos foram entrevistados a fim de se proceder à legendagem dos desenhos e às respostas escritas.

Data: 05/12/03, 1º Ano, escola B;

Tempo Utilizado: 60 minutos;

Curiosidades: a docente considerou não ser difícil dado que os alunos já tinham estudado o tema “Primeiros Socorros”.

Exigiu a máxima atenção e: “*Não quero disparates nas respostas.*”

Ninguém se pronunciou, posteriormente.

Aplicação: a docente aplicou o questionário na presença da investigadora, procedendo à simplificação directa do conteúdo do questionário para atender ao nível de competência linguística dos alunos.

Relativamente ao desenho sobre o percurso da droga, a docente questionou: “*O que faz a picada?*”

Um aluno que na véspera se tinha magoado na aula de Educação Física, afirmou: “*Sai sangue. Quando feri o pé saiu sangue.*”

A docente acrescentou: “*O sangue está em todo o... Pensem... Podem começar.*”

Todos os alunos foram entrevistados a fim de se proceder à legendagem dos desenhos e às respostas escritas.

Data: 21/11/03, 2º Ano, escola A;

Tempo Utilizado: 50 minutos;

Curiosidades: os alunos riram-se da questão sobre a saída da urina no corpo dos rapazes e das raparigas.

Referiram situações do tipo: “*Já fiz chichi no copinho... tinha uma infecção na urina.*”, “*A minha mãe já fez muitas análises. À primeira não calhou, só calhou à segunda.*”, “*A droga é o cigarro.*”, “*Toxicodependente é meter farinha no corpo*”.

Aplicação: a docente aplicou o questionário, na presença da investigadora, e procedeu à definição dos termos “urinar”, “trajecto”, “toxicodependente” e “legenda”, exemplificando este último, no quadro, através de um pequeno desenho.

Ao referir-se ao desenho relativo à segunda parte do questionário, abordou a diferença quanto à entrada no organismo afirmando: “*Já não entra pela boca.*”

Data: 19/11/03, 2º Ano, escola A;

Tempo Utilizado: 45 minutos;

Curiosidades: a maioria dos alunos afirmou ter visto o corpo humano através de cassetes, de construções e de livros que tinham em casa, concluindo que já sabiam tudo.

Aplicação: a docente aplicou o questionário na presença da investigadora, procedendo, apenas, à definição dos termos “trajecto” e “toxicodependente”.

Data: 02/12/03, 2º Ano, escola B;

Tempo Utilizado: 60 minutos;

Curiosidades: ao definir os termos “trajecto” e “legenda” a docente afirmou: “*Entra na boca e faz um caminho. Por exemplo, na viagem até Guimarães passais por aqui... por acolá... ponham os nomes.*”

A questão sobre a saída da urina no corpo dos rapazes e das raparigas gerou risos e murmúrios.

Aplicação: a docente aplicou o questionário na presença da investigadora, procedendo à definição dos termos “urinar”, “legenda” e “trajecto”.

Três alunos pediram explicações adicionais quanto ao que era pedido no desenho do percurso da água.

2.5.1.2 Depois do ensino formal

Data: 06/11/03, 3º Ano, escola A;

Tempo utilizado: 40 minutos;

Curiosidades: a docente referiu que não abordou a relação com o sangue.

Material de Apoio à Introdução do Tópico: mapa e manual adoptado (ver Figura 27);

Aplicação: a docente preferiu ser a própria a fazer a leitura e a dar as explicações consideradas necessárias relativamente aos termos mais complexos, à simplificação vocabular das questões e à legenda dado estar na presença de uma turma com baixo rendimento, tudo isto na presença da investigadora, não tendo sido ultrapassado o procedimento estipulado.

Não houve qualquer questão, dúvida ou pedido posterior.

Os alunos não foram separados, encontravam-se nas suas posições normais.

Os sistemas Digestivo, Circulatório e Respiratório já tinham sido abordados.

Encontravam-se dois cartazes afixados na parede não tendo sido consultados.

Data: 07/11/03, 3º Ano, Escola A;

Tempo Utilizado: 45 minutos;

Curiosidades: a docente exigiu a atenção e o empenho habitualmente exigidos nos testes, afirmando tratar-se de um trabalho muito sério e importante para o

desenvolvimento do processo ensino-aprendizagem. Desde logo aumentou o nível de atenção!

A docente referiu que as cassetes vídeo utilizadas aquando da introdução do tópico apresentavam “*uma melhor relação de assuntos*”.

Material de Apoio à Introdução do Tópico: cassete vídeo “Era uma vez... A vida: Os rins/O sistema linfático”, mapa e manual adoptado (ver Figura 27);

Aplicação: a docente foi a própria a ler o questionário afirmando não haver lugar a explicações dado que as questões eram de fácil entendimento. Limitou-se a utilizar sinónimos nos termos “trajecto”, “excretados”, “toxicodependente”, “injectar” e “vestígios”, a pedido de alguns alunos.

Os alunos não foram separados, encontravam-se nas suas posições normais.

Os alunos questionaram imenso o desenho, querendo saber o é que era para desenhar.

Os sistemas Digestivo, Circulatório e Respiratório já tinham sido abordados.

Data: 04/11/03, 3º Ano, escola B;

Tempo Utilizado: 60 minutos;

Curiosidades: na véspera, a docente decidiu reforçar a matéria porque desejava obter bons resultados;

Material de Apoio à Introdução do Tópico: slides, mapa e manual adoptado (ver Figura 26);

Aplicação: o questionário foi aplicado pela investigadora a pedido da docente.

Foi lido integralmente e a linguagem simplificada: questionaram com maior frequência o que era exigido pela legenda e pelo texto; apenas uma aluna reconheceu um sinónimo de “toxicodependente” (drogado), quanto ao termo “excretado” só um aluno referiu “sair”; a seringa foi reconhecida como “vacina”.

Os alunos não foram separados, encontravam-se nas suas posições normais.

Os sistemas Circulatório e Digestivo já tinham sido abordados.

Encontravam-se dois cartazes didácticos afixados na parede tendo sido consultados por dois alunos.

Data: 13/11/03, 4º Ano, Escola A;

Tempo Utilizado: 35 minutos;

Curiosidades: a docente considerou o estudo muito interessante, mas advertiu para o baixo rendimento académico da turma. Pontualmente, deslocava-se pela sala de aula e observava o desempenho de alguns alunos mostrando-se preocupada com os resultados. No final, afirmou que iria rever a matéria e corrigir as respostas dadas.

Aplicação: a investigadora aplicou o questionário, lendo-o e explicando o seu objectivo, tendo definido, a pedido de alguns alunos, os termos “toxicodependente” e “excretados”.

Os alunos não foram separados, encontravam-se nas suas posições normais.

Data: 14/11/03, 4º Ano, Escola A;

Tempo Utilizado: 30 minutos;

Curiosidades: a docente manifestou, inicialmente, algumas reticências quanto à aplicação do questionário. Ao anuir afirmou: *“Pode ser... eles lêem e escrevem. É um trabalho.”*

Surgiram risos, murmúrios e alguns sinais de pudor aquando da resposta à questão sobre a saída da urina no corpo dos rapazes e das raparigas.

A professora da turma observou alguns questionários e referiu à investigadora: *“Os alunos não gostam deste aparelho e é o livro que provoca estes resultados. Tem pouca informação e poucas fichas e o professor é que tem que ter todo o trabalho.”*

Aplicação: a investigadora aplicou o questionário, na presença da docente da turma, lendo-o e explicando o seu objectivo.

Os alunos não identificaram o termo “excretados”, tendo sido utilizado, verbalmente, o termo “eliminados”.

Questionaram a investigadora sobre o que pedia para ser desenhado, na 1ª Questão, se *“entrava o sangue no desenho”* e, novamente, para que servia o teste.

Os alunos não foram separados, encontravam-se nas suas posições normais.

Data: 17/11/03, 4º Ano, escola B,

Tempo Utilizado: 30 minutos;

Curiosidades: a docente afirmou acentuadamente: “*Isto não é para nota*”.

A docente considerou a questão da seringa muito difícil sendo indicada para alunos do 6º Ano, ano em que a matéria seria dada de forma aprofundada.

Reconheceu ser necessária a existência de um torso e que a escola não dispunha de material suficiente.

Acrescentou que as respostas dependeriam da forma como a matéria foi dada por quem leccionou no ano passado.

Aplicação: a docente aplicou o questionário na presença da investigadora. Procedeu à definição dos termos “toxicodependente” e “excretados”. Uma aluna questionou sobre o sexo do “*boneco*” e uma outra sobre “*o que era para pôr no boneco*”.

Os alunos não foram separados, encontravam-se nas suas posições normais.

Os alunos iniciaram o preenchimento do questionário reconhecendo que a matéria estava esquecida.

Havia um cartaz, na parede, relativo aos sistemas do corpo humano mas ninguém o consultou.

2.6 Análise e tratamento dos dados

2.6.1 Análise de conteúdo

A análise de conteúdo efectuada a nível das respostas dos alunos, textuais e icónicas, e das componentes, relativas ao tópico em estudo, presentes nos manuais adoptados para estas turmas, oferece a possibilidade de tratar de forma metódica informações e testemunhos que apresentam um certo grau de profundidade e de complexidade, satisfazendo harmoniosamente as exigências do rigor metodológico (Quivy *et* Campenhoudt, 1992). É um processo através do qual os dados brutos são transformados sistematicamente e agregados em unidades que permitem uma descrição exacta das características pertinentes do conteúdo (Bardin, 1991).

A análise de conteúdo é um conjunto de técnicas de análise cada vez mais subtis e em constante aperfeiçoamento, que utiliza procedimentos sistemáticos e objectivos de descrição do conteúdo das mensagens, marcada por uma grande disparidade de formas e adaptável a situações e conteúdos extremamente diversificados (Bardin, 1991).

A partir do momento em que a análise de conteúdo decide codificar o seu material, deve produzir um sistema de categorias. No conjunto das técnicas de análise de conteúdo, a análise por categorias é o mais utilizado. A categorização tem por objectivo fornecer, por condensação, uma representação simplificada dos dados brutos (Bardin, 1991).

Foram, assim, criadas 14 categorias de conteúdo que sistematizam os dados recolhidos antes e depois do ensino formal. Para todas elas, apresentam-se exemplos de respostas mais frequentes dos alunos e de outras que, pelo seu significado educativo, parecem relevantes em termos investigativos. De seguida, apresentam-se as categorias criadas para as respostas a cada pergunta do questionário, utilizando-se a categorização previamente definida por Carvalho *et al.* (2004) (Anexo 2), quanto à análise das representações icónicas relativas ao percurso da água, e definindo-se categorias de análise sobre o percurso da droga e, ainda, de análise textual atendendo ao conteúdo e à legenda.

Categorias de Conteúdo

- Como os alunos desenham o percurso da água no organismo ...
- Que termos são utilizados nas legendas dos desenhos do percurso da água ...
- Qual a frequência de respostas que incluem a referência ou não referência aos rins ...
- Qual a frequência de respostas que incluem a referência ou não referência ao sangue ...
- Que relação é estabelecida quanto ao sexo do desenho da figura humana apresentada ...
- Como os alunos descrevem, num pequeno texto, o que expressaram através do desenho ...
- Que relação comparativa surge da análise textual e icónica em termos de conteúdo ...
- Qual a variedade de termos aplicados aos orifícios masculino e feminino quanto à saída da urina ...
- Como os alunos desenham o percurso da droga no organismo ...
- Como os alunos apresentam o conceito de circulação relativamente à entrada de uma substância através do braço, neste caso a droga ...
- Qual a frequência de respostas que incluem a referência ou não referência à saída da droga ...
- Qual a frequência de respostas que incluem a referência ou não referência à cabeça, isto é, aos efeitos cerebrais da droga ...
- Os alunos mobilizam conhecimentos quanto aos diversos aparelhos no desenho do percurso da droga ...
- Que relação comparativa surge da análise textual e icónica em termos de conteúdo...

2.6.2 Tratamento estatístico

As respostas dadas às perguntas abertas têm de ser “interpretadas”, determinando-se categorias para classificar as respostas a estas perguntas sendo, posteriormente, sujeitas a tratamento estatístico (Hill e Hill, 2002).

Neste âmbito, podem aplicar-se técnicas paramétricas ou não paramétricas. As técnicas paramétricas são estatísticas que lidam com parâmetros, e um parâmetro é uma característica de um Universo. As técnicas não-paramétricas não lidam com parâmetros e não assumem que os valores de uma variável têm uma distribuição normal. Estas estatísticas permitem analisar variáveis com valores numa escala ordinal ou numa escala nominal. O teste do Qui-quadrado (aplicado neste estudo) é um exemplo de técnicas estatísticas do tipo não-paramétrico que

“compara um conjunto de frequências observadas com um conjunto de frequências esperadas. Normalmente, as frequências esperadas são as frequências esperadas ao acaso, mas é possível usar frequências esperadas com base numa teoria (Hill e Hill, 2002, p.223).”

Segundo Pestana e Gageiro (2000), o teste do Qui-quadrado ou de Pearson, aplicado a variáveis nominais, permite inferir os resultados da amostra aleatória para o Universo. Este teste pressupõe que nenhuma célula da tabela tenha frequência esperada inferior a 1 e que não mais do que 20% das células tenham frequência esperada inferior a 5 unidades. Não há, então, problema quando todos os valores são superiores a 5: a nota colocada por baixo da tabela indica *“0 cells (0%) have expected count less than 5.”* Mas, por vezes, uma (ou mais) célula tem frequência esperada inferior a 5, e quando 20% (ou mais) das células têm frequências esperadas inferiores a 5, o valor do Qui-quadrado não é válido. Para ultrapassar este problema, é possível usar o teste exacto de Fisher, mas este teste só se aplica aos cruzamentos do tipo 2x2. Se houver cruzamentos com mais de duas categorias numa ou nas duas variáveis, é possível juntar níveis (categorias) de uma ou das duas variáveis. Esta redução aumentará os valores das frequências esperadas em cada célula e, portanto, pode ajudar a resolver o problema. No entanto, é importante reduzir o número de categorias de modo a ficar com um conjunto de categorias que façam sentido no contexto da investigação (Hill e Hill, 2002).

Assim, os valores esperados para todas as células são depois comparados com os respectivos valores observados para se inferir sobre a relação existente entre as variáveis.

Se as diferenças entre os valores observados e esperados não se considerem significativamente diferentes, as variáveis são independentes, ou seja, “o valor do teste pertence à região de aceitação (Pestana e Gageiro, 2000, p.104)”. Caso contrário, rejeita-se a hipótese da independência, ou seja, “o valor do teste pertence à região crítica (Pestana e Gageiro, 2000, p.104)”.

Os dados do questionário foram introduzidos e tratados numa base de dados específica do programa SPSS 11.0. Assim, significativas diferenças estatísticas foram analisadas usando o teste do Qui-quadrado a um nível de 95%: não há diferenças significativas – $p > 0.05$; há diferenças significativas quando $p < 0.05$, ou diferenças muito significativas quando $p < 0.01$.

Segundo Pestana e Gageiro (2000), quando existe relação de dependência entre variáveis qualitativas usam-se as medidas de associação para conhecer a sua intensidade. O SPSS apresenta medidas de associação que pertencem a dois grupos, referindo-se, apenas, a referente à que foi aplicada neste tratamento estatístico: as baseadas nas estatísticas do Qui-quadrado e que “incluem o coeficiente *Phi*, o coeficiente de contingência ou (*C de Pearson*) e o coeficiente de *V de Cramer* (Pestana e Gageiro, 2000, p.105).”.

Então, quando foram encontradas diferenças a $p < 0.05$, foram também analisadas as medidas de associação baseadas no teste do Qui-quadrado – Cramer’s *V*, que varia entre $r = 0.00$ (sem associação) e $r = 1.00$ (associação perfeita); associação fraca quando $r < 0.40$; associação moderada quando $r < 0.60$; e associação forte quando $r > 0.60$ (Quadro 5) (Pestana e Gageiro, 2000).

Quadro 5: Correlação linear

Magnitude de r	Interpretação
0,00 a 0,40	De pouca importância prática excepto em circunstâncias excepcionais, talvez com valor teórico.
0,41 a 0,60	Suficientemente grande para se ter valor teórico e prático.
0,61 a 0,80	Muito importante, mas raramente obtido em educação.
0,81 a 1,00	Provavelmente um erro de cálculo, senão uma fortíssima relação.

O coeficiente de correlação é uma estatística descritiva que indica a natureza da relação entre os valores de duas variáveis. Geralmente, “*é mais importante avaliar o significado estatístico de um coeficiente de correlação, mas quando o investigador pretende usar uma das variáveis para prever valores noutra variável, é importante avaliar também o significado prático* (Hill e Hill, 2002, p.220).”

Assim, a utilização dos computadores transformou profundamente a análise dos dados, pois apresentar os mesmos dados sob diversas formas favorece incontestavelmente a qualidade das interpretações (Quivy *et* Campenhoudt, 1992).

CAPÍTULO III

RESULTADOS

3.1 Categorização das respostas

Após a recolha e análise dos questionários, foi desenvolvida uma leitura interpretativa de todas as respostas. Estas foram diversificadas, tendo sido clarificadas com base no sistema de categorias para facilitar a análise e interpretação das mesmas.

Assim, as respostas dadas pelos alunos às perguntas do questionário permitiram a elaboração de grupos de respostas, onde se incluem as diversas ideias por eles explicitadas, correspondentes às interpretações que fazem sobre o tópico nele definido.

Definidas as categorias em função dos objectivos estabelecidos e estatisticamente trabalhadas utilizando o programa SPSS 11.0, com vista a comparar os diversos grupos, determinou-se a frequência de respostas relativa a cada categoria. Os resultados obtidos são apresentados em gráficos, procedendo-se à interpretação dos mesmos, aplicando-se o teste do Qui-quadrado para validação dos resultados.

O processo de análise e apresentação dos resultados recorrendo ao programa SPSS, permitiu fazer uma análise estatística que possibilitou o estabelecimento de graus de correlação, níveis de confiança, rejeição ou aceitação da hipótese nula, comparação e associação entre os diversos itens.

A partir dos dados organizados estatisticamente pelo programa SPSS e para facilitar a interpretação e análise dos mesmos, procedeu-se à elaboração dos gráficos utilizando o programa Excel.

3.1.1 Questão 1: percurso da água no organismo

Utilizou-se a categorização previamente definida por Carvalho *et al.* (2004) (Anexo 2). Assim, apresentam-se de seguida as categorias emergentes da amostra: 240 alunos, 60 por cada ano de escolaridade referente a duas turmas por ano de escolaridade da escola A e uma turma por ano de escolaridade da escola B – relativas ao desenho do percurso da água.

A **Categoria P0** (Figura 5), tem como subcategorias *P02**, *P02’** e *P03’**, e envolvem **representações prévias sem estruturas definidas** mas, curiosamente, com referência aos rins (‘) e ao sangue ou à absorção (*):

- “*P02**”: linhas ao longo do corpo, com referência ao sangue ou à absorção (A);
- “*P02’**”: linhas ao longo do corpo, com referência aos rins e ao sangue ou à absorção (B);
- “*P03’**”: setas ao longo do corpo, com referência aos rins e ao sangue ou à absorção (C).

A **Categoria P1** (Figura 5), tem como subcategorias *P11*, *P13*, *P13’*, *P13’** e *P14** envolvem **representações prévias com estruturas definidas**, do tipo “free food”, saco e estruturas separadas surgindo, de igual modo, referências aos rins e ao sangue ou à absorção:

- “*P11*”: círculo “free food” (D);
- “*P13*”: saco (E);
- “*P13’*”: saco, com referência aos rins (F);
- “*P13’**”: saco, com referência aos rins e ao sangue ou à absorção (G);
- “*P14**”: estruturas separadas, com referência ao sangue ou à absorção (H);

A **Categoria A0, tubo contínuo boca - ânus**, (Figura 6), apresenta as subcategorias:

- “*A00*”: tubo directo sem qualquer órgão (A);
- “*A00*”: tubo directo sem qualquer órgão, com referência aos rins (B);

- “A04”: tubo contínuo com representação de alguns órgãos, verificando-se a representação do intestino como uma confusão (C).

A **Categoria A1, tubo contínuo boca – orifício urinário**, (Figura 7), apresenta as subcategorias *A10*, *A10'*, *A10**, *A10'**, *A11*, *A11'*, *A11**, *A11'**, *A12*, *A12'*, *A14*, *A14'*, *A14'**, *A15*, *A15**, *A16*, *A16'*, *A16** e *A16'**, desde tubo directo até representações diversas: maior número de órgãos, sem estruturas definidas, órgãos separados:

- “A10”: tubo contínuo boca-orifício urinário (A);
 - “A10'”: tubo contínuo boca-orifício urinário, com referência aos rins (B);
 - “A10*”: tubo contínuo boca-orifício urinário, com referência ao sangue ou à absorção (C);
 - “A10'”*: tubo contínuo boca-orifício urinário, com referência aos rins e ao sangue ou à absorção (D);
- “A11”: tubo contínuo, com representação simples do estômago (E);
 - “A11'”: tubo contínuo, com representação simples do estômago e com referência aos rins (F);
 - “A11*”: tubo contínuo, com representação simples do estômago e com referência ao sangue ou à absorção (G);
 - “A11'”*: tubo contínuo, com representação simples do estômago e com referência aos rins e ao sangue ou à absorção (H);
- “A12”: tubo contínuo, com representação elaborada do estômago e introdução do intestino (I);
 - “A12'”: tubo contínuo, com representação elaborada do estômago, introdução do intestino e com referência aos rins (J);
- “A14”: tubo contínuo, com representação elaborada do estômago tendo o intestino uma representação confusa (L);
 - “A14'”: tubo contínuo, com representação elaborada do estômago sendo o intestino representado como uma estrutura confusa e com referência aos rins (M);

- “A14’*”: tubo contínuo, com representação elaborada do estômago sendo o intestino representado como uma estrutura confusa, com referência aos rins e ao sangue ou à absorção (N);
- “A15”: tubo contínuo, sem representação icônica de órgãos mas de palavras (O);
- “A15’*”: tubo contínuo, sem representação icônica de órgãos mas de palavras e com referência ao sangue ou à absorção (P);
- “A16”: tubo contínuo e representação de órgãos separados (Q);
- “A16’”’: tubo contínuo e representação de órgãos separados, com referência aos rins (R);
- “A16’*”: tubo contínuo e representação de órgãos separados, com referência ao sangue ou à absorção (S);
- “A16’*’”: tubo contínuo e representação de órgãos separados, com referência aos rins e ao sangue ou à absorção (T).

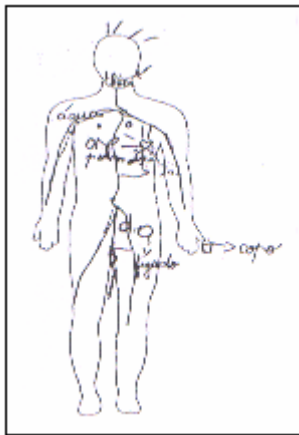
A **Categoria B, dois aparelhos representados – digestivo e urinário**, (Figura 8), apresenta as subcategorias *B4* e *B4’*, observando-se, novamente, a representação dos intestinos sob a forma de confusão, com e sem referência aos rins:

- “B4”: representação dos aparelhos digestivo e urinário, sendo os intestinos representados como uma estrutura confusa (A);
- “B4’”’: representação dos aparelhos digestivo e urinário, sendo os intestinos representados como uma estrutura confusa, com referência aos rins (B);

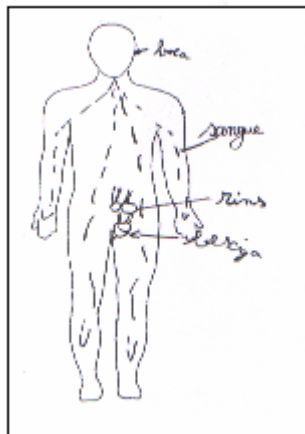
A **Categoria C, três aparelhos representados – digestivo, urinário, circulatório**, (Figura 8), apresenta as subcategorias *C2* e *C2’*, um tubo ondulante desde o estômago até ao orifício urinário, com e sem referência aos rins:

- “C2”: representação simples dos aparelhos digestivo, urinário e circulatório (C);

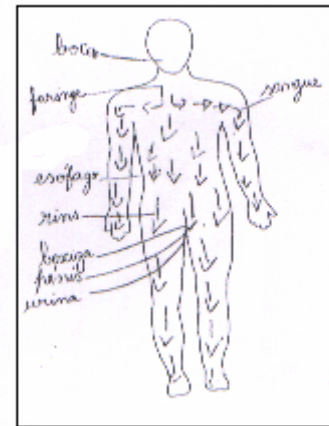
- “C2”: representação simples dos aparelhos digestivo, urinário e circulatório, com referência aos rins (D);



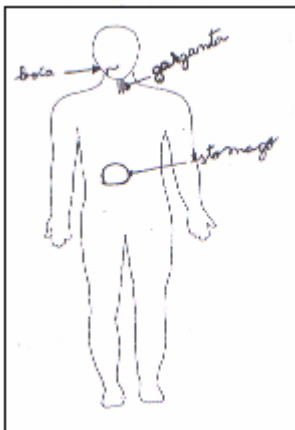
A: subcategoria P02*



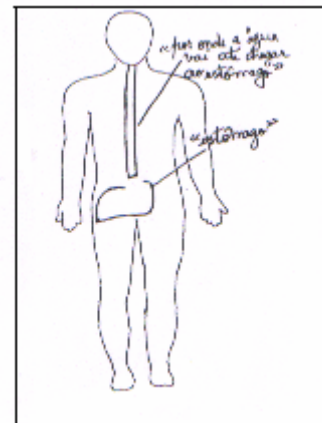
B: subcategoria P02*



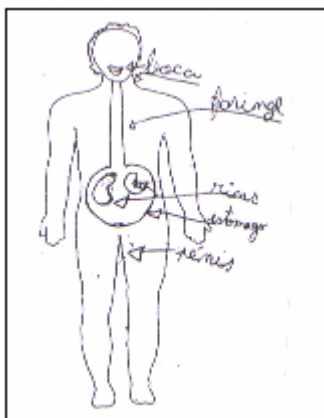
C: subcategoria P03*



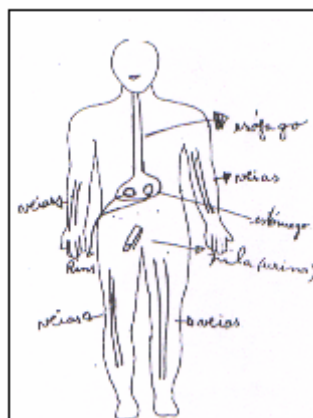
D: subcategoria P11



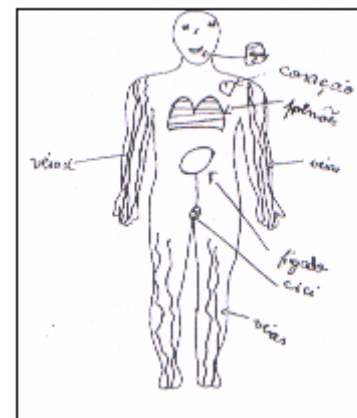
E: subcategoria P13



F: subcategoria P13'

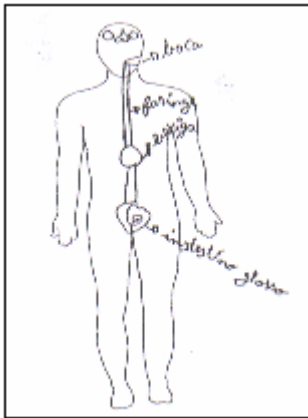


G: subcategoria P13'*

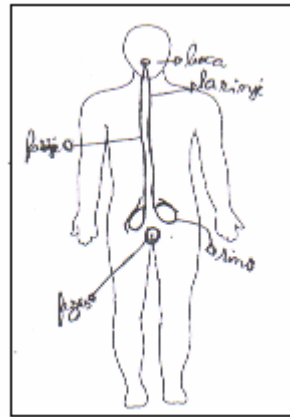


H: subcategoria P14*

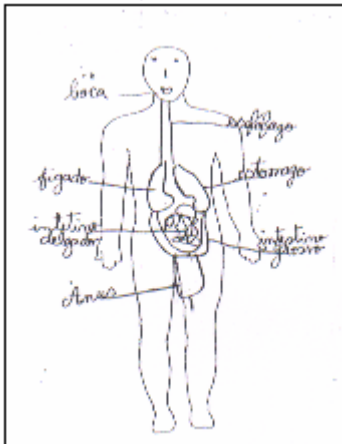
Figura 5: Categorias aplicadas à questão do trajeto da água: exemplos de respostas das categorias P0 e P1



A: subcategoria A00

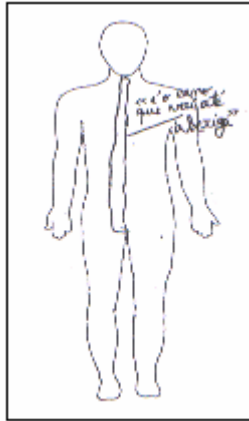


B: subcategoria A00'

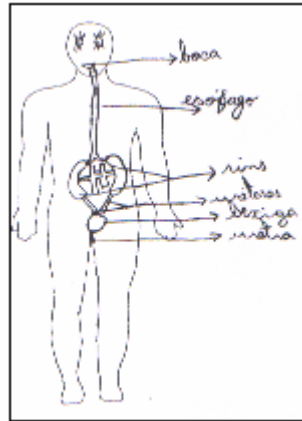


C: subcategoria A04

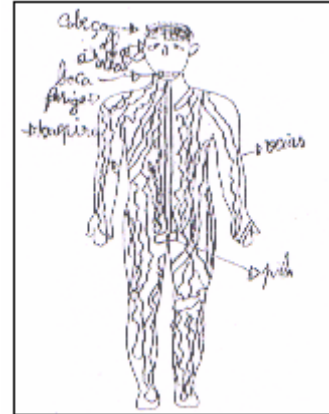
Figura 6: Categorias aplicadas à questão do trajecto da água: exemplos de respostas da categoria A0



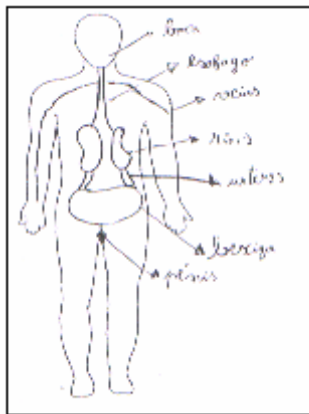
A: subcategoria A10



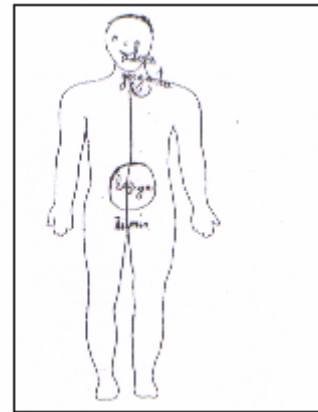
B: subcategoria A10'



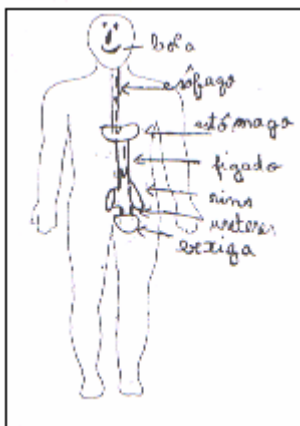
C: subcategoria A10*



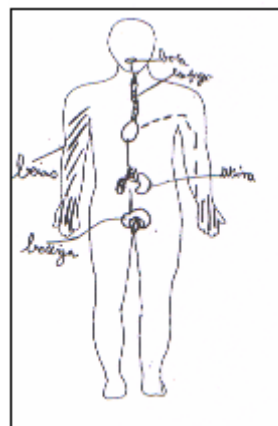
D: subcategoria A10**



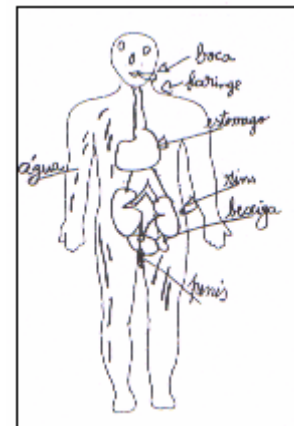
E: subcategoria A11



F: subcategoria A11'

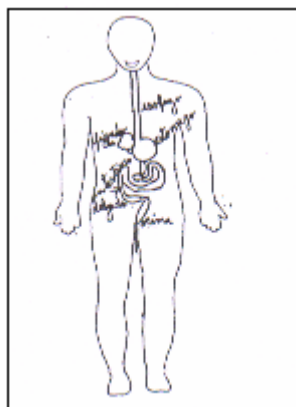


G: subcategoria A11*

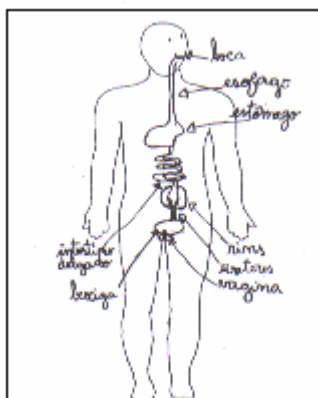


H: subcategoria A11**

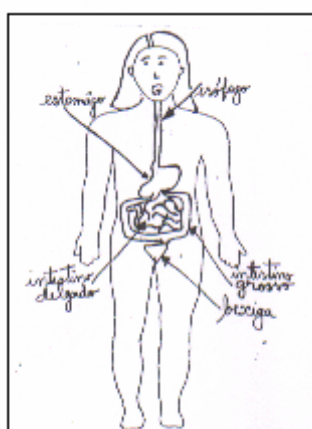
Figura 7: Categorias aplicadas à questão do trajecto da água: exemplos de respostas da categoria A1



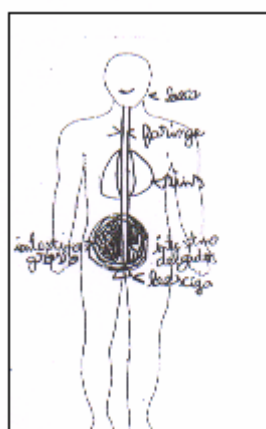
I: subcategoria A12



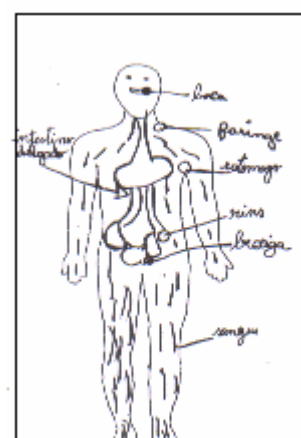
J: subcategoria A12'



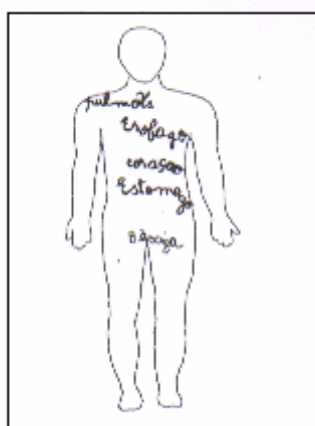
L: subcategoria A14



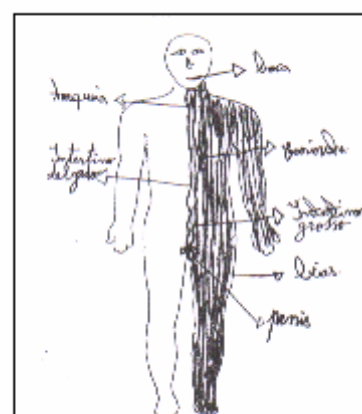
M: subcategoria A14'



N: subcategoria A14*

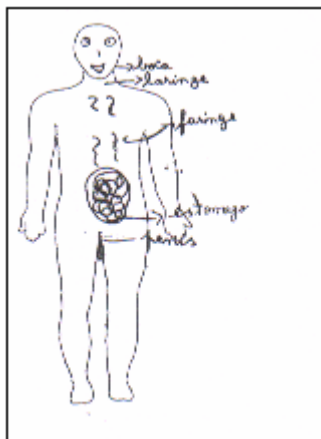


O: subcategoria A15

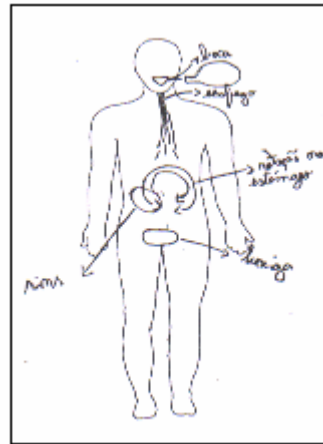


P: subcategoria A15*

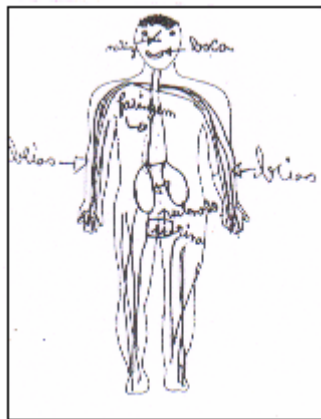
Figura 7: Categorias aplicadas à questão do trajecto da água: exemplos de respostas da categoria A1



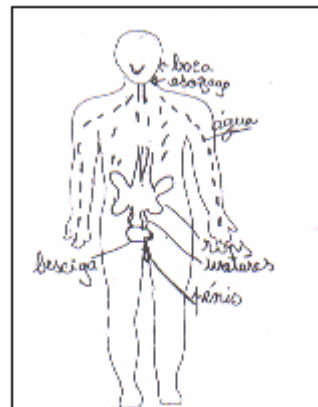
Q: subcategoria A16



R: subcategoria A16'

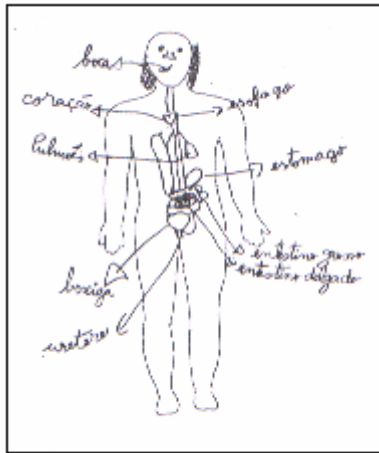


S: subcategoria A16*

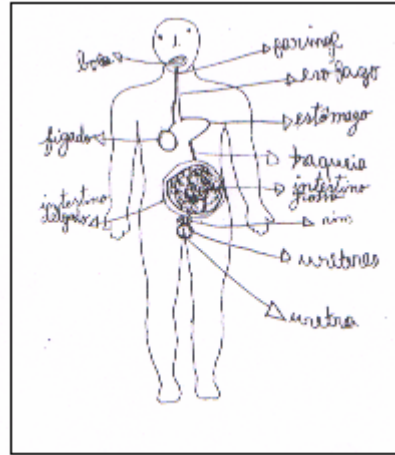


T: subcategoria A16**

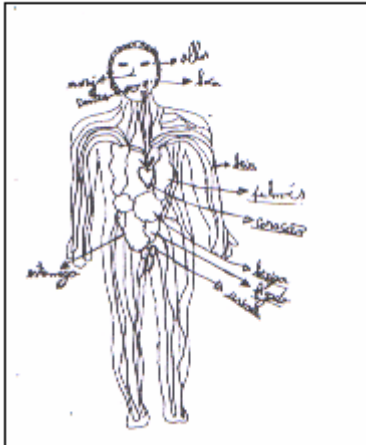
Figura 7: Categorias aplicadas à questão do trajeto da água: exemplos de respostas da categoria A1



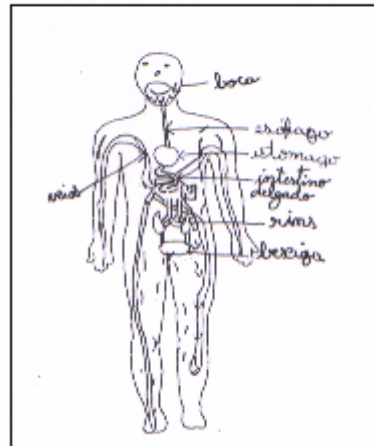
A: subcategoria B4



B: subcategoria B4'



C: subcategoria C2



D: subcategoria C2'

Figura 8: Categorias aplicadas à questão do trajeto da água: exemplos de respostas das categorias B e C

Ainda relativamente a esta questão, tendo como referência os termos utilizados nas legendas dos desenhos relativos ao percurso da água no corpo humano, definiram-se outras categorias:

Categoria Antes do ensino formal – referência ou não referência aos órgãos vitais relacionados com os aparelhos digestivo, circulatório e urinário;

Categoria Depois do ensino formal – referência ou não referência aos órgãos vitais relacionados com os aparelhos digestivo, circulatório e urinário;

Categoria Com e Sem Rins – referência ou não referência aos rins;

Categoria Com e Sem Sangue – referência ou não referência ao sangue;

Categoria Identificação do Sexo – nesta categoria pretende-se verificar se o aluno dá uma resposta neutra ou induzida pela sua auto-imagem, surgindo, assim, as seguintes subcategorias:

1- “*masculino*”;

2- “*feminino*”;

3- “*nenhum*”;

3.1.2 Questão 2: relação desenho/texto sobre o percurso da água

Após análise comparativa do desenho do percurso da água e a qualidade de conteúdo textual, surgiu a **Categoria Desenho versus Texto** apresentando as seguintes subcategorias:

1-“*desenho equivalente ao texto*” – as informações obtidas nas representações icónicas são equivalentes às da expressão escrita;

2-“*desenho mais completo*” – a representação icónica está mais completa do que a expressão escrita;

3-“*texto mais completo*” – a expressão escrita reúne mais informação estruturada do que a representação icónica;

4-“*texto incoerente*” – texto com conteúdo confuso e desligado da representação icónica;

3.1.3 Questão 3: terminologias aplicadas aos orifícios masculino e feminino

Nesta questão, surgiu a **Categoria Termos Aplicados ao Orifício Urinário Masculino**, com as seguintes subcategorias:

- 1-“*pénis*”;
- 2-“*pilinha*”;
- 3-“*bexiga*”;
- 4-“*não sei*”;

E, ainda, a **Categoria Termos Aplicados ao Orifício Urinário Feminino**, com as seguintes subcategorias:

- 1-“*vagina*”;
- 2-“*pombinha*”;
- 3-“*pitinha*”;
- 4-“*pipi*”;
- 5-“*parreca*”;
- 6-“*rabo*”;
- 7-“*bexiga*”;
- 8-“*não sei*”;

3.1.4 Questão 4: percurso da droga no organismo

Relativamente ao desenho do percurso da droga, definiu-se a **Categoria para o Trajecto da Droga**, definiram-se nove subcategorias, cujos exemplos de representação icónica são apresentados na Figura 9:

“*B- Braço*”: referência, apenas, à circulação da droga no braço (A);

“*D- Direcçãoada ao corpo sem saída*”: ligação directa do braço ao corpo sem referência a nenhum orifício de saída (B);

“*DS- Direcçãoada ao corpo com saída*”: ligação directa do braço ao corpo com referência a um orifício de saída (C);

“*DC- Direcçãoada ao corpo mais cabeça sem saída*”: ligação directa do braço à boca ou cabeça, direccionando o trajecto na vertical e sem referência a nenhum orifício de saída (D);

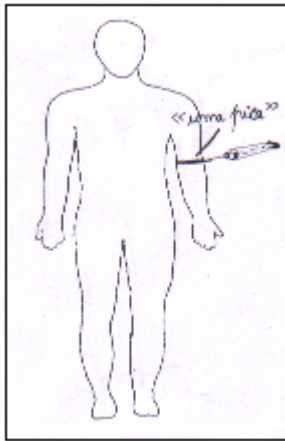
“DCS- *Direccionada ao corpo mais cabeça com saída*”: ligação directa do braço à boca ou cabeça, direccionando o trajecto na vertical e com referência a um orifício de saída (E);

“G- *Generalizada corpo sem saída*”: representação generalizada da circulação no trajecto da droga mas sem referência a um orifício de saída (F);

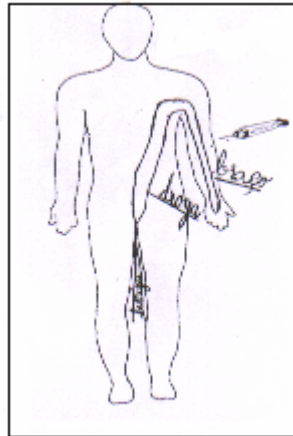
“GS- *Generalizada corpo com saída*”: representação generalizada da circulação no trajecto da droga mas com referência a um orifício de saída (G);

“GC- *Generalizada corpo mais cabeça sem saída*”: representação generalizada da circulação no trajecto da droga, incluindo os efeitos desta a nível da cabeça, mas sem referência a um orifício de saída (H);

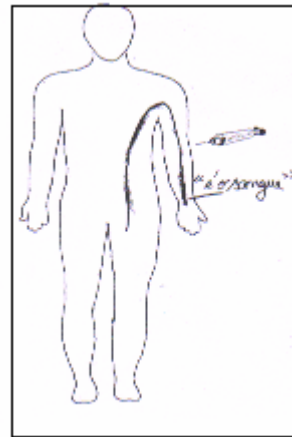
“GCS- *Generalizada corpo mais cabeça com saída*”: representação generalizada da circulação no trajecto da droga, incluindo os efeitos desta a nível da cabeça, mas com referência a um orifício de saída (I);



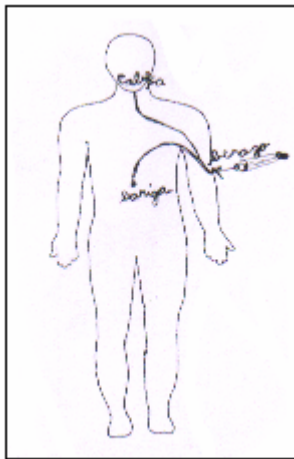
A: subcategoria B



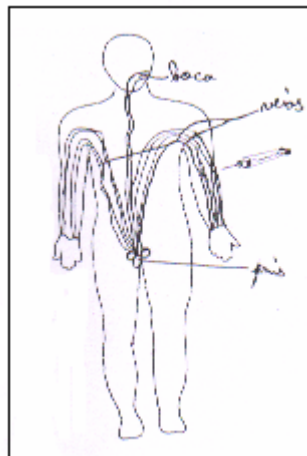
B: subcategoria D



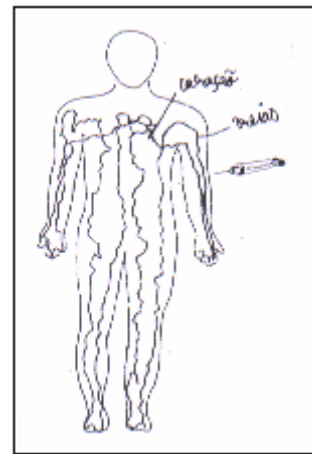
C: subcategoria DS



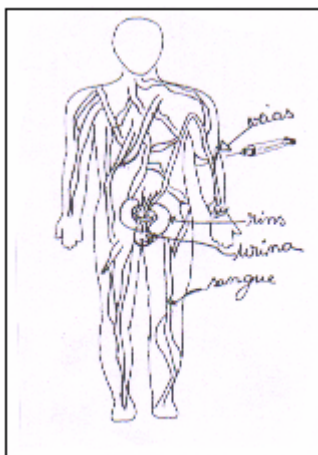
D: subcategoria DC



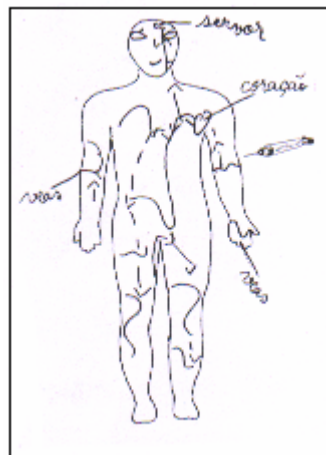
E: subcategoria DCS



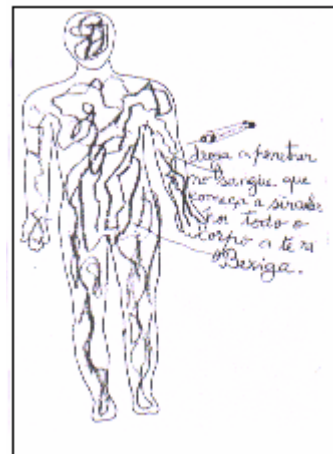
F: subcategoria G



G: subcategoria GS



H: subcategoria GC



I: subcategoria GCS

Figura 9: Categorias aplicadas à questão do trajecto da droga: exemplos de respostas

3.1.5 Questão 5: relação desenho /texto sobre o percurso da droga

Após análise comparativa do desenho do trajecto da droga e a qualidade de conteúdo textual, surgiu a **Categoria Desenho versus Texto** apresentando as seguintes subcategorias:

1-“*desenho equivalente ao texto*” – as informações obtidas nas representações icónicas são equivalentes às da expressão escrita;

2-“*desenho mais completo*” – a representação icónica está mais completa do que a expressão escrita;

3-“*texto mais completo*” – a expressão escrita reúne mais informação estruturada do que a representação icónica;

4-“*texto incoerente*” – texto com conteúdo confuso e desligado da representação icónica;

3.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS POR ANO DE ESCOLARIDADE

3.2.1 Questões Referentes ao Percorso da Água no Corpo

3.2.1.1 Percorso da Água: representação icónica

Foi solicitado a todos os alunos, do 1º ao 4º Ano, que desenhassem, utilizando o esquema do corpo humano fornecido, a resposta à seguinte questão: *“Estás com sede e bebes meio litro de água, pouco tempo depois vais sentir vontade de urinar. Desenha o trajecto que essa água fará no teu corpo até ires urinar.”*

A análise dos desenhos, possibilita a divisão em dois grupos principais: um composto pelos 1º e 2º Anos que não foi sujeito a ensino formal em excreção nem em nenhum outro sistema de biologia humana; e outro composto pelos 3º e 4º Anos que foi sujeito a ensino formal, no 3º Ano, em excreção bem como nos outros sistemas de biologia humana (Figura 10).

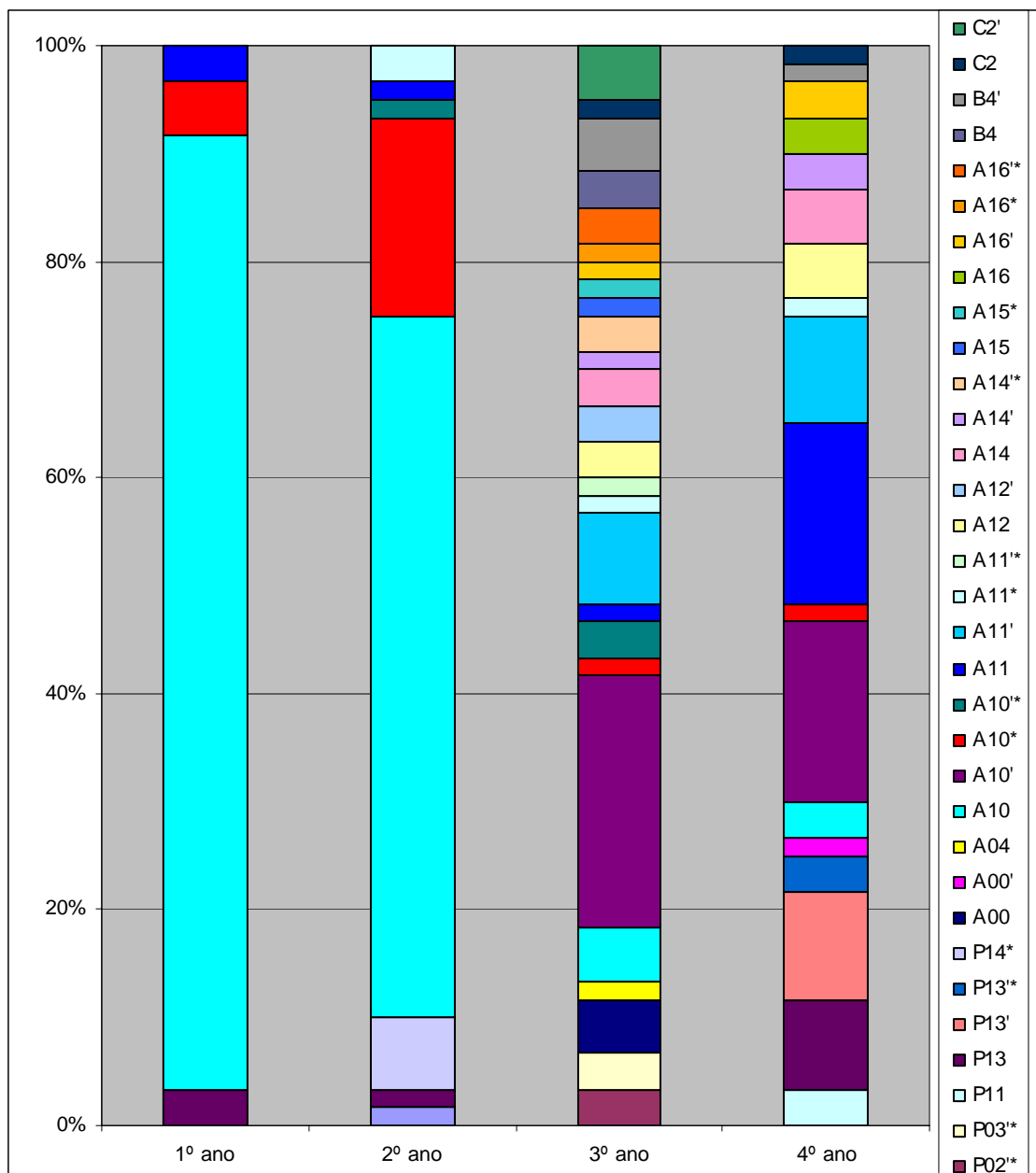


Figura 10: Distribuição das subcategorias relativas à representação icônica do percurso da água

A maioria dos desenhos enquadra-se na **Categoria A1**, sendo que a subcategoria dominante nos 1º e 2º Anos é a A10: 88% e 65% respectivamente. Verifica-se, no 2º Ano, que a subcategoria A10* apresenta um valor algo significativo (18%), enquanto que no 3º, uma semana após o ensino formal, continua a ser essa mesma categoria A1, através da subcategoria A10', a destacar-se (23%), todas as outras (25 subcategorias) apresentam valores muito dispersos e residuais (abaixo de 10%). Relativamente ao 4º Ano (um ano após o ensino formal), há a referir as subcategorias A10' (17%) e A11 (17%), e

ainda as A11' e P13', ambas com 10%, todas as restantes 14 subcategorias apresentam valores muito dispersos e residuais (abaixo de 10%) (Figura 10). Salienta-se que a diversidade de subcategorias aumenta no decurso da escolaridade: 1º Ano – 4 subcategorias representadas; 2º Ano – 8 subcategorias; 3º Ano – 26 subcategorias; 4º Ano – (um decréscimo) 18 subcategorias emergentes.

Apesar dos valores muito dispersos, considera-se importante apresentar este gráfico dado que é o fiel representante dos resultados obtidos. Optar-se, apenas, pela apresentação de subcategorias agrupadas correr-se-ia o risco de perder informação.

Assim, dada a enorme variedade de subcategorias surgidas (Figura 10), dificultando a leitura e interpretação dos resultados, agruparam-se as diversas subcategorias nas macrocategorias (**Macrocategorias para o Percurso da Água**) P, A00, A04, A10, A11, A12, A14, A15, A16, B4 e C2.

P – representações prévias;

A00 – tubo contínuo (boca – ânus), sem qualquer órgão;

A04 – tubo contínuo (boca-ânus), com representação de alguns órgãos, sendo o intestino representado como uma confusão;

A10 – tubo contínuo boca-orifício urinário;

A11 – tubo contínuo, com representação simples do estômago;

A12 – tubo contínuo, com representação elaborada do estômago e introdução do intestino;

A14 – tubo contínuo, com representação elaborada do estômago tendo o intestino uma representação confusa;

A15 – tubo contínuo, sem representação icónica de órgãos mas de palavras;

A16 – tubo contínuo e representação de órgãos separados;

B4 – representação dos aparelhos digestivo e urinário, sendo os intestinos representados como uma estrutura confusa;

C2 - representação simples dos aparelhos digestivo, urinário e circulatório;

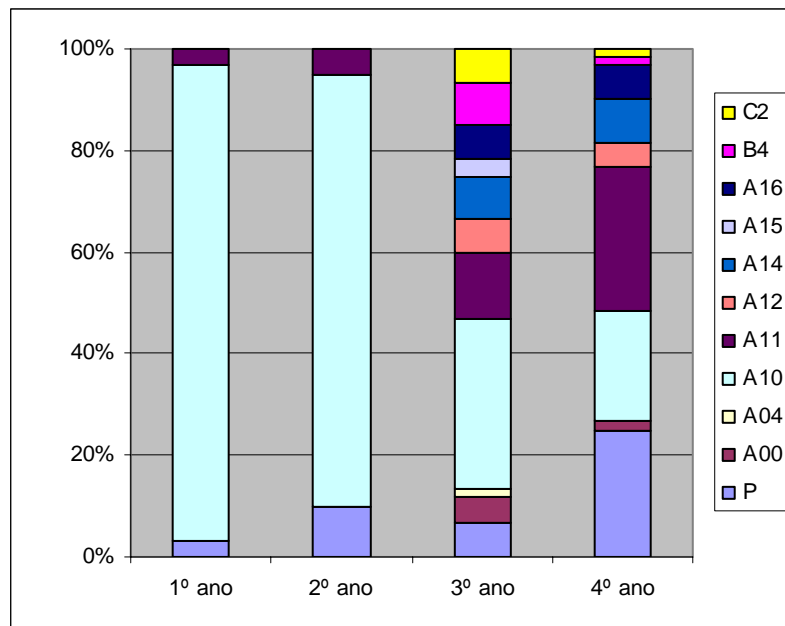


Figura 11: Macrocategorias para o percurso da água

Observando-se a Figura 11, verifica-se que a subcategoria dominante, ao longo de três anos, é a “A10”, 93%, 85% e 33% respectivamente, enquanto que no 4ºAno, é suplantada pelas subcategorias “A11” (de 13%, 3º Ano, para 28%) e “P” (25%), apresentando uma expressão de 22%, sendo o 3º Ano aquele em que todas as macrocategorias têm alguma expressão. Curiosamente, no 4º Ano, aumenta, substancialmente, a percentagem da macrocategoria “P” (3%, 10%, 7%, 25%, ao longo dos quatro anos).

A segunda macrocategoria definida, **Macrocategorias para o Percurso da Água**, fez agrupar as subcategorias “A0” e “A1” numa só (Figura 12): “A” (*tubo contínuo*, independentemente do orifício de saída), agrupando-se todas as subcategorias anteriores nas macrocategorias “P”, “B” e “C”:

P – Representações Prévias;

A – Tubo Contínuo (boca – orifício urinário ou ânus);

B – Dois Aparelhos Representados (digestivo e urinário);

C – Três Aparelhos Representados (digestivo, urinário e circulatório).

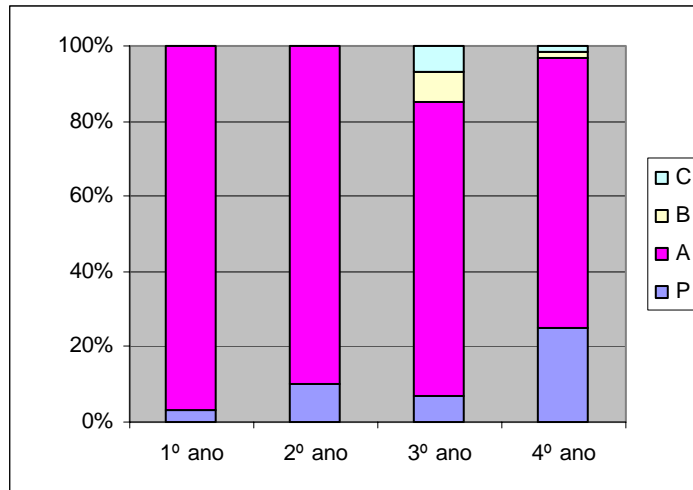


Figura 12: Macrocategorias para o Percurso da Água

Assim, a macrocategoria “A” é a dominante ao longo dos quatro anos, numa sequência decrescente (97%, 90%, 78%, 72%). As “B” e “C”, valores residuais, ainda diminuem do 3º para o 4º Ano paralelamente ao aumento da macrocategoria “P” (3%, 10%, 7%, 25%).

Síntese: não é possível aplicar o teste do Qui-quadrado. Não considerando as subcategorias “B” e “C”, observam-se diferenças: depois do ensino formal aumenta a subcategoria “P” e diminui a “A”, os valores dispersam, não sendo, ainda, possível aplicar o teste do Qui-quadrado.

3.2.1.2 Percurso da Água: Terminologias

Definiu-se a **Categoria Órgãos Digestivos**, a **Categoria Órgãos Urinários** e a **Categoria Órgãos Circulatórios** a partir dos termos utilizados nas legendas dos desenhos relativos ao percurso da água. Assim, antes do ensino formal (1º e 2º Anos) (Figura 13b), os termos mais aplicados são “boca”, “orifício urinário”, “bexiga”, “barriga”, “coração” e “veias”.

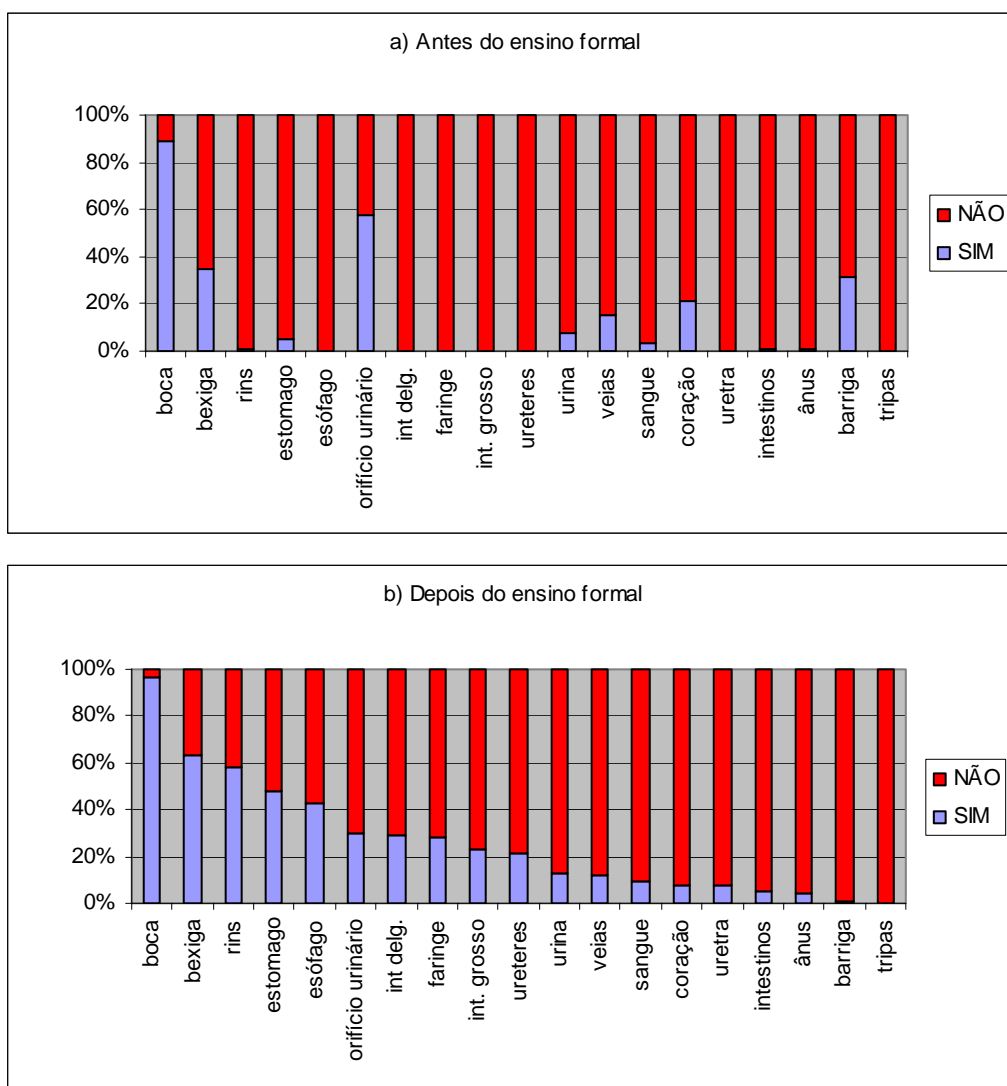


Figura 13: Termos Legendados no Desenho do Percurso da Água

- a) Antes do ensino formal
- b) Depois do ensino formal

Depois do ensino formal (3º e 4º Anos) (Figura 13b), verifica-se uma maior variedade de nomenclaturas apreendidas e com percentagens consideráveis, surgindo os termos “boca”, “bexiga”, “rins”, “estômago”, “esófago”, “intestino delgado”, “orifício urinário”, “faringe”, “intestino grosso”, “ureteres”; “sangue, veias e urina” situam-se no limite do valor considerado significativo (10%) (Figura 13b).

3.2.1.3 Presença versus Ausência de Rins e de Sangue

Estabeleceu-se a **Categoria Com e Sem Rins** relativa ao percurso da água. Assim, é notória a diferença de respostas antes e imediatamente após o ensino formal (3º Ano) e, ainda, o resultado a médio prazo, um ano após o ensino formal (4º Ano), verificando-se, do 3º para o 4º Ano, uma diminuição da subcategoria “*com rins*” e um aumento da subcategoria “*sem rins*” (Figura 14).

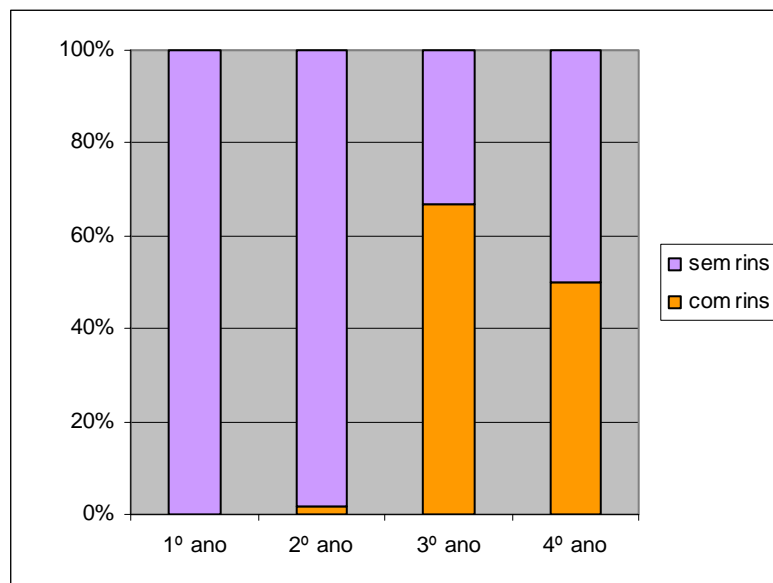


Figura 14: Referência ou não referência aos rins no desenho do percurso da água

Síntese: há diferenças significativas ($p < 0,05$), ao aplicar-se o teste do Qui-quadrado, verificando-se uma relação forte ($r > 0,60$) da medida Phi and Cramer's.

À semelhança da categoria anterior, surge a **Categoria Com e Sem Sangue**. Aqui, há a referir a supremacia da resposta “*sem sangue*” sendo interessante verificar as semelhanças de valores entre os 1º e os 4º Anos e entre os 2º e os 3º Anos (Figura 15).

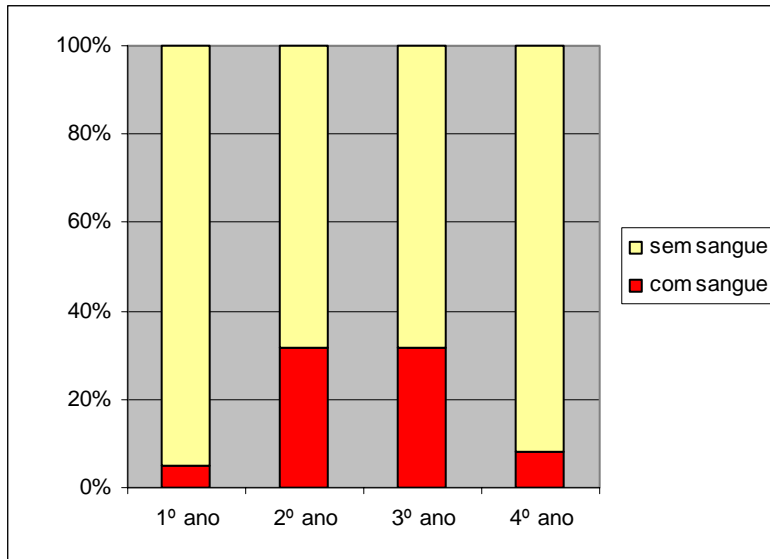


Figura 15: Referência ou não referência ao sangue no desenho do percurso da água

Síntese: há diferenças significativas ($p < 0,05$), ao aplicar-se o teste do Qui-quadrado, verificando-se uma relação fraca ($r < 0,40$) da medida Phi and Cramer's.

3.2.1.4 Identificação do Sexo: Representação Icônica

Definiu-se a **Categoria Identificação do Sexo**, relativa ao desenho do corpo humano apresentado no primeiro desenho, um corpo neutro, tentando perceber diferenças quanto ao sujeito (respostas isentas ou induzidas através da auto-imagem...), surgindo as subcategorias:

- 1 – masculino;
- 2 – feminino;
- 3 – nenhum;

A maioria das respostas das raparigas, incide na subcategoria 3 (*nenhum*), cujos valores mais altos encontram-se nos 3º e 4º Anos. A subcategoria “feminino” tem maior expressão nos 1º e 2º Anos (48% e 33% respectivamente), tendo um valor residual no 4º Ano (Figura 16).

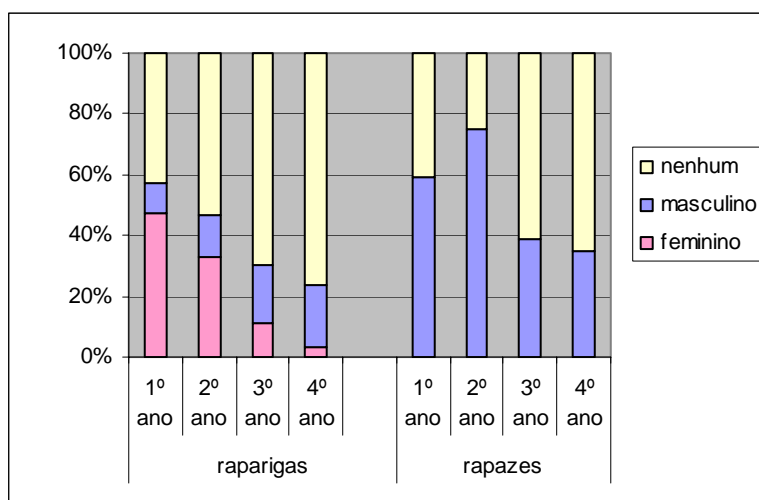


Figura 16: Identificação do sexo relativo ao corpo representado no primeiro desenho

Quanto às respostas dos rapazes, a subcategoria “*masculino*” é a que predomina antes do ensino formal, diminuindo após o ensino formal paralelamente ao aumento da subcategoria “3” (*nenhum*) (Figura 16).

Assim, os rapazes nunca representam o sexo feminino enquanto que, do 1º ao 4º ano, respectivamente 10%, 14%, 19%, 21% das raparigas representam o pênis.

Síntese: ao aplicar-se o teste do Qui-quadrado, este indica haver diferenças muito significativas.

3.2.1.5 Identificação do sexo: terminologias

A terceira questão “*Por onde é que sai a urina no corpo dos rapazes?... E no corpo das raparigas?*”, originou as categorias **Termos Aplicados ao Orifício Masculino e Termos Aplicados ao Orifício Feminino** (observando-se uma maior diversidade de termos relativamente ao orifício feminino) (Figura 17b), respectivamente: 1- *pênis*; 2 – *pila*; 3 – *pilinha*; 4 – *bexiga* e 5 – *não sei*; 1 – *vagina*; 2 – *pombinha*; 3 – *pitinha*; 4 – *pipi*; 5 – *parreca*; 6 – *rabo*; 7 – *bexiga*; 8 – *não sei*.

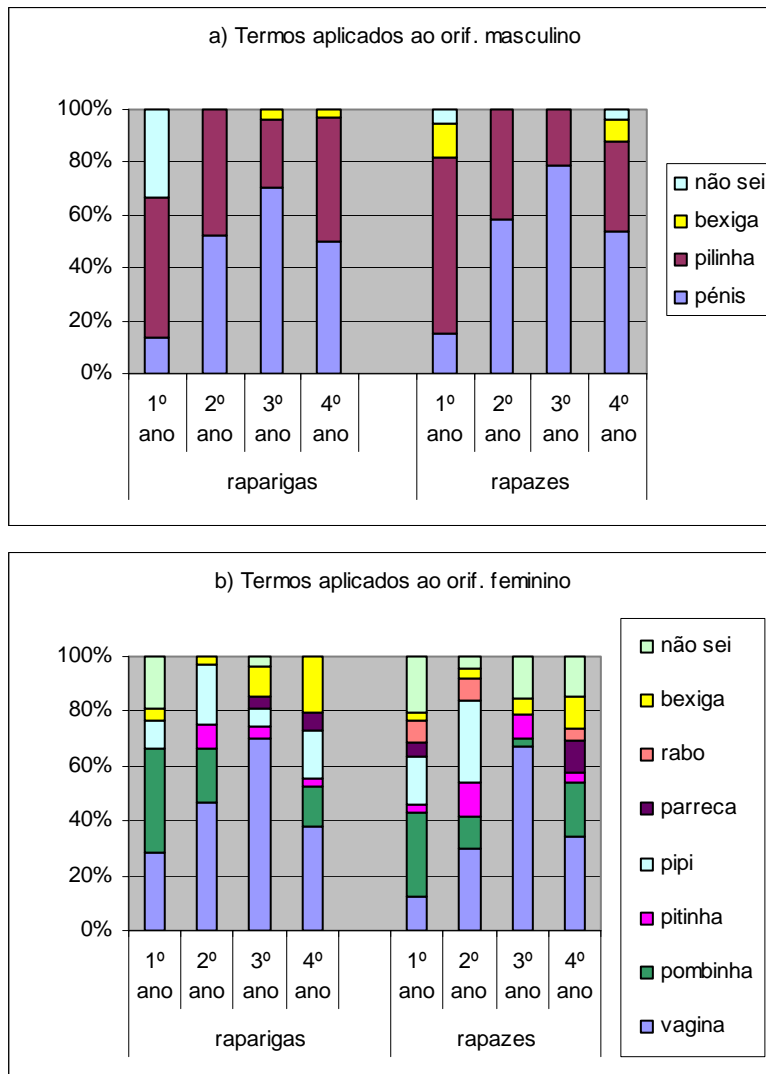


Figura 17: Termos aplicados ao orifício urinário no desenho do percurso da água
a) masculino
b) feminino

Síntese: não sendo possível aplicar o teste do Qui-quadrado com todas as categorias, não se considerou o termo “*rabo*” obtendo-se, assim, diferenças significativas, surgindo maior número dos termos “*parreca, bexiga e vagina*”.

Relativamente ao orifício masculino, o termo mais aplicado é “*pênis*” seguido de “*pilinha*”. No 3º Ano o termo “*pênis*” é claramente predominante, diminuindo consideravelmente no 4º Ano paralelamente ao aumento do termo “*pilinha*”, verificando-se valores muito semelhantes aos apresentados no 2º Ano.

Síntese: do mesmo modo, há diferenças significativas não se considerando o termo “*bexiga*”, diminuindo os termos menos correctos após o ensino formal.

3.2.1.6 Percurso da água: desenho *versus* texto

A segunda parte da questão solicitava: “*Descreve, num pequeno texto, o trajecto que essa água fará no teu corpo.*” Foi, assim, estabelecida uma relação comparativa, em termos de qualidade de conteúdo, através da **Categoria Desenho *versus* Texto** verificando-se as subcategorias:

- 1 – *desenho e texto equivalentes*;
- 2 – *desenho mais completo*;
- 3 – *texto mais completo*;
- 4 – *texto incoerente*.

A maioria das respostas, do 1º ao 4º Ano, encaixa na subcategoria “1” (*desenho e texto equivalentes*), verificando-se um aumento da subcategoria “2” (*desenho mais completo*) no 3º Ano e, em contrapartida, um aumento da subcategoria “4” (*texto incoerente*) no 4º Ano, observando-se valores muito semelhantes entre os 1º e 3º Anos e entre os 2º e 4º Anos (Figura 18).

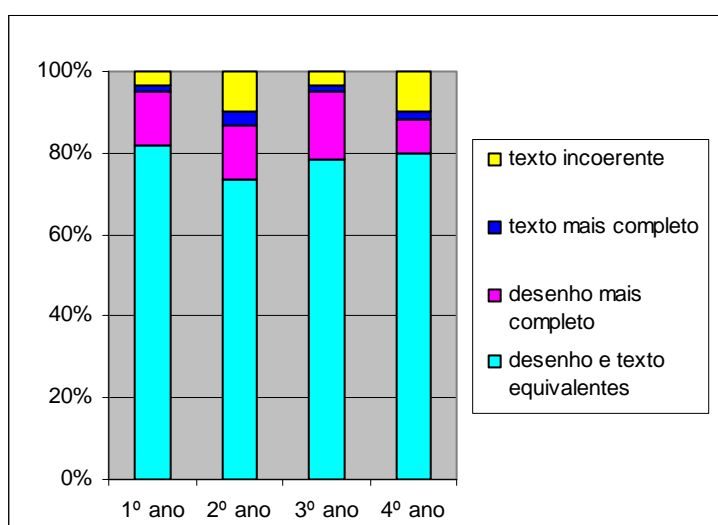


Figura 18: Relação comparativa de conteúdo, entre o desenho e o texto, relativa ao percurso da água

Síntese: para aplicar-se o teste do Qui-quadrado não foi considerada a subcategoria “*texto mais completo*”, indicando não haver diferenças significativas.

3.2.2 Questões referentes ao percurso da droga no corpo

3.2.2.1 Percurso da droga: todas as categorias

Foi abordada a seguinte questão: “*Um toxicodependente injectou heroína na veia do braço. Passado pouco tempo fizeram-lhe análises e detectaram-lhe vestígios dessa droga na urina. Por onde passou a droga, desde que foi injectada até os seus vestígios serem excretados na urina? Faz o desenho*”.

Era apresentado um esquema do corpo humano, pronto a ser utilizado, que incluía o desenho de uma seringa cuja agulha estava dirigida para a linha do braço (ver anexo 1).

Surge, assim, a **Categoria para o Desenho da Droga** após a análise da representação icónica dos trajectos apresentados pelos alunos, cujas subcategorias são:

“*B- Braço*”;

“*D- Direcção ao corpo sem saída*”;

“*DS- Direcção ao corpo com saída*”;

“*DC- Direcção ao corpo mais cabeça sem saída*”;

“*DCS- Direcção ao corpo mais cabeça com saída*”;

“*G- Generalizada corpo sem saída*”;

“*GS- Generalizada corpo com saída*”;

“*GC- Generalizada corpo mais cabeça sem saída*”;

“*GCS- Generalizada corpo mais cabeça com saída*”;

Da análise dos resultados por ano de escolaridade, verifica-se que nos 1º e 2º Anos (antes do ensino formal), a subcategoria dominante é, claramente, a “3” (*direcção ao corpo com saída*), 68% e 73% respectivamente, verificando-se também uma incidência significativa da subcategoria “7” (*generalizada corpo com saída*) no 1º Ano (13%).

Após o ensino formal, concretamente 3º Ano, observa-se um aumento da subcategoria “7” (*generalizada corpo com saída*), uma diminuição da subcategoria “3” (*direccionada ao corpo com saída*) e um ligeiro aumento da subcategoria “5” (*direccionada ao corpo mais cabeça com saída*). Quanto ao 4º Ano, observa-se um retrocesso à subcategoria “3” (*direccionada ao corpo com saída*), já referida como dominante antes do ensino formal, e uma diminuição para valores exactamente iguais das subcategorias “5” (*direccionada ao corpo mais cabeça com saída*) e “7” (*generalizada corpo com saída*), sendo todas as outras subcategorias residuais, abaixo dos 10 %, estando a subcategoria “4” (*direccionada ao corpo mais cabeça sem saída*) muito próxima dos 10% (Figura 19).

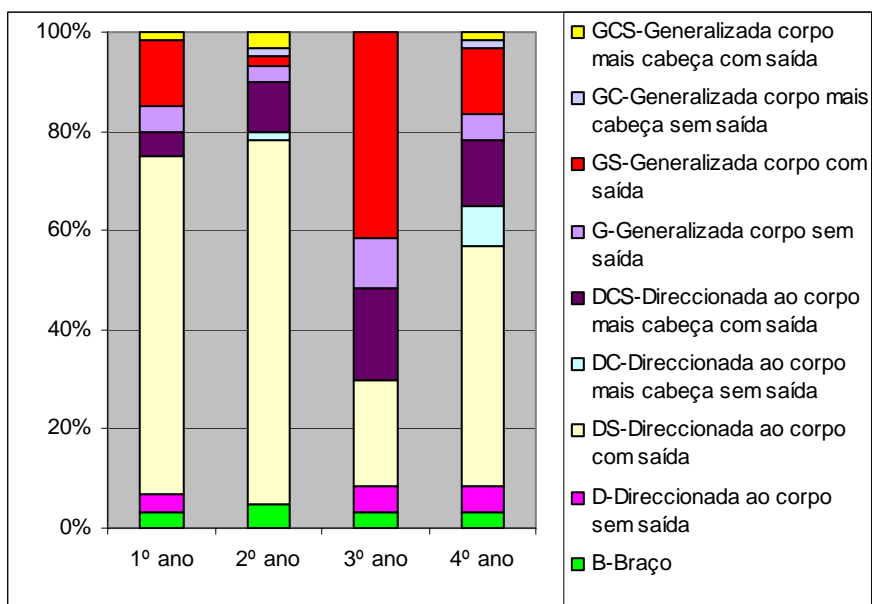


Figura 19: Categorias para o percurso da droga no segundo desenho

B – Braço;

D – Direccionada ao corpo sem saída;

DS – Direccionada ao corpo com saída;

DC – Direccionada ao corpo mais cabeça sem saída;

DCS – Direccionada ao corpo mais cabeça com saída;

G – Generalizada corpo sem saída;

GS – Generalizada corpo com saída;

GC – Generalizada corpo mais cabeça sem saída;

GCS – Generalizada corpo mais cabeça com saída.

3.2.2.2 Percurso da droga: direccionado versus generalizado

Com base na análise da representação icónica, já referida, bem como nessas subcategorias, foi possível definir três outras categorias, com análises agrupadas e decorrentes da categoria anterior: **Categoria Direccionado versus Generalizado para a Droga** através dos agrupamentos:

- 1 – *braço*;
- 2 – *direccionado*;
- 3 – *generalizado*.

A análise “*braço*” tem o seu valor mais alto no 2º Ano, observando-se valores exactamente iguais entre os 1º, 3º e 4º Anos. A análise “*direccionado*” apresenta percentagens iguais entre os 1º e 4º Anos. A análise “*generalizado*” tem a sua mais alta expressão no 3º Ano, sendo quase equivalente à “*direccionado*”. Novamente, do 3º para o 4º Ano é notória a supremacia da análise “*direccionado*” e uma diminuição acentuada da “*generalizado*” (Figura 20).

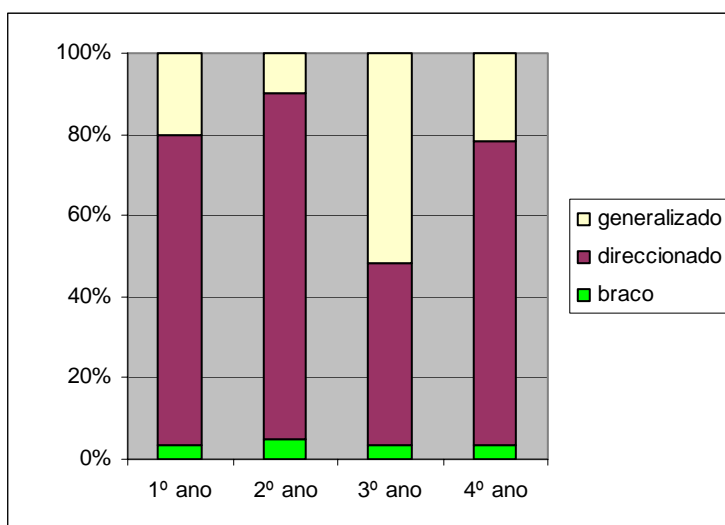


Figura 20: Análise agrupada sobre as categorias referentes ao percurso da droga

Síntese: há diferenças significativas ($p < 0,05$) antes e depois do ensino formal, não considerando a subcategoria “*braço*”.

3.2.2.3 Percurso da droga: com saída versus sem saída

Ainda, a **Categoria Com Saída versus Sem Saída para a Droga**, surgindo as subcategorias:

- 1 – *braço*;
- 2 – *com saída*;
- 3 – *sem saída*.

Predomina claramente a análise “*com saída*” do 1º ao 4º Ano, verificando-se uma ligeira diminuição do 2º para o 3º Ano e deste para o 4º Ano em simultâneo com um aumento da análise “*sem saída*” do 2º para o 3º Ano e um ligeiro aumento da mesma do 3º para o 4º Ano (após o ensino formal) (Figura 21).

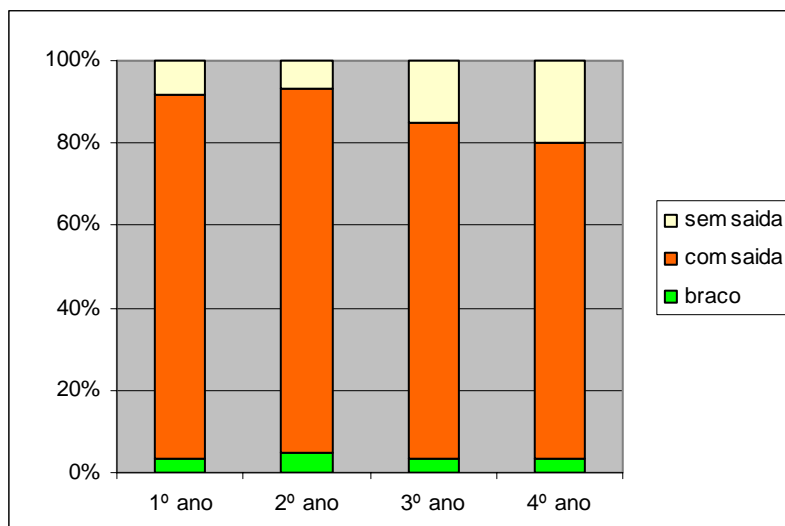


Figura 21: Referência ou não referência à saída da droga

Síntese: há diferenças significativas ($p < 0,05$), não se considerando a subcategoria “*braço*”.

3.2.2.4 Percurso da droga: com cabeça versus sem cabeça

Por último, na **Categoria Com Cabeça versus Sem Cabeça para a Droga** surgem as subcategorias:

- 1 - *braço*;
- 2 – *com cabeça*;

3 – sem cabeça.

Há a referir o domínio da análise “sem cabeça” ao longo dos quatro anos, observando-se valores iguais entre os 2º e os 3º Anos. Relativamente à análise “com cabeça”, verifica-se um ligeiro aumento do 2º para o 3º Ano e do 3º para o 4º, diminuindo, neste ano, os valores da análise “sem cabeça” (9%), não havendo diferenças significativas antes e depois do ensino formal (Figura 22).

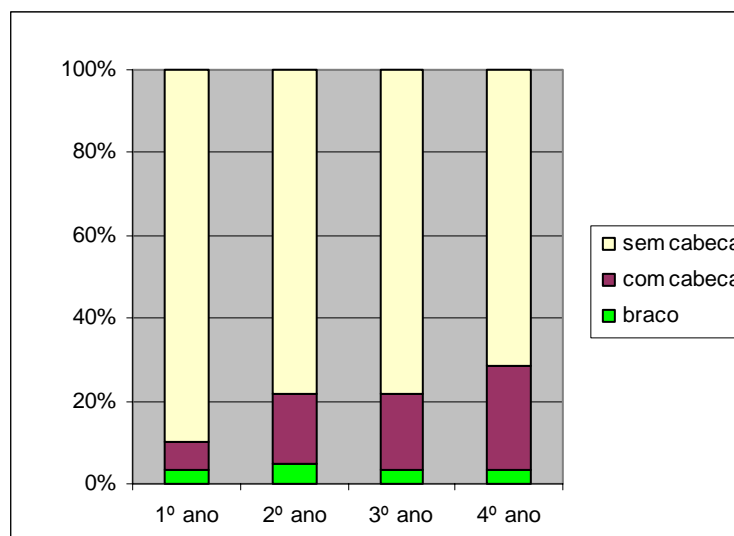


Figura 22: Referência ou não referência ao percurso da droga na cabeça

Síntese: aceita-se a hipótese nula pelo Test Fisher's (tabela 2/2), contradizendo os resultados anteriores do teste do Qui-quadrado que a rejeita.

3.2.2.5 Percurso da droga: aparelho circulatório, digestivo e excretor

Foi, ainda, estabelecida uma segunda categoria quanto à questão já referida, **Categoria para a Ligação entre os Aparelhos no Desenho da Droga**, verificando-se as subcategorias:

- 1 – *circulatório*;
- 2 – *circulatório mais digestivo*;
- 3 – *circulatório mais excretor*;
- 4 – *circulatório mais digestivo mais excretor*.

A subcategoria “3” (*circulatório mais excretor*) é a dominante do 1º ao 4º Anos, com percentagens muito semelhantes entre o 1º e 2º Anos (antes do ensino formal), diminuindo, curiosamente, para o 3º e para o 4º Ano (após o ensino formal), enquanto que a subcategoria “1” (*circulatório*) apresenta valores próximos do 1º ao 3º ano e uma diminuição de 8% deste para o 4º ano. A segunda subcategoria (*circulatório mais digestivo*) não é observável no 1º Ano, sendo residual nos 2º e 3º Anos, observando-se um aumento considerável no 4º Ano. Quanto à subcategoria “4” (*circulatório mais digestivo mais excretor*), presente em todos os anos de escolaridade, verifica-se uma incidência crescente desde o 1º ao 4º Ano, 20%, 22%, 25%, 33% (Figura 23).

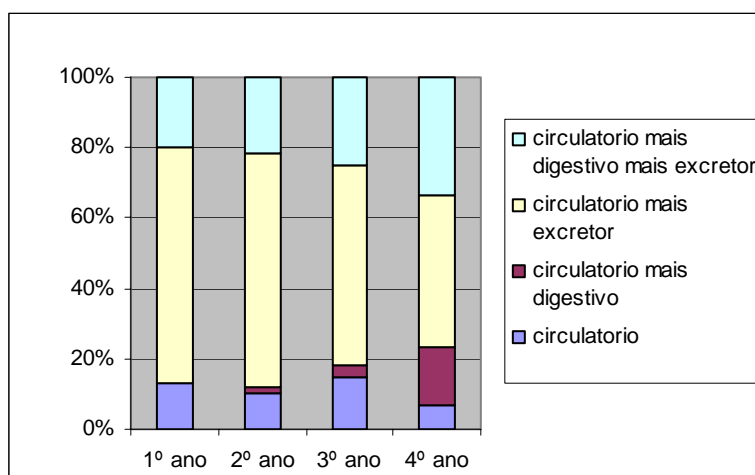


Figura 23: Relação dos aparelhos no percurso da droga

Síntese: há diferenças significativas antes e depois do ensino formal.

3.2.2.6 Percurso da Droga: desenho *versus* texto

À semelhança do procedimento tido relativamente ao trajecto da água (ver 3.2.1.7), surge a **Categoria Desenho *versus* Texto Droga** com as subcategorias:

- 1 – *desenho e texto equivalentes*;
- 2 – *desenho mais completo*;
- 3 – *texto mais completo*;
- 4 – *texto incoerente*.

A subcategoria predominante em todos os anos de escolaridade é a “1” (*desenho e texto equivalentes*). Porém, no 3º Ano, observa-se uma diminuição da percentagem da subcategoria “1”, um ligeiro aumento das percentagens relativas às subcategorias “2” (*desenho mais completo*) e “3” (*texto mais completo*) e uma diminuição relativa à subcategoria “4” (*texto incoerente*), voltando a subir a expressão da subcategoria “1” no 4º Ano (Figura 24).

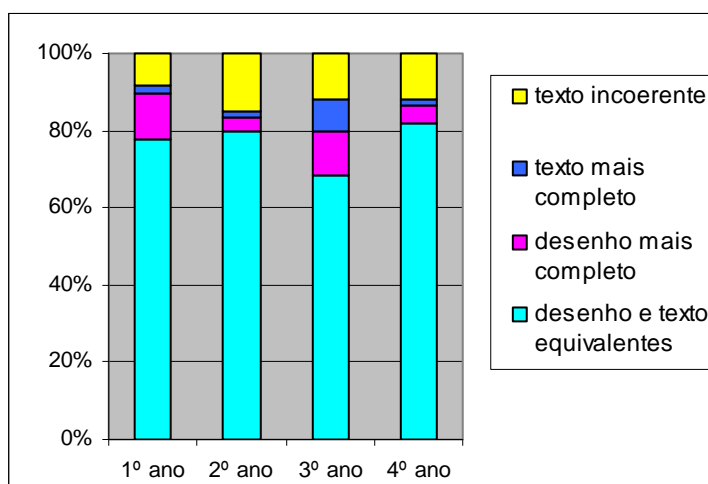


Figura 24: Relação comparativa entre o conteúdo do desenho e texto relativo ao percurso da droga

Síntese: para aplicar-se o teste do Qui-quadrado não foi considerada a subcategoria “*texto mais completo*”, indicando não haver diferenças significativas.

3.2.3 O percurso da água e da droga: análise descritiva

3.2.3.1 A água: antes e depois do ensino formal

Na maioria das respostas, relativas ao **1º Ano**, que descrevem, num pequeno texto, o percurso da água no organismo, predomina a ideia de que o percurso é boca – orifício urinário - um tubo contínuo comparável a uma ligação directa ou ao que ocorre no quotidiano com a canalização da água (Clément, 2003):

“O senhor bebeu água e foi para a bexiga e saiu por a bexiga (Miguel, 1º Ano).”

“A água entrou por a boca e passou para a pilinha e saiu (Diogo, 1º Ano).”

“A água entrou pela boca e vai para a barriga e vai para a urina (Marta, 1º Ano).”

“O caminho da água da boca até à bexiga (Nuno, 1º Ano).”

“A água vinha pelo pescoço e a seguir foi para a barriga e saiu pela pilinha (Pedro, 1º Ano).”

“A água entra pela boca, passou por a barriga e pelo peito, pelas costas e saiu pela pipi (Ana, 1º Ano).”

Respostas peculiares: *“A água entrou por a boca e passou por o corpo e saiu por a pila (Eduardo, 1º Ano).”*

“A água entrou por a boca e depois veio para o coração e depois veio para fazer chichi (Isabel, 1º Ano).”

“A água entrou por a boca e depois não sei (André, 1º Ano).”

Relativamente ao **2º Ano**, as diferenças são pouco significativas, observando-se um uso mais alargado de termos referidos nas legendas: *“É da boca depois estômago, bexiga e depois vai para o pénis (Ana, 2º Ano).”* Sendo a resposta dominante a seguinte: *“A água entra por a boca, passa pela barriga e sai por a pilinha/pénis/bexiga/urina/pipi/vagina.”*

Respostas peculiares: *“Vai para os pulmões e depois vai para o pénis (Luís, 2º Ano).”*

“A água passou pelos pulmões e pelo coração (Miguel, 2º Ano).”

“Ela vai pelo coração depois passa nos pulmões e sai pela pila (Albino, 2º Ano).”

“Vai pelos pulmões depois pelo fígado e vai para o pénis (Inês, 2º Ano).”

“Essa água pelas veias pelos pulmões e pela bexiga (Catarina, 2º Ano).”

“Por a boca, por os braços, por os pulmões, por as veias, por o coração, por a bexiga (Joana, 2º Ano).”

“Entrou por a boca e vai para tubos e depois vai para a bexiga e depois vai para a vagina (Ana, 2º Ano).”

“A água entra pela boca e sai pela bexiga e torna o nosso corpo muito bonitinho (Ana, 2º Ano).”

“A água entra pela boca e sai pela bexiga. A água passa pela barriga, passa pelo umbigo, passa pela garganta (Maria, 2º Ano).”

“A água entra pela boca e sai pela bexiga, passa pelo umbigo e passa pelos braços (Sofia, 2º Ano).”

Quanto ao **3º Ano**, ano de introdução do tópico em estudo, há a referir respostas do tipo: *“Essa água passa pela boca depois dirige-se à faringe e vai para o esófago e dirige-se aos ureteres para passar para o pénis (Miguel, 3º Ano).”* A resposta predominante concentra, simplesmente, um percurso contínuo com referência a terminologias apreendidas mas não compreendidas: *“A água passa pela boca pela traqueia pela faringe pelo intestino delgado e o intestino grosso (João, 3º Ano).”* Ou *“A água entra pela boca passa pela faringe vai para os rins e depois vai para a bexiga e vamos urinar (Helena, 3º Ano).”* *“Entra na boca, vai pelo esófago até aos rins. Depois de gota a gota pelos ureteres vai para a bexiga onde é formada a urina (Rafaela, 3º Ano).”* Ou, ainda, autênticos percursos directos: *“Entra pela boca vai até à bexiga e sai pelo pénis (José, 3º Ano).”*

Na turma cujas representações icónicas são, maioritariamente (8 em 15 alunos), uma fiel reprodução da imagem do manual adoptado, foi acrescentada apenas a representação da boca e do esófago, dado que a questão induzia para a representação da boca ao referir *“Estás com sede e bebes meio litro de água (...)”* (ver Figura ?), as respostas são do tipo: *“A água entra pela boca e segue pelo esófago até aos rins depois segue pelos canais chamados ureteres, vai à bexiga onde é guardado, sentes uma impressão e vais à casa de banho e é expulso para o exterior pela uretra (Pedro, 3º Ano).”*

Mantêm-se algumas referências, à semelhança do 2º Ano, aos pulmões no percurso da água e indiferenciação dos órgãos que compõem os diversos aparelhos de Biologia Humana: *“Entra pela boca passa pela traqueia vai para o esófago vai para a laringe vai para os pulmões e vai para a bexiga (Vitor, 3º Ano).”*

“Tem a boca, faringe, nariz, pulmões, veias, urina (Ana, 3º Ano).”

“Ela bebe a água com a boca depois vai para o esófago depois vai para os pulmões depois o que não presta vai para o intestino grosso e o que é bom vai para o intestino delgado (Ana, 3º Ano).”

“A água entra na boca passa pela faringe, laringe, traqueia, estômago e depois vai para a urina (Regina, 3º Ano).”

Observa-se alguma confusão com o conceito de urina, estando referido como sendo um órgão: *“Essa água passará pela boca, faringe, rins, bexiga e urina (Rui, 3º Ano).”*

“A água passa na boca, laringe, traqueia, rins, estômago fica lá alguns dias vai para o intestino delgado para ver se é bom ou mau. Para ir para a urina depois sai fora e queremos ir à casa de banho (Sónia, 3º Ano).”

“A água passa pela boca depois passa pelo esófago e passa pela urina depois vai ao intestino delgado depois passa pela bexiga e depois faz chichi (Domingos, 3º Ano).”

“Entra na boca vai pelo esófago vai para o estômago vai por os rins pela urina e finalmente chega a bexiga (André, 3º Ano).”

Observam-se algumas respostas, numa mesma turma, próximas do que é considerado conhecimento científico, do tipo: *“Primeiro a água entra na boca, a seguir vai para o esófago passa pelo estômago depois juntamente com o sangue é filtrada nos rins a seguir passa pelos ureteres e é armazenada na bexiga (José, 3º Ano).”*

“A água entrou na boca e passou para o esófago. Do esófago passou para o estômago, depois para o intestino delgado e daí passa para o sangue que a leva a todas as partes do corpo. Depois vai para os rins que lhe tira impurezas que são armazenadas na bexiga e são expelidas para o exterior (Tiago, 3º Ano).”

“Essa água passará pela boca, pelo esófago, pelo estômago, pelo intestino delgado, pelas veias que vem de todo o corpo, depois passam aos rins, aos ureteres e finalmente chegam à bexiga para depois virem para o exterior (Ana, 3º Ano).”

Há alguma indefinição quanto ao orifício de saída da urina: “A água que bebi passa pela boca, pelo esófago, pelo estômago, pelo intestino delgado, pelos rins, pelos ureteres, pela bexiga e finalmente chega à bexiga. Quando chega à bexiga a água sai pela vagina (Joana, 3º Ano).”

“A água passou pela boca, por o esófago, o estômago, os rins, os ureteres e a minha vagina (Márcia, 3º Ano).”

Algumas respostas peculiares: “Essa água que passa pela faringe transforma-se no bolo alimentar (Bruno, 3º Ano).”

“Entra pela boca, vai pelo esófago e vai direitinha até aos rins depois essa água continua o seu percurso passando pelos ureteres e depois vai indo para a bexiga e fica lá algum tempo depois vai saindo pelo órgão sexual (Mariana, 3º Ano).”

“A água passou no esófago foi aos rins e lavou o sangue, foi pelos ureteres, a bexiga e uretra e saiu (Hélder, 3º Ano).”

“Primeiro a água passa pela laringe e vai para o esófago e vai para o estômago e vai para o pâncreas e passa por um tubinho para ir para o intestino grosso, e depois passa para o intestino delgado e vai para os testículos e fica lá e depois faz a urina (Vitor, 3º Ano).”

“A água passa pelo corpo todo, pela boca, esófago, estômago, depois passou pelo intestino grosso e pelo intestino delgado e saiu pelo ânus (Domingos, 3º Ano).”

Relativamente ao **4º Ano**, um ano após o ensino formal do tópico já referido, as respostas obtidas revelam que uma parte significativa deste conteúdo programático está esquecida ou não foi devidamente assimilada, ressurgindo algumas das concepções observadas nos 1º e 2º Anos: “A água faz muito bem à barriga e quando nós bebemos água vai para a barriga depois vai para a bexiga e para o pénis (Ricardo, 4º Ano)”, predominando respostas do tipo boca – laringe – faringe – intestino delgado – intestino grosso – rins - bexiga: “A água entra pela boca, passa pela garganta/pescoço, passa pelo estômago, pelos intestinos e sai pela bexiga (Diogo, 4º Ano).”

Mantém-se a referência à urina como se de um órgão se tratasse: “A água entrou pela boca, passou pelo intestino delgado de seguida passou para os rins até que chegou a urina (Francisca, 4º Ano).”

“A água vai passar por a boca, garganta, rins estômago, intestinos e depois vai para a urina (Marta, 4º Ano).”

“A água fará no corpo passar pelo esófago depois passará pelo fígado depois pelo estômago, pelo intestino delgado e chegará à urina (João, 4º Ano).”

“A água passa pela boca e vai ao esófago e passa pelo estômago e depois vai pelo intestino delgado e sai pela urina (Luís, 4º Ano).”

“A água entrou pela boca e passou pela urina e passou pelo estômago e saiu pelos rins (Miguel, 4º Ano).”

Indefinição quanto ao orifício de saída da urina, entre “bexiga, urina, pénis, vagina”.

Algumas respostas peculiares: “A água que nós bebemos é a que nós fazemos chichi (José, 4º Ano).”

“A água passa pela língua, pelo coração, pelos pulmões, pelo fígado, passa pelo estômago, pelo intestino, pela urina e sai pelos rins (Pedro, 4º Ano).”

“A boca serve para nos alimentarmos, a garganta é um sítio onde faz circular a nossa alimentação, o estômago serve para ficar a comida (Simão, 4º Ano).”

“Entrará pela boca, passará pela garganta e pelos rins (Alexandre, 4º Ano).”

“Nós bebemos a água e vai para a boca, depois passa pelo caroço que temos na garganta, vai para os rins e vai para o intestino grosso ou delgado e faz-se a urina (Diana, 4º Ano).”

“A água passará pelo meu corpo para me matar a sede e para me por com mais energia (Jessica, 4º Ano).”

“Vai primeiro pela boca depois passa pela laringe, faringe, vai também aos rins e depois sai pelas fezes (Amara, 4º Ano).”

“Primeiro a água passa pelo esófago, depois faz a rotação no estômago e vai para os rins onde é filtrada. A seguir vai para a bexiga (Sara, 4º Ano).”

“Irá ser transferida pelas bebidas que bebemos. Passa por alguns sítios onde está grandes montanhas de comida que só não presta para utilizar (Mafalda, 4º Ano).”

“A água entrou pela boca e foi sempre ao para baixo e aí foi feito de sangue (Diana, 4º Ano).”

Como respostas mais elaboradas: *“Já sabes que quando tu bebes água ela mistura-se com o sangue e vai para os rins e eles absorvem toda a água que contém no sangue transportando-a para a bexiga onde fica armazenada?”*

3.2.3.2 A droga: antes e depois do ensino formal

Relativamente aos conteúdos textuais, quanto ao **1º Ano**, sobre o percurso da droga, segundo desenho do questionário, há a referir como resposta dominante a que apresenta a analogia entre a seringa da droga e o acto da vacina: *“Deu uma vacina, entrou para a barriga e foi para a pilinha (Cristiano, 1º Ano).”*

“O veneno entrou por o braço e passou pelo corpo e saiu pelo chichi (Pedro, 1º Ano).”

“Foi uma droga envenenada que entrou por o braço e passou por o estômago, por a barriga e por a pilinha (Filipe, 1º Ano).”

“Vai ser vacinado. O sangue que sai estava no braço (Luís, 1º Ano).”

“O médico deu-lhe uma injeção e era a droga e depois ele fez chichi e saiu a droga (Eduardo, 1º Ano).”

“Entrou uma vacina e saiu por o pénis (João, 1º Ano).”

Algumas respostas peculiares: *“A droga entrou por o tubinho e depois eu acho que foi para a barriga e depois não fez mais nada (Barbara, 1º Ano).”*

“Ele pôs uma seringa e depois fez droga e depois ele foi fazer chichi e a senhora doutora viu que ele tinha droga (Diana, 1º Ano).”

“Ele levou uma pica e o sangue passou. Foi para o corpo (Cristina, 1º Ano).”

“Tinha sangue que entrou no braço e foi para o chichi (Florbela, 1º Ano).”

“Entrou líquido e foi para o chichi (José, 1º Ano).”

“O remédio vai pelo braço até à bexiga e é para curar quando se vai para a escola. O remédio na escola não deixa doenças. A água das picas veio pelo braço até à bexiga (António, 1º Ano).”

“O menino ia levar uma vacina que tinha soro e entrou pelo braço e saiu por a pipi (Catarina, 1º Ano).”

“A pica tinha sangue e não sei (Jessica, 1º Ano).”

“Uma pica entrou no braço e foi para a mão (Marcos, 1º Ano).”

“Tomou uma pica e foi por os braços e por o corpo todo e ficou no corpo todo (Miguel, 1º Ano).”

“Levou uma pica e ficou drogado (Bruno, 1º Ano).”

Algumas respostas com conteúdos mais elaborados: *“Ele estava a tomar droga. Ele foi ao médico e o médico fez uma coisa e viu que ele estava com droga e saiu na bexiga (Mariana, 1º Ano).”*

“O sangue a andar pelo corpo e depois foi ter à bexiga e saiu por a bexiga (Ângelo, 1º Ano).”

“O homem da droga deu uma vacina. Passou por o sangue dentro do corpo e foi fazer a análise e saiu por a pilinha (Rafael, 1º Ano).”

“Foi a droga que teve que levar uma pica. Depois da pica o sangue vai por a parte toda do corpo (Patrícia, 1º Ano).”

Em relação ao **2º Ano**, não há referências a “picas” nem a “vacinas”, sendo as respostas predominantes do tipo: *“A droga entrou pelo braço e passou pelo coração e passa pelos pulmões e saiu pela pilinha (Pedro, 2º Ano).”* Ou *“A droga passou pelo braço foi pela barriga e saiu pelo pénis (Vitor, 2º Ano).”* Ou ainda: *“A droga entra pelo braço e sai pela bexiga (João, 2º Ano).”*

Como respostas peculiares, surgem: *“A droga passou pela boca e foi para a cabeça e caiu pelo pénis (Luís, 2º Ano).”*

“A droga passa nos pulmões e atravessa as veias e vai ter no sangue e isso pode afectar o corpo (Albino, 2º Ano).”

“A droga passa pela cabeça, pelas mãos, pelos pés e pelo pénis (Diogo, 2º Ano).”

“A droga passa pelos pulmões e depois vai aos braços e depois passa pelas pernas e vai para o coração (Cláudia, 2º Ano).”

“Passa pela cabeça e para o pénis (Adriana, 2º Ano).”

“Passa pelas veias, pelos pulmões e pela bolsa da comida e para a cabeça e para o pénis (Inês, 2º Ano).”

“A droga foi pelo coração depois vai pelas veias e depois vai para os pénis e depois morreu (Rita, 2º Ano).”

“A droga passa pelo braço pela bexiga e pelo umbigo e pelo pescoço (Sofia, 2º Ano).”

Quanto ao **3º Ano**, os conteúdos das respostas obtidas centram-se num percurso do tipo: *“Vai pelas veias e pelo sangue onde se formam as doenças e sai pela urina”* (Rui, 3º Ano)."

“A droga passa pelas veias pelo corpo todo e depois passa por muitas coisas e sai pela pila (Paulo, 3º Ano).”

“A droga entra nas veias e sai pelo pénis (João, 3º Ano).”

Respostas peculiares, algumas próximas das apresentadas por alguns alunos do 2º Ano: *“A droga do toxicodependente se for no braço esquerdo vai pelas muitas veias e vai para o coração onde vai ser purificado e no fim para acabar vai para a bexiga para sair com o chichi (Miguel, 3º Ano).”*

“A droga vai pelas veias e depois para o coração (Bruno, 3º Ano).”

“A droga passa para o coração (Armindo, 3º Ano).”

“Entra pelo braço vai para os pulmões vai para o coração (Vítor, 3º Ano).”

“A droga passou pelo braço e pelos pulmões e pelo coração e depois vai para o ânus (Fábio, 3º Ano).”

“A droga mata a gente e vai para o sangue (Luísa, 3º Ano).”

“Passa pela boca, pela laringe, pelos pulmões, pelas veias, pelo intestino delgado depois pelo grosso e depois pela urina (Diana, 3º Ano).”

“A droga passa pela veia, pelo coração, estômago e depois vai à urina e sai pela urina (Ália, 3º Ano).”

“Este desenho entra pela boca, depois passa para as veias, depois passa pelos rins e depois de passar pelos rins passa para a urina (Tiago, 3º Ano).”

“A droga passa pelas pernas, pelos braços, pelas mãos e pelos pés e vai para a bexiga (José, 3º Ano).”

“Primeiro a droga entra no braço, passa pelas veias, vai pelo estômago a seguir vai intestino delgado e depois vai para o intestino grosso, passa para os rins depois vai para os ureteres e vai para a bexiga (José, 3º Ano).”

“Vem pela boca desce, desce, desce, desce e chega ao pénis que deita tudo, tudo para fora para a pessoa não ficar com muitas doenças e muitos problemas porque ficar assim para toda a vida e depois morre (André, 3º Ano).”

“Entrou no estômago, coração, fígado, rins, ureteres, uretra (Cláudio, 3º Ano).”

Mantém-se a indefinição quanto à formação da urina: *“A droga passa pelas veias, passa para o esófago, para o estômago, para o intestino delgado, para os rins, para os ureteres e finalmente chega à bexiga onde está a urina (Alice, 3º Ano).”*

“Em primeiro lugar é injectado no braço. Passa pelo estômago. Depois passa para o braço. Continua a viagem onde vai para os rins. Vai para a bexiga. Finalmente chegou à urina. Tal como disse atrás da folha que na bexiga é armazenada a urina (Joana, 3º Ano).”

“A droga começa na laringe e vai, vai e passa pelo esófago e passa pelo estômago e vai ao pâncreas e depois vai para o intestino grosso e vai para o intestino delgado e vai para os testículos e faz a urina (Vitor, 3º Ano).”

Algumas metáforas: *“O líquido que entra pelo pico vai para o corpo todo e o sangue empurra e o líquido vai para o corpo todo (Bruno, 3º Ano).”*

“A droga vai ao esófago e vai ao sangue e vai aos rins, os rins lavam o sangue, vai para os ureteres e vai à bexiga e sai da uretra (Hélder, 3º Ano).”

“Entra pelo braço dá a volta a todo o corpo e depois sai pela urina (José, 3º Ano).”

“A droga entra na veia e na artéria e vai para os rins, depois os rins expulsam-na para a bexiga por os ureteres e a bexiga expulsa-a pela uretra (Filipa, 3º Ano).”

Respostas mais elaboradas: *“O toxicod dependente toma a droga que depois vai para as veias e depois vai para o sangue depois vai para o cérebro (Sofia, 3º Ano).”*

“A droga vai para os pulmões depois para o coração, passa pelas veias e pelas artérias e vai até aos rins depois passa pelos ureteres e vai para a bexiga (Rafaela, 3º Ano).”

“A droga entra pelo braço e espalha-se no corpo. Vai para os rins, passa pelos ureteres e vai para a bexiga (André, 3º Ano).”

“A droga quando entra no nosso corpo percorre o corpo todo pelas veias e pelo sangue até chegando aos rins e depois passando pelos ureteres e vai até à bexiga e depois sai pelo pénis ou pela vagina (Mariana, 3º Ano).”

“Quando a droga que é injectada passa pelas veias pelo sangue que leva a droga até aos rins mas enquanto a droga faz esse percurso ainda demora algum tempo (Joana, 3º Ano).”

“A droga entra nas veias do braço esquerdo e percorre o nosso corpo. Depois vai para os rins que é tirada as impurezas e depois vai para a bexiga que depois foi expelida pelo pénis ou pela vagina (Tiago, 3º Ano).”

Algumas analogias à vacina, à semelhança das respostas predominantes no 1º Ano: *“A droga que sai da vacina passa pelas veias e pelo sangue e sai pelo pénis (Ana, 3º Ano).”*

“Para a droga nós temos que tomar uma vacina para ficarmos melhor. Então a vacina vai para as veias para todas as partes do corpo mas eu acho que vai também para os pulmões (Márcia, 3º Ano).”

Quanto ao **4º Ano**, respostas peculiares: *“A droga atinge o sangue depois provoca problemas no coração e depois vai para os rins e sai pelas fezes (Amara, 4º Ano).”*

“A droga que eles metem vai para as veias se eles fizerem as análises tomam uma vacina e a droga vai para a vacina (José, 4º Ano).”

“A droga vai pela bexiga passa pelos rins e vai pela urina (Ana, 4º Ano).”

“A droga primeiro vai para a mão. Depois começa a subir até à traqueia depois desce para o estômago e para o gordo e depois para a bexiga, mas quando sai ainda fica lá alguma droga (Lucas, 4º Ano).”

“A droga passou pelos pulmões, passou nos rins, ficou um pouco tempo no estômago, depois chegou à bexiga e depois saiu pela urina (Dora, 4º Ano).”

Mantém-se a confusão entre as vias de entrada no organismo, sendo clara a primazia da boca: *“Entra pelo braço vai pelas veias, depois passa estômago e depois vai para o intestino delgado depois o intestino grosso e por fim vai para o pênis (André, 4º Ano).”*

“Primeiro prossegue nas veias depois para a laringe depois para os intestinos, rins, bexiga e sai (Cesarina, 4º Ano).”

“O toxicod dependente pôs pelo braço, passou pelo estômago, do estômago passou pelos rins e foi parar à urina onde entretanto detectaram vestígios de droga (Beatriz, 4º Ano).”

“A droga vai para as veias, passa pelo estômago e sai pela bexiga (Diogo, 4º Ano).”

“O homem que está viciado em droga espetou uma seringa numa veia, que depois passou pela veia do intestino delgado, depois foi à veia do estômago que depois saiu pelo pênis (João, 4º Ano).”

“A droga passa por a boca, pelas veias e depois sai em forma de urina (Marta, 4º Ano).”

Como respostas mais elaboradas: *“A droga passa pelas veias sanguíneas levando ao corpo. O corpo rejeita a droga, vai para os rins depois para a bexiga e finalmente sai na urina (Flávia, 4º Ano).”*

“A droga vai circulando por todo o corpo e também vai atacar o sistema nervoso e o urinário e parece que a droga já estava no sangue que passou pelos rins e saiu pela bexiga (Pedro, 4º Ano).”

“Entra pelas veias e vai ao coração e do coração passa pelos rins e dos rins passa para a bexiga (Severino, 4º Ano).”

Esta questão fez surgir várias expressões do foro atitudinal (A), biopatológico (B) e valorativo (V), dada a sua susceptibilidade, do tipo:

A - *“Eu prometi à minha mãe que quando for grande não vou ser droga (Marta, 1º Ano, 6 anos, escola A).”*

V - *“Foram os maus que deram uma vacina para ele ser drogado (André, 1º Ano, 6 anos, escola A).”*

B - *“A droga passa nos pulmões e atravessa as veias e vai ter ao sangue e isso pode afectar o corpo (Albino, 2º Ano, 7 anos, escola A).”*

B - "A droga faz mal a toda a gente especialmente às crianças (Ana, 2º Ano, 6 anos, escola B)."

B - "A droga produz as doenças (Maria João, 2º Ano, 7 anos, escola B).

A e B - "A droga passa pelo corpo todo e depois fica drogado e bebe cervejas, vinho, fuma muito, e a droga faz discutir com os outros, depois fica sempre assim (Sónia, 3º Ano, 7 anos, escola A)."

A e B - "A droga vai para as veias pelo sangue e pelos pulmões e também pode ficar com uma doença, porque se deve ter cuidado com as drogas (Cláudia, 3º Ano, 8 anos, escola A)."

B e V - "A droga prega doenças e é muito grave. Um homem se andar com droga é difícil deixar e faz mal ao corpo (Domingos, 3º Ano, 8 anos, escola A)."

V e A - "Mas a droga passa por todo o corpo das pessoas, é por isso que a droga é muito, mas muito perigoso a droga. É como algumas pessoas estar todos os dias a fumar, até há pessoas que fumam todo o dia até à noite (Tiago, 3º Ano, 8 anos, escola A)."

B e V - "A droga passou pelas veias, pelos rins e pela urina esses vestígios da droga. Se essa droga não sair pelo xixi ele pode morrer ou ficar com a droga para o resto da sua vida e querer tirar e não poder. Porque quem quer injectar a droga no seu corpo, quem fizer isso faz uma grandessíssima borrada. Porque com droga não se brinca! (Ana, 3º Ano, 8 anos, escola A)."

B e V - "Primeiro passa pelo sangue depois vai para os rins e depois é que descobre. Só uma coisa, a droga faz problemas graves (Ana, 4º Ano, 9 anos, escola A)."

B - "A droga passou pelas veias dele e fez-lhe mal porque ela não deixou circular o sangue. Depois passou pela bexiga. Agora quando ele fizer xixi não vai conseguir muito bem (Jessica, 4º Ano, 9 anos, escola A)."

B e A - "A droga vai para os braços e depois eles morrem com a droga e faz muito mal às pessoas e só gastam dinheiro nas seringas e não se deve usar droga (Sofia, 4º Ano, 9 anos, escola A)."

B e V - "A droga entrou pela veia e vai até ao coração e depois pode ficar doente e ainda pode morrer. O que a droga quer significar é que a droga faz pecar e roubar as coisas que não são deles (Jorge, 4º Ano, 11 anos, escola B)."

A e B - "A droga foi pelo sangue e depois ele só fuma e bebe. Faz mal a droga (Diana, 4º Ano, 9 anos, escola B)."

Em suma, os resultados obtidos pela aplicação do questionário a 120 alunos, antes do ensino formal sobre os conceitos nele envolvidos mostram que:

- Mesmo sem ensino formal, a maioria dos alunos tem uma interpretação para o funcionamento interno do organismo;
- As ideias expressas, quer pela via escrita, quer oral, quer do desenho, são pouco consentâneas com as consensualmente aceites pela comunidade científica;
- As respostas associam-se, muito frequentemente, a ideias do quotidiano, nomeadamente quando consideram que o percurso da água no interior do organismo é equivalente a um tubo contínuo “*boca-orifício urinário*”;
- Neste percurso não há referência aos rins, verificando-se já um nível de referência significativo quanto ao sangue;
- Relativamente ao percurso da droga, este é representado de modo “*direccionado ao corpo e com saída*” (não generalizado), sendo, ainda, dominante a não inclusão da cabeça na representação deste percurso;
- No que concerne ao percurso da água, os alunos parecem conhecer melhor as partes do seu corpo que sentem e que associam a experiências agradáveis/não agradáveis do dia-a-dia. Dai referirem, mais frequentemente, órgãos como a “*boca*”, “*orifício urinário*”, “*bexiga*” e “*barriga*”. No entender dos alunos, o trajecto efectuado pelo percurso da água e da droga é directo, sendo o segundo um pouco mais curto.
- É frequente a não distinção de órgãos dos aparelhos digestivo, circulatório e urinário.
- As respostas textuais denotam uma causalidade linear e simples.
- Relativamente aos termos aplicados ao orifício urinário masculino, predominam os termos “*pilinha e pénis*” com valores praticamente equivalentes, numa variedade de quatro termos emergentes: “*não sei, bexiga, pilinha e pénis*”, enquanto que em relação ao orifício urinário feminino surgem valores dispersos, predominando o termo “*pombinha*” num primeiro momento, e valores equivalentes entre os termos “*pipi e vagina*”, num outro, numa variedade de oito termos emergentes: “*não sei, bexiga, rabo, parreca, pipi, pitinha, pombinha e vagina*”.

- No percurso da droga predomina claramente a ligação entre os aparelhos “*circulatório e excretor*”, através da referência a alguns órgãos que compõem esses aparelhos;
- Quanto à relação desenho / texto predomina claramente a equivalência entre ambos, quer no percurso da água quer no da droga.

Os resultados obtidos pela aplicação do questionário a 120 alunos, após o ensino formal sobre os conceitos nele envolvidos, sugerem também algumas evidências:

- É frequente a associação directa entre a interpretação dada pelo aluno e o seu quotidiano.
- São comuns as explicações muito diferentes das cientificamente aceites;
- Predomina a representação do percurso da água como tubo contínuo “*boca-orifício urinário*”, apesar das percentagens diminuírem em detrimento de outras concepções com valores dispersos, verificando-se o ressurgir da concepção “*representações prévias*” no último ano estudado;
- Neste percurso há um momento de predomínio da referência aos rins, e um outro de equivalência quanto à referência e à não referência deste órgão, verificando-se, igualmente, dois momentos interpretativos relativamente ao sangue, apesar do domínio da sua não referência: não há alteração quanto à sua expressão logo após o ensino formal e diminui acentuadamente no último ano estudado.
- Mantém-se claramente o domínio, na relação desenho / texto quanto aos dois percursos, da equivalência entre ambos, apresentando alguma expressão a apreciação quanto ao desenho mais completo, logo após o ensino formal;
- As respostas textuais apresentam conteúdos decorrentes da memorização de conceitos e um maior domínio sobre algumas terminologias logo após o ensino formal, e mais simplistas e lineares no último ano estudado;
- Relativamente aos termos aplicados ao orifício urinário masculino, predomina, claramente logo após o ensino formal, o termo “*pénis*”, e um ano após o ensino formal surgem valores equivalentes entre “*pilinha e*

pénis”, enquanto que em relação ao orifício urinário feminino predomina claramente o termo “*vagina*”, logo após o ensino formal, verificando-se valores dispersos, um ano após, com valores equivalentes entre “*pombinha e bexiga*”.

- Quer no que respeita à questão da água quer ainda à droga, são pouco frequentes, embora ocorram, as respostas cientificamente aceitáveis.
- A “*boca*”, “*bexiga*”, “*rins*”, “*estômago*” e “*esófago*” são os órgãos mais referidos pelos alunos na legenda do desenho do percurso da água.
- Relativamente ao percurso da droga, este é representado de modo “*direccionado com saída*” no último ano estudado, e “*generalizado com saída*” logo após o ensino formal, apesar dos valores próximos entre o direccionado e o generalizado, sendo, ainda, dominante a não inclusão da cabeça na representação deste percurso;
- No percurso da droga predomina claramente a ligação entre os aparelhos “*circulatório e excretor*”, verificando-se também um aumento da expressão da ligação “*circulatório/digestivo/excretor*”, não apenas através da referência a alguns órgãos que compõem esses aparelhos mas também de uma representação anatómica mais desenvolvida;
- Nas legendas vários alunos incluem no aparelho digestivo órgãos que pertencem ao aparelho circulatório.
- Para os alunos, não estão claros os percursos quer da água quer da droga no organismo, isto é, para alimentos/substâncias que entrem pela boca ou pelas veias, verificando-se algum desconhecimento sobre o que ocorre após a injeção da droga nas veias através de várias respostas que direccionam o percurso das veias do braço para a boca, seguindo-se um percurso semelhante ao da água;
- Observam-se muito poucas respostas assentes na relação dos vários aparelhos.

CAPÍTULO IV

DISCUSSÃO e CONCLUSÕES

Pretendeu-se com este estudo valorizar a temática das concepções prévias dos alunos face à abordagem de conteúdos programáticos, reconhecendo-se que constroem espontaneamente ideias antes, durante e depois do ensino formal. Logo, estas não devem ser confundidas como simples “erros primeiros” resultando por exemplo de simples distrações, lapsos de memória ou erros de cálculo, mas sim como potenciais modelos explicativos podendo unificar mais do que um tipo de fenómenos e resultando de um esforço consciente de teorização, sendo já conhecidas as características de persistência no tempo, resistência à mudança conceptual e carácter regressivo, surgindo, assim, como obstáculos à adequada aprendizagem dos conceitos das Ciências. Daqui resulta o seu interesse educacional.

Almeida (2000), refere que o ensino em ciências, em geral, é feito de uma forma verbalista, centrado na pessoa do professor ou na pura informação livresca, em que prevalecem as exposições orais dos saberes/conteúdos. Esta ênfase na instrução formal de um corpo de conhecimentos bem definido é suportada por uma lógica de “*transmissão cultural* (Pope e Gilbert, 1983, citado por Almeida, 2000, p.138)” dos conteúdos científicos, entendidos como produtos acabados, certos e infalíveis e, como tal, inquestionáveis, não-problemáticos e não-negociáveis. Nesta perspectiva de transmissão cultural, pressupõe-se que a aprendizagem ocorre através de um processo de acumulação de informações, cuja compreensão é normalmente avaliada em termos da sua capacidade de memorização, ou seja, de reprodução das informações e aplicação das regras definidas, o que não traduz uma aprendizagem significativa, como se tem evidenciado através de vários trabalhos de investigação na área da educação em ciências.

Face a esta situação, é amplamente reconhecida a necessidade de mudanças na educação em ciências, onde assume particular acuidade a questão da renovação dos processos educativos, de modo a reflectir a natureza da ciência e as características do trabalho científico, bem como os modos como se concebe actualmente a aprendizagem (Gil Perez, 1993, citado por Almeida, 2000), dada a persistência, assim como a resistência à mudança, elementos caracterizadores da natureza das concepções alternativas perfilhadas pelos alunos, que decorrem, quer do facto de elas serem plausíveis e funcionais, no sentido em que são eficazes na interpretação de muitos acontecimentos e

adequadas a muitos propósitos do dia-a-dia, quer por serem partilhadas por um grande número de pessoas, fazendo parte integrante da epistemologia do senso comum (Almeida, 2000).

Com efeito, a maioria dos conceitos da Ciência são contra-intuitivos e precisarão de um sistema formal de ensino para serem aprendidos. Os currículos e programas da escolaridade obrigatória devem incidir em temas e conceitos seleccionados pelo seu interesse hoje do ponto de vista pessoal, social e cultural e que constituam uma boa base para o saber no futuro (Martins e Alcântara, 2000).

Este estudo possibilitou conhecer as concepções que os alunos do 1º CEB possuem acerca do aparelho urinário e do processo da excreção, no sentido de identificar obstáculos à aprendizagem. Aqui são reconhecidos dois tipos de acordo com a origem das concepções dos alunos: a partir da experiência diária - obstáculos epistemológicos - isto é, antes do ensino formal, ou a partir de actividades de aprendizagem, ou seja, durante e depois do ensino formal – obstáculos didácticos. A identificação de obstáculos de aprendizagem tem sido um assunto investigado, especialmente, nos últimos 10 anos (Astolfi *et al.*, 1997; Clément, 1998, 2001). E, aqui, a importância do estudo centra-se no facto de envolver alunos dos quatro anos de escolaridade, do 1º ao 4º Ano do 1º CEB, tanto antes (1º e 2º Anos) como depois (3º e 4º Anos) da abordagem escolar deste tópico específico, o aparelho urinário.

Assim, ao permitir conhecerem-se padrões de concepções dos alunos, dificuldades e obstáculos de aprendizagem poderá, no futuro, vir a constituir um bom instrumento de referência para os professores utilizarem no processo de ensino-aprendizagem, pois, se por um lado é necessário que os professores aumentem os seus conhecimentos científicos (“*content knowledge*”), ou CK, por outro é importante que desenvolvam a capacidade de transformar e representar estes conhecimentos para propósitos de ensino (Shulman, 1991, citado por Lloyd *et al.*, 1998). Este conceito de “*pedagogical content knowledge*” (PCK), introduzido por Shulman (1986), refere-se a tópicos específicos e por isso distingue-se dos conhecimentos gerais de pedagogia.

No 1º CEB, a Educação em Ciências aparece integrada na área designada por “Estudo do Meio”, sendo definida, pelo programa em vigor, a introdução ao estudo dos sistemas biológicos particulares, entre eles o aparelho urinário,

apenas no 3º Ano de escolaridade, apesar de *“que o corpo humano constitui preocupação central desde o Pré-Escolar ao 8º Ano, com interrupções nos 5º e 7º anos (Martins e Veiga, 1999, p.133), “esta incidência não corresponde sempre ao mesmo nível de desenvolvimento para todos os conceitos abordados (Martins e Veiga, 1999, p.133)”*. Considera-se, então, ser importante o tratamento recorrente e progressivo dos conteúdos ao longo dos quatro anos de escolaridade já que estes conteúdos de ciências não são de fácil abordagem em contexto de ensino-aprendizagem.

Tendo por base o programa actual do 1º CEB (ME, 2001), o Bloco 1 – *“À descoberta de si mesmo”* – aborda temas relacionados com a identidade; os gostos e preferências; o corpo; a saúde do corpo; a segurança do corpo, entre outros, fazendo parte do texto introdutório desta área curricular uma referência às concepções, produto das experiências diárias, que os alunos transportam para a escola, não sendo, posteriormente, claro o tratamento a dar às mesmas aquando do desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem, isto é, na organização de estratégias de modo a que o aluno possa participar activamente na reconstrução do seu próprio saber através de desestruturações e reestruturações sucessivas do seu conhecimento. Tendo em conta que a aprendizagem tem lugar pela construção de novos significados a partir de experiências passadas e presentes, o que cada um já sabe afecta os significados dados às novas experiências. Assim, reconhecendo-se que *“as concepções alternativas são persistentes nos indivíduos e resistentes ao próprio ensino formal, o programa considerado dificilmente evitará a sua perpetuação (Martins e Veiga, 1999, p.83)”*.

Ainda sobre este tema, o programa do 1º CEB (ME, 2001, p.114), define o tratamento do *“Aparelho urinário”* através do ponto 2 *“O seu corpo”* e apresenta como objectivos o seguinte:

**” conhecer as funções vitais (...excretora,...)*

** conhecer alguns órgãos dos aparelhos correspondentes (...rins,...)*

- localizar esses órgãos em representações do corpo humano.”

Ao apresentar como objectivo o conhecimento de alguns órgãos deste aparelho, questiona-se *“Quais?”*. *“Basta, apenas, conhecer o “design” de*

alguns?” “Não é importante a sua função?” Parece ser, apenas, recomendado que os alunos localizem esses órgãos em representações do corpo humano em que a prioridade é saber localizar com precisão o local em que cada órgão se encaixa, através da memorização de imagens apresentadas, como se de um estudo anatómico se tratasse reforçando a memorização visual, com pouca ênfase na função e na relação com outros órgãos do mesmo aparelho e, ainda, na inter-relação com outros órgãos e aparelhos.

Pode-se, então, concluir que dada a enorme variedade de literatura sobre a didáctica das ciências e sobre a temática das concepções prévias, o currículo nacional mantém as perspectivas e objectivos, ignorando pressupostos da maior relevância e não se compreendendo que Educação em Ciências pretenderá promover, o que exigiria que “os *professores gerissem o programa de forma bem diferente da preconizada no documento oficial que o suporta* (Martins e Veiga, 1999, p.85).”

Esta breve análise centrada nos programas em vigor é pertinente, já que eles constituem o elemento organizador, a nível nacional, de muitas das decisões dos professores e dos autores dos vários recursos didácticos disponíveis, nomeadamente dos manuais escolares.

Assim, compreender o organismo implica o reconhecimento de um sistema complexo, cujos componentes actuam simultânea e conjuntamente em níveis distintos de organização. A construção destas noções não passa apenas pelo acumular de mais conhecimentos, mas pela necessidade de se operarem mudanças conceptuais que exigem, em maior ou menor grau, o relacionamento de vários sistemas interligados, o entendimento do equilíbrio bioquímico, a manipulação de transformações e a compreensão dos diversos níveis de organização da matéria que estão implicados em qualquer processo orgânico (Cubero Pérez, 1998).

Globalmente, os resultados deste estudo podem ser úteis para que os professores compreendam melhor as concepções prévias e adquiridas dos seus alunos bem como as suas próprias concepções, passíveis de constituírem obstáculos de ensino. Neste sentido, no quadro de uma perspectiva epistemológica do ensino de raiz construtivista, importa não só saber se houve erro e em que extensão ocorreu, mas sobretudo qual a sua origem e lógica interna, como ponto de partida para estratégias de ensino adequadas. “*Tal*

como um médico diagnosticar a causa de um sintoma antes de tentar aliviá-lo, assim o professor necessita de diagnosticar os pontos de vista dos seus alunos antes de decidir pôr mãos à obra para os transformar em pontos de vista melhor aceites cientificamente (Osborne e Freyberg, 1985, citado por Cachapuz, 1993)". Experiências inovadoras levadas a cabo recentemente no ensino das Ciências utilizando estratégias de ensino baseadas em modelos de aprendizagem para a mudança conceptual, são encorajadoras no que diz respeito à superação das concepções prévias dos alunos.

Obstáculos epistemológicos

Assim, as concepções prévias que os alunos têm sobre este ou aquele assunto são usadas, regularmente, para justificar e explicar as características dos mais diversos fenómenos, o que corresponde às concepções construídas ao longo da vida quotidiana e que se opõem à interpretação científica, isto é, derivam da dificuldade de ruptura entre as percepções da vida quotidiana e os conhecimentos científicos. Ao falar-se de excreção urinária e recorrendo-se aos desenhos analisados, verificaram-se concepções do tipo "*representações prévias sem estruturas definidas*", "*representações prévias com estruturas definidas*" e "*tubo contínuo boca-orifício urinário*", apesar da referência, algo significativa, ao sangue mas associada à concepção de tubo contínuo no percurso da água. Estas representam claramente as concepções prévias dos alunos, e são em simultâneo um **obstáculo epistemológico** no desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem.

Outro **obstáculo epistemológico** prende-se com o facto de que muitos alunos legendaram "bexiga" no local de saída da urina, como se tratando do orifício urinário, o que corresponde à concepção construída ao longo da vida quotidiana, pois, sentem diariamente vontade de urinar quando sentem a bexiga cheia, sendo este, também, um dos termos mais ouvidos pelos alunos nos seus contextos de vida.

Também foi identificado um **terceiro obstáculo epistemológico** relacionado com a impermeabilidade dos tubos do quotidiano e a permeabilidade do intestino delgado ou dos vasos sanguíneos, tendo em conta que alguns alunos desenharam linhas espalhadas pelo corpo explicando esse percurso como sendo água e droga espalhadas pelo corpo, o que denota o desconhecimento

da organização interna do corpo humano, pensando poder estabelecer ligações directas em qualquer ponto do organismo – da boca à vagina, do braço à bexiga, do braço à boca e à bexiga (...) – e também as respostas textuais denotam uma causalidade linear simples.

Obstáculos didácticos

Foram também detectados alguns obstáculos didácticos, tendo em consideração que o processo de ensino-aprendizagem é fortemente influenciado pelo manual escolar e pelo uso de material didáctico diverso, como por exemplo mapas.

Num **primeiro obstáculo didáctico** constata-se que a concepção prévia relativa a “*tubo contínuo boca-orifício urinário*” não foi identificada a fim de ser desestruturada e reestruturada através de propósitos de ensino organizados para este tópico específico, pois, ao não questionar a concepção prévia de tubo contínuo digestão-excreção, esta mantém-se como dominante após o ensino formal, diferindo, apenas, na tipologia da subcategoria: passa a dominar a referência aos rins e ao estômago e não ao sangue, como referido antes do ensino formal. Verifica-se, ainda, haver um retrocesso à concepção “*representações prévias*” no último ano estudado.

Um **segundo obstáculo didáctico** relaciona-se com o poder que a figura representativa do aparelho urinário tem na abordagem do tópico. Como foi possível verificar-se nos desenhos dos alunos do 3º Ano, a maioria tenta representar, o mais fiel possível, a figura representada no manual. Também, aqui, a concepção prévia identificada não é questionada pelas imagens presentes nos manuais adoptados. É neste contexto que Clément (2002), considera que a ideia frequente dos alunos, relativa à existência de um tubo contínuo digestão-excreção, é reflexo de uma aprendizagem por transferência analógica, não questionada pelas imagens anatómicas que constam dos manuais. Ora, nos desenhos analisados surgiram conteúdos incorrectos, confusos e de difícil compreensão, não dispendo de uma clara continuidade entre órgãos, desde a boca até ao orifício urinário, e entre aparelhos, estando alguns órgãos encobertos por outros, observando-se alguma confusão da ligação entre o estômago e o intestino delgado ou a ligação entre os intestinos.

Ainda em relação a este obstáculo didático, Pérez de Eulate e Câmara (1999); Carvalho e Silva (2005) e Carvalho *et al.* (2005), referem, em estudos sobre as características de imagens relativas à digestão e excreção constantes de manuais destinados aos primeiros anos de escolaridade obrigatória, no ponto “Incorrecções anatómicas e fisiológicas”, a absorção é tratada como a passagem de um tubo a outro, reforçando a concepção tubo-tubo, podendo, também aqui, enquadrar-se o que acima foi referido.

Também na turma cujas representações icónicas são, maioritariamente (8 em 15 alunos), uma fiel reprodução da imagem do manual adoptado, foi acrescentada apenas a representação da boca e do esófago, dado que a questão induzia para a representação da boca ao referir “Estás com sede e bebes meio litro de água (...)” (Figura 25).

Neste sentido, alguns dos desenhos presentes nos questionários mostram que os esquemas ilustrativos dos manuais escolares de Estudo do Meio podem ser memorizados pelos alunos, o que é sustentado pela literatura da especialidade (Fernandes e Oliveira, 2000; Carvalho e Silva, 2005). Parece ter sido este o caso de vários alunos do 3º Ano que desenharam esquemas do aparelho urinário compartimentado, (não integrado na questão que lhes foi colocada sobre o percurso da água no organismo desde que é ingerida até ser expelida), bem elaborados e legendados à imagem do manual (Figura 25), o que poderá ser enquadrado na conclusão de Yip (1998, citado por Fernandes e Oliveira, 2000), quando refere que os alunos tendem a memorizar os esquemas ilustrativos dos textos, mas, muitas vezes, sem os compreenderem.

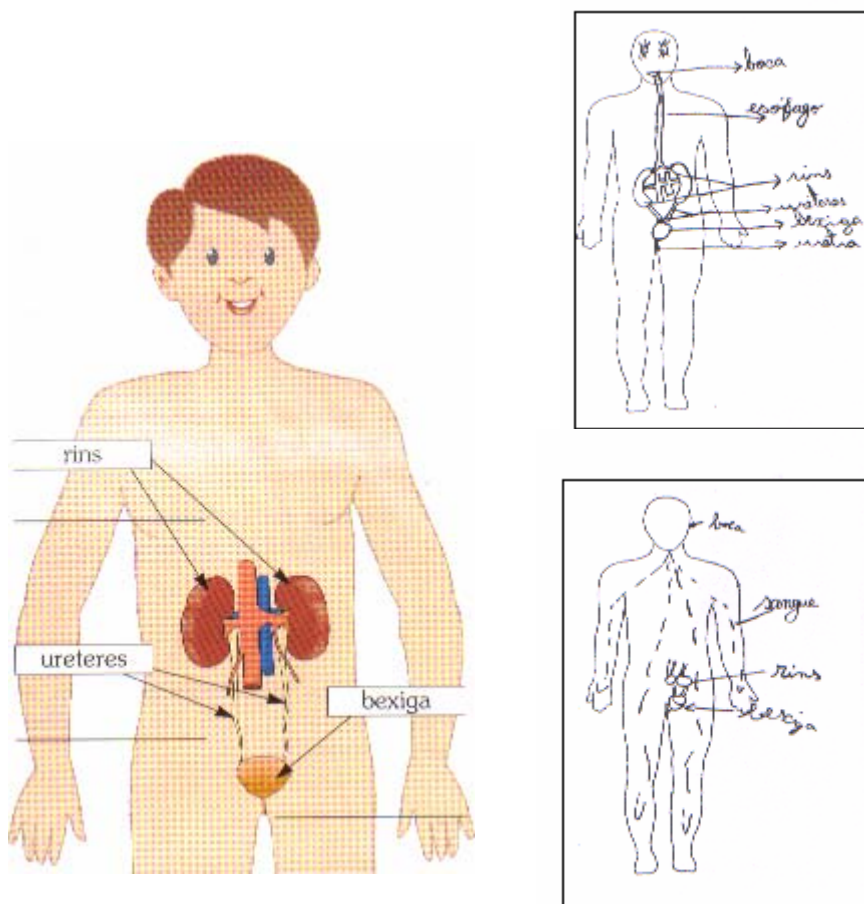


Figura 25: Esquema ilustrativo do manual e imagens presentes nos questionários

Após o ensino formal não foi observada uma significativa mudança conceitual, pois, a resposta predominante concentra, comparativamente à resposta anterior ao ensino formal, um percurso contínuo com referência a um maior número de terminologias apreendidas e uma melhoria gráfica do esquema apresentado, não tendo havido “*desconstrução de algumas das concepções alternativas tão típicas destas idades* (Martins e Veiga, 1999, p.85)”. Este **terceiro obstáculo didático** relativo ao texto do manual, poderá ser interpretado à luz dos estudos de Pérez de Eulate e Câmara (1999), sobre “Relações entre imagens, legendas e texto”, quando referem que a informação anatômica aparece em maior quantidade do que a fisiológica e na maioria das respostas o que predomina é a enumeração de órgãos e a sua melhor ou pior localização. É curioso verificar que nestes manuais observam-se exercícios que consistem basicamente em subscrever a legenda da figura representativa do “Aparelho urinário”, copiando por baixo o nome de cada órgão legendado, como

se de um exercício de iniciação à escrita se tratasse, escrevendo repetidamente a palavra a memorizar (ver Figura 25).

Estudos já realizados permitem perceber que o conhecimento das crianças evolui de uma compreensão indiferenciada do organismo, onde não há referência a qualquer categorização das estruturas e das funções, até uma compreensão mais complexa da organização interna. Os órgãos que mais conhecem são os que estão associados ao seu quotidiano, como por exemplo o estômago (“barriga”). Os que a seguir aparecem mais vezes mencionados são os intestinos e, com menos frequência, o esófago (Cubero Pérez, 1998; Carvalho *et al.*, 2005). Neste estudo, antes do ensino formal, os termos mais aplicados são a “boca”, “orifício urinário”, “bexiga”, “barriga”, “coração” e “veias”. Depois do ensino formal mantém-se a “boca”, “bexiga” e “orifício urinário” e surgem novos termos: “faringe”, “esófago”, “estômago”, “intestino delgado”, “intestino grosso”, “ureteres”, “rins”; por sua vez o “sangue” e “veias” aparecem em menor frequência.

Ainda relativamente a termos utilizados antes do ensino formal, é maior a variedade de termos aplicados, incorrectamente ao orifício urinário feminino (como por exemplo “vagina”), dada a confusão entre aquele e o órgão genital, surgindo maior número de termos correctos após a leccionação do tópico, mas retrocedendo à situação verificada antes do ensino formal, no último ano estudado. Também em relação à identificação do sexo da figura apresentada nos questionários, verifica-se que os rapazes nunca respondem “feminino”. As imagens presentes nos manuais adoptados não apresentam figuras femininas do corpo humano, à excepção da abordagem do aparelho reprodutor.

Os resultados deste estudo mostram claramente que predomina a equivalência entre o desenho e o texto, quer no percurso da água quer no da droga, o que poderá ser enquadrado na não interferência de imagens e de conteúdos abordados pelos manuais e pelos docentes em situações de aprendizagem formal. Registou-se alguma expressão quanto ao desenho mais completo, logo após o ensino formal, e como referem os estudos de Pérez de Eulate e Câmara (1999), sobre as características de imagens relativas à digestão e excreção constantes de manuais destinados aos primeiros anos de escolaridade obrigatória, no ponto “Relações entre imagens, legendas e texto”, a presença de imagens é elevada (cobrem cerca de 40% da página), sendo as

legendas escassas; referindo, ainda, que são frequentes as discrepâncias na abordagem da fisiologia a nível científico, sendo mais elevadas no texto escrito do que nas imagens; as imagens o texto e a legenda dão, muitas vezes, mais relevo a um mesmo órgão, evidenciando a tendência para centralizar as funções de um sistema num só órgão.

Tendo em conta a natureza e a especificidade desta temática e a idade dos alunos do 1º CEB, os professores recorrem, frequentemente, à apresentação de imagens presentes em manuais. Por isso, parece oportuno tecer algumas considerações sobre este recurso, já que vários autores referem que ele pode constituir fonte de incorrecções ou reforço das suas concepções alternativas (em vez de ajudar a mudá-las ou a reestruturá-las) e que os alunos com dificuldades de aprendizagem consultam mais vezes as imagens do que o texto escrito (Reid, citado por Pérez de Eulate e Câmara, 1999).

Neste âmbito, relativamente aos dois manuais de Estudo do Meio adoptados para as turmas em causa – Bambi 3, Porto Editora e Despertar, Edições Livro Directo – verifica-se que o tratamento dado ao aparelho urinário é diminuto relativamente aos outros aparelhos do programa: meia página (a necessidade de filtrar o sangue e órgãos do aparelho urinário) dedicada pelo manual Bambi 3; uma página, maioritariamente ocupada pela imagem de um corpo através do qual se vislumbra o aparelho urinário (Figura 26). Os conteúdos são tratados superficialmente, referindo, essencialmente, a função dos rins e da bexiga. O papel do sangue é pouco claro, dado que é referido no texto mas de forma pouco visível na imagem que o acompanha (Figura 26): *“O sangue, ao circular pelo corpo, recebe as substâncias prejudiciais ao organismo. Os rins filtram o sangue, recebendo essas impurezas que, misturadas com água, formam a urina. A urina sai dos rins através de canais e vai para a bexiga. Quando a bexiga está cheia, expulsa a urina para o exterior (Bambi 3, Porto Editora, 2002, p.24).”*

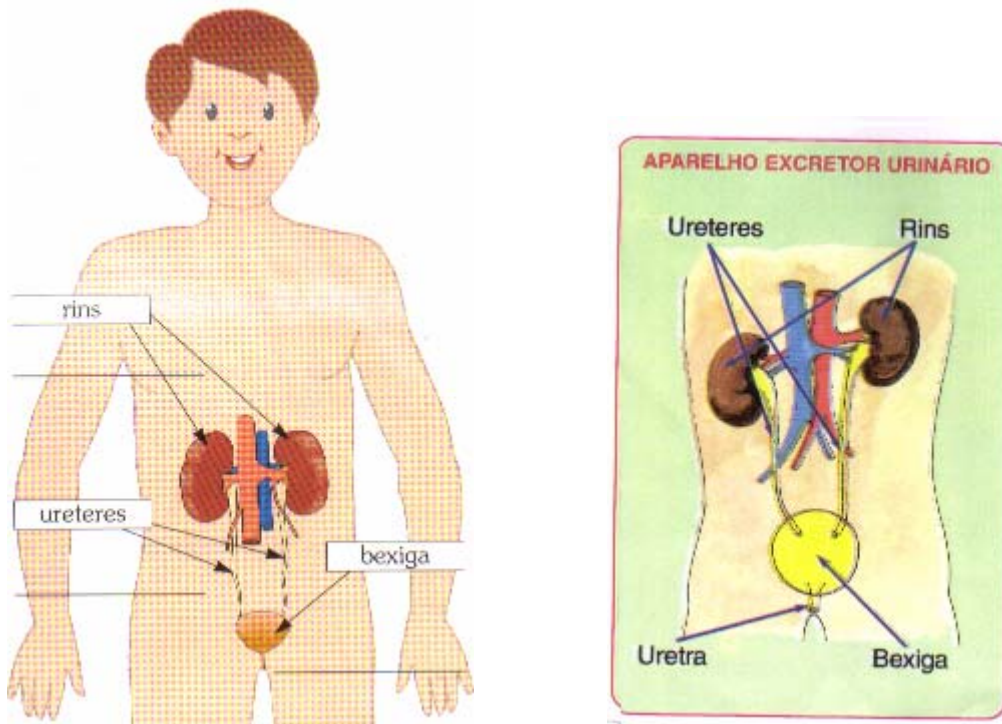


Figura 26: “Função excretora” (Bambi 3, Porto Editora, 2002, p.24) e mapa didáctico “Gailivro, Editora”

Relativamente ao outro manual adoptado, nota-se alguma atenção, ainda que insuficiente, quanto ao papel do sangue, não tanto em relação ao texto mas à imagem (Figura 27): *“Antes de se tomar chá, é preciso filtrá-lo para lhe retirar as impurezas. O sangue também transporta impurezas, sendo necessário filtrá-lo. São os rins que realizam esse trabalho.*

Quando o sangue passa pelos rins, deixa aí ficar os resíduos que caem, gota a gota, na bexiga, através duns canais chamados ureteres (Despertar, Edições Livro Directo, 2003, p.25).”

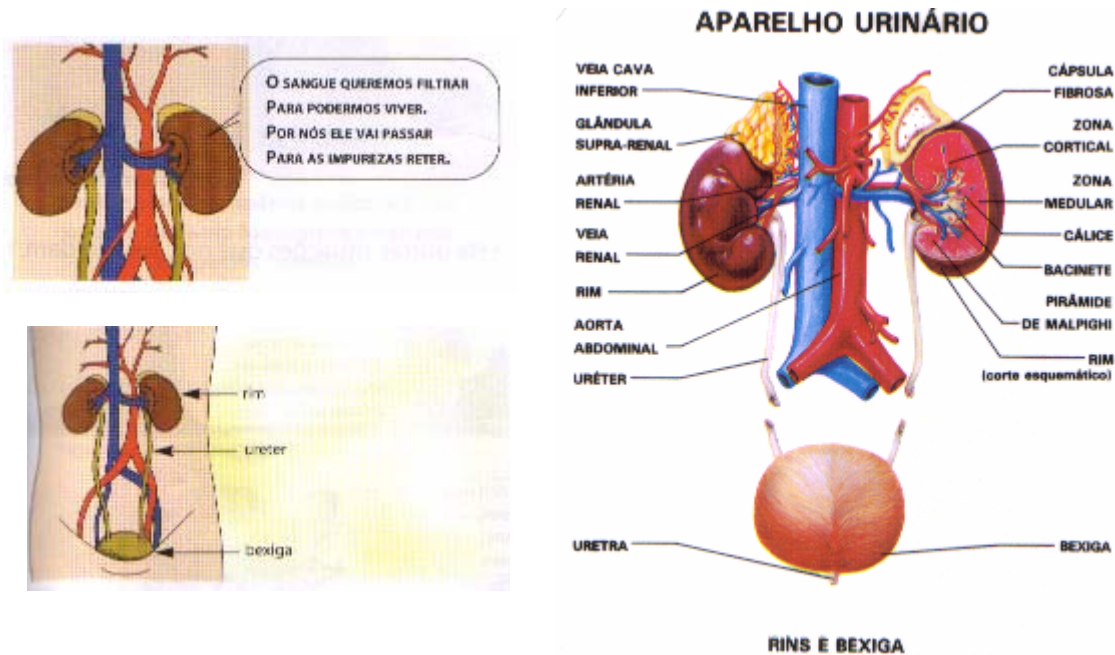


Figura 27: “A necessidade de filtrar o sangue”, “ Órgãos do sistema urinário (Despertar, Edições Livro Directo, 2003, p.25)” e mapa didáctico “Mapas Porto Editora”

O obstáculo epistemológico referido anteriormente sobre a legendagem do termo “bexiga” no local do orifício urinário, não tendo sido desestruturado nem reestruturado porque, como todos os outros não foi previamente identificado, originou, após o ensino formal, alguma confusão com o conceito de urina, estando referido, por vezes, no texto e na imagem, como sendo um órgão.

Estas respostas poderão ser enquadradas nos estudos de Pérez de Eulate e Câmara (1999), sobre as características de imagens relativas à digestão e excreção, concretamente quanto ao ponto “*Incorrecções anatómicas e fisiológicas*”, quando referem que a utilização de uma analogia visual entre o filtrado de um líquido que passa por um funil e a função dos rins pode gerar confusão quanto à formação da urina, sendo precisamente esta a imagem presente no livro de Estudo do Meio adoptado para duas das turmas estudadas (Despertar, Edições Livro Directo) (Figura 28).



Figura 28: “A necessidade de filtrar o sangue (Despertar, Edições Livro Directo, 2003, p.25)”

Fernandes e Oliveira (2000, p.124), referem que, essencialmente na abordagem de temas difíceis, os professores e os autores de manuais escolares devem estar ou ser sensibilizados para um dos factores determinantes para a aprendizagem que é a linguagem nas vertentes seguintes: *“a linguagem do professor, a linguagem dos manuais e a linguagem do aluno”*.

A linguagem escrita utilizada é bastante acessível para a faixa etária a que se destina, mas em contrapartida a tendência para compactar a informação em pequenos parágrafos é tal que dificulta bastante a compreensão dos conteúdos veiculados, tornando-se, apenas, acessórios, o que, normalmente, só dá ênfase a determinadas informações, não aprofundando os conteúdos científicos com recurso a informações completas, isto é, textuais e icónicas, estabelecendo uma boa relação entre o texto e a figura que o complementa, proliferando o uso de termos em forma de “rótulo de embalagem”.

Aquelas autoras consideram, ainda, ser premente trabalhar no sentido de tornar a linguagem do professor de ciências e dos manuais escolares acessível a todos os alunos, sendo importante estar-se consciente de que *“a linguagem em geral, e na aprendizagem da ciência em particular, era uma primeira fonte de desenvolvimento ou discriminação (Oliveira, 1997, citado por Fernandes e Oliveira, 2000, p.124)”*, acrescentando que uma maior atenção devia ser dada à inclusão, nos manuais escolares, de esquemas, metáforas e analogias, cujo potencial heurístico se pode perder por não obedecerem a critérios sustentados pela investigação e por a sua exploração didáctica não estar preconizada nos livros/guias do professor: *“Os autores deviam avaliar a compreensibilidade e adequabilidade aos alunos do nível de ensino a que se destinam esses esquemas, metáforas e analogias, que tão profusamente ocorrem nos textos (p.133).”*

Assim, esta tarefa exige muitas competências desde a competência científica à linguística e à psicopedagogia, pois, “*é o discurso científico que deve ser adaptado à linguagem comum tornando os conceitos acessíveis, é zelar para que não ocorram distorções a par da necessária simplificação* (Martins e Alcântara, 2000, p.14).”

Em relação ao ponto 3 do Programa do 1º CEB (ME, 2001, p.115), surge o seguinte:

“A saúde do seu corpo

** reconhecer a importância do ar puro e do sol para a saúde;*

** identificar perigos do consumo de álcool, tabaco e outras drogas;”*

verificando-se, quanto ao tratamento dado pelos manuais escolares adoptados para as turmas em causa, que surgem temas como “Sol e ar puro” e “Álcool... Tabaco... Drogas...” no manual Bambi 3, Porto Editora, mas de forma isolada, isto é, sem relação com os conteúdos programáticos anteriores.

Quanto ao manual Despertar, Edições Livro Directo, há a referir temas como “Ar puro e sol”, “Perigos do consumo de álcool” (problemas de saúde e doenças associadas a este consumo e outros problemas em sociedade), “Perigos do consumo de tabaco” (substâncias contidas no tabaco e alguns problemas causados pelas mesmas) e “Perigos do consumo de drogas” (referência às drogas mais consumidas, suas consequências no organismo e doenças associadas e problemas sociais causados pelo consumo), o que é indicador de um tratamento mais alargado dos conteúdos.

Este estudo demonstra um **quarto obstáculo didáctico** relacionado com a falta de inter-relação dos aparelhos humanos. Assim, para os alunos, não estão claros os percursos quer da água quer da droga no organismo, isto é, para alimentos/substâncias que entrem pela boca ou pelas veias, verificando-se algum desconhecimento sobre o que ocorre após a injeção da droga nas veias através de várias respostas que direccionam o percurso das veias para a boca, seguindo-se um percurso semelhante ao da água, facto que poderá ser enquadrado na literatura sobre as características de imagens relativas à digestão e excreção, constantes de manuais destinados aos primeiros anos da escolaridade obrigatória, no ponto relativo à característica “*Ausência de informações relevantes*”, o qual refere que, em geral, só aparecem alimentos

sólidos; e, aqui, não foram abordados alimentos/substâncias líquidas quer pelos docentes, ao longo do processo ensino-aprendizagem, quer pelos livros adoptados para as turmas estudadas, considerando-se ser fundamental recorrer a situações de resolução de problemas que impliquem a mobilização de conhecimentos sobre os diversos aparelhos estudados. Observam-se, assim, muito poucas respostas assentes na relação dos vários aparelhos a nível icónico, o que é sustentado pelos estudos de Pérez de Eulate e Câmara (1999), concretamente quanto ao ponto “*Ambiguidades e deficiências gráficas*”, quando referem que os aparelhos digestivo, excretor e circulatório não aparecem relacionados, induzindo perspectivas de carácter mecanicista. Assim, considera-se que as questões apresentadas no questionário aplicado permitiram reconhecer a importância da afirmação de Martins e Veiga (1999, p.32), quando consideram que:

“A resolução de problemas na construção de um currículo de Ciências é de importância fundamental, por permitir desenvolver não só conhecimento conceptual, mas também conhecimento processual e competências que, muitas vezes, os cidadãos têm de mobilizar quando enfrentam problemas no seu quotidiano (seleccionar, prever, recolher informação, planejar, formular hipóteses, controlar variáveis...)”

Ainda em relação a este quarto obstáculo didáctico verificou-se que poucos desenhos incluem a cabeça nos percursos apresentados mas muitos incluem o cabelo, olhos, nariz, orelhas e boca, à semelhança da maioria das imagens apresentadas pelos manuais na abordagem deste e dos outros aparelhos de Biologia Humana, à excepção do aparelho circulatório, sendo frequente a descontinuidade visual de um mesmo aparelho e de uns para os outros, sendo fundamental uma boa articulação entre texto, imagem e, ainda, o desenvolvimento de actividades práticas e exercícios de consolidação de saberes, ao longo da abordagem dos conteúdos. Também no percurso da droga, os alunos manifestaram dificuldade na relação entre os aparelhos implicados, não mobilizando conhecimentos adquiridos com a introdução dos outros aparelhos.

Reconhecendo-se que a valorização das concepções prévias dos alunos e do raciocínio crítico têm contribuições muito positivas na área das Ciências, tanto a nível pedagógico como social, então, em oposição aos modelos de ensino destinados à aquisição conceptual surgem hoje propostas de ensino para a

mudança conceptual. Estas enquadram estratégias que, partindo, das concepções prévias, procuram criar situações onde o aluno construa ou reconstrua novas estruturas conceptuais.

Tendo em consideração que o manual escolar e os mapas didácticos continuam a ser a ferramenta mais usada em contexto de sala de aula, ainda que com obstáculos didácticos subjacentes, o professor poderá identificar tais obstáculos e recorrer a outras fontes de informação, observando-as criticamente, com os alunos, e seleccionar ou criar esquemas representativos baseados nos diferentes conhecimentos sobre a temática em estudo. Desta forma, o professor poderá utilizar a técnica de desenho sempre que a abordagem de um novo tema o permita e solicitar aos alunos que expressem as suas ideias, sobre o assunto a explorar, através do desenho, para proceder à análise, discussão, desestruturação e reestruturação, recriando-as com bases científicas e construindo com os alunos o conhecimento originado pelas ideias dos alunos e o impacto das leis científicas, nas vertentes fisiológicas e anatómicas.

Em suma, deve ser prestado o maior cuidado relativamente ao material didáctico a utilizar na abordagem de conteúdos científicos deste tipo, e, aqui, este estudo revelou algumas respostas, numa mesma turma, próximas do que é considerado conhecimento científico, precisamente a turma na qual foi usado, como material de apoio à introdução do tópico, a cassette vídeo “Era uma vez... A vida: Os rins/O sistema linfático”, além do mapa didáctico e manual adoptado, com boa relação entre conteúdos e imagens.

Crê-se que o uso desmesurado do manual escolar ignora por completo as aprendizagens que são produto da experiência diária, propondo aos alunos a aprendizagem de novos conteúdos partindo sempre do pressuposto de que estes nada conhecem sobre os conhecimentos a explorar, e que a metodologia seguida centra-se, fundamentalmente, na exposição do que o manual oferece, seguindo o ritmo imposto pela sua organização e veiculando as figuras e os esquemas como exemplos perfeitos na clarificação dos diferentes temas abordados. É curioso verificar que vai sendo, cada vez mais, questionado em situações informais, como troca de impressões e experiências com colegas durante os intervalos, por exemplo, mas ainda com poucas repercussões nas

práticas pedagógicas, dado o seu inquestionável peso educativo, considerando-se, aqui, pertinente citar Tormenta (1996, p.56):

“Rapidamente se passou à verdade inabalável do que “está escrito nos livros”, tornando-se o professor escravo do livro escolar; diríamos que parece ser o professor quem tem que se lhe submeter, apesar de, em princípio, ele ter sido concebido como um auxiliar da aprendizagem dos alunos e não para o professor. O livro sabe mais que o professor, passando a ocupar o papel de guia e de conselheiro dos alunos.”

Assim sendo, conclui-se que dificilmente os alunos poderão conhecer, analisar, explorar e compreender o “Aparelho urinário” sem relacionar o “Aparelho digestivo” ou o “Aparelho circulatório”; sem abordar o intestino delgado e associá-lo à absorção sanguínea ou à solubilidade dos nutrientes; sem abordar a digestão e reflectir sobre o que acontece aos alimentos sólidos e líquidos depois de ingeridos e transportados pelo tubo digestivo; sem abordar o “Aparelho urinário” e estabelecer possíveis relações entre os outros aparelhos, não seguindo a abordagem estanque oferecida pelo manual; sem abordar possíveis efeitos sobre a saúde destes e sobre a qualidade de vida de cada ser humano, aliando a aprendizagem científica da Biologia Humana à Educação para a Saúde e promoção da mesma, numa perspectiva de tomada de consciência de problemas relacionados com a saúde e na procura de um quadro de referências que tornem os alunos mais autónomos na procura de soluções e de estilos de vida saudáveis.

De facto, considera-se que os diferentes autores e participantes na elaboração de manuais devem desenvolver um outro olhar sobre a organização dos conteúdos programáticos seleccionados, de forma a atender à imensa literatura sobre a Didáctica das Ciências e pressupostos da Educação em Ciências. Nesta perspectiva, Sá e Carvalho (1997, p.36), referem que:

“Muitos dos manuais de Meio Físico e Social abordam o estudo do Meio Físico através da veiculação de informação científica e de figuras de animais, rochas e plantas, legendadas e/ou comentadas. Muito frequentemente a solicitação observa incide sobre as figuras, havendo espaços em branco para que o próprio aluno registe tais observações. É bem elucidativo o exercício proposto por um manual, que apresentando uma figura, sugere Faz como os cientistas. Observa e completa: _____. As crianças sentadas, silenciosas e bem alinhadas na sala, munidas de lápis e papel estariam pretensamente a fazer Ciência como os cientistas.”

CONCLUSÕES

Quando se analisam os resultados obtidos com os dois grupos de alunos (antes e depois do ensino formal), não ressaltam diferenças substanciais, apesar de o segundo ter sido sujeito a ensino formal. As ideias evidenciadas, antes e após o ensino formal, são muito próximas para as várias categorias de conteúdo analisadas, isto é, não há dúvida de que os alunos foram sujeitos a uma acção pedagógica, porém, não é significativa a mudança conceptual.

Os resultados obtidos logo após o ensino formal não são muito satisfatórios, verificando-se diferenças a nível da interiorização de novos termos e de uma representação icónica, relativa aos aparelhos implicados nas respostas dos questionários, mais elaborada, não tão linear e simplista como anteriormente, apesar da manutenção da concepção de “*tubo contínuo*”.

Casos existem em que parece ter havido um retrocesso no conhecimento, um ano após o ensino formal, quer a nível da representação icónica dos aparelhos envolvidos quer a nível das respostas textuais, verificando-se o ressurgimento de concepções que parecia terem sido abandonadas e terem evoluído para modelos conceptuais cientificamente mais adequados após o ensino formal, o que poderá ser compreendido à luz das investigações sobre a mudança conceptual quando refere a tenacidade das concepções alternativas, tenacidade esta que se torna manifesta quando as concepções alternativas ressurgem depois dos alunos terem dado provas, em situações escolares, de as terem ultrapassado. Este carácter regressivo evidencia que estas concepções podem passar por um período de latência – “enquistamento” – enquanto se dá uma “colagem” de conceitos para obter êxito na avaliação, ressurgindo, passado esse curto efeito de “colagem memorística” (Oliveira, 1981), podendo-se perceber, talvez, que o ensino foi orientado segundo um modelo centrado, essencialmente, na estruturação dos saberes a adquirir, ignorando os saberes prévios dos alunos.

Estes resultados reforçam a ideia de que as concepções prévias são muito persistentes e resistentes à mudança, particularmente enquanto sentidas como úteis e plausíveis. Poder-se-á, assim, admitir que o ensino formal prestado aos alunos, sobre o assunto em causa, não terá, ainda, sido suficiente ou adequado para as alterar.

De uma forma geral, as evidências que a presente investigação revela são muito semelhantes às expressas em outros estudos empíricos nesta área, se bem que essencialmente sobre a digestão.

Verifica-se, assim, que a maioria das crianças possui os seus próprios conceitos e as suas explicações relativamente a temas que fazem parte dos seus quotidianos e que ainda não foram abordados em cenários de sala de aula.

Apesar de, após o ensino formal ser maior a frequência de respostas próximas das versões científicas, elas são muitas vezes providas de alguma inconsistência e pouca sistematização. Parecem, pois, pouco relevantes as diferenças encontradas antes e depois do ensino formal na medida em que as concepções prévias não diferem significativamente.

Tal como noutros estudos, foi possível encontrar indicadores que apontam no sentido de que:

- os conceitos vão evoluindo à medida que a criança cresce e/ou está exposta a mais ensino formal e informal;
- os conceitos científicos não são construídos de maneira imediata, após a instrução recebida nas escolas;
- algumas ideias prévias dos alunos tendem a persistir durante algum tempo, apesar do ensino formal.
- os principais obstáculos às aprendizagens identificados no presente estudo foram de dois tipos:

A- obstáculos epistemológicos:

1. relativo às concepções de tipo “*representações prévias sem estruturas definidas*”, “*representações prévias com estruturas definidas*” e “*tubo contínuo boca-orifício urinário*”, denotando uma causalidade linear simples;

2. relativo à indiferenciação e associação da “bexiga” ao “orifício urinário”;

3. relativo à impermeabilidade/permeabilidade dos tubos do quotidiano e dos vasos sanguíneos/intestino delgado, estabelecendo ligações directas entre qualquer ponto do organismo.

B- obstáculos didácticos:

1. relativo a propósitos de ensino organizados para este tópico específico que não questionam a concepção prévia de tubo contínuo digestão-excreção, mantendo-se esta como dominante após o ensino formal;
2. relativo ao poder da figura representativa do aparelho urinário, sendo a absorção tratada como a passagem de um tubo a outro, reforçando a concepção tubo-tubo, observando-se fiéis representações das imagens presentes nos manuais;
3. relativo ao texto do manual, demasiado simplista, com enfoque na legendagem da figura e na memorização da designação de órgãos isolados;
4. relativo à falta de inter-relação dos aparelhos humanos, originando falta de clareza nos percursos quer da água quer da droga no organismo (em geral não são abordadas substâncias líquidas nem injectáveis) induzindo perspectivas de carácter mecanicista.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No final deste estudo, e pese embora o facto de não ser possível formular quaisquer generalizações dos resultados obtidos, tratando-se de um estudo de caso, sem se pretender listar exaustivamente as possíveis causas subjacentes aos resultados encontrados, algumas existem que, por serem partilhadas por outros investigadores, merecem especial destaque assim como algumas recomendações pertinentes largamente referidas na literatura da especialidade:

- O raciocínio infantil apresenta características próprias, como o pensamento dirigido pela percepção, o enfoque limitado e a causalidade linear e simples, que dificultam o estabelecimento de ligações (Driver, 1992, citado por Veiga *et al.*, 2000);
- Aspectos socioculturais, como a influência da família e dos média, podem determinar a criação ou reforço de concepções alternativas, claramente diferentes das cientificamente aceites (Nuñez e Banet, 1996);
- Os manuais escolares, recursos didácticos por excelência para alunos e professores do 1º Ciclo do Ensino Básico, oferecem uma representação do organismo fundamentalmente aditiva, sem estabelecimento de relações entre os diversos sistemas (Giordan e De Vecchi, 1996; Cubero Pérez, 1998); e, ainda, as mudanças arbitrarias na orientação e ampliação de detalhes relativamente à imagem principal, dificultam a interpretação correcta da imagem e a consequente aprendizagem do que ela pretende transmitir (Pérez de Eulate e Câmara, 1999);
- O ensino formal da nutrição é feito de forma compartimentada, considerando cada processo em separado, prestando mais atenção a detalhes específicos do que ao estabelecimento de relações entre eles e não tendo em conta os conhecimentos prévios dos alunos a quem se dirige (Cubero Pérez, 1998).
- Há que atender à possibilidade de algumas concepções alternativas serem reforçadas nas próprias situações de aprendizagem, através dos manuais escolares ou do próprio professor, ao serem utilizadas analogias, linguagem e

representações diagramáticas inadequadas ou excessivamente simplistas (Cachapuz, 1995).

- À ideia de fragmentação da ciência, cada vez mais presente nos currículos, coincidente com a teorização e a abstracção cada vez maiores, marcadas por uma preocupação exagerada em terminologias específicas das diferentes áreas do saber, tornando-se mais difícil para os alunos relacionarem e integrarem os conceitos dessa área (Santos, 1994, citado por Cachapuz *et al.*, 2000), junta-se a maior dificuldade que os alunos sentem na passagem do pensamento do senso comum para o conhecimento científico. Passagem difícil, em descontinuidade que exige mudanças graduais evolutivas, que não se processam de uma só vez. Implica rupturas que se desenvolvem e acompanham a própria maturação cognitiva e afectiva dos alunos, isto é, a mudança conceptual não ocorre de forma tão rápida e linear como se chegou a pensar, sendo preciso encarar esta mudança como um processo e não como um momento (Cachapuz *et al.*, 2000).
- A aprendizagem da ciência deve ser concebida não como simples mudança conceptual, mas como mudança ao mesmo tempo conceptual, metodológica e atitudinal. Trata-se de uma estratégia construtivista em que existe participação efectiva do aluno na construção dos conhecimentos e não simples reconstrução subjectiva dos conhecimentos proporcionados pelos professores e livros (Santos e Oliveira, 2000).
- Torna-se urgente investigar estratégias de ensino adequadas para ajudar os alunos a superar tais concepções. Assim, tal objectivo é tanto mais importante quanto a investigação sobre concepções alternativas praticamente se tem circunscrito até ao momento em caracterizar a natureza destas concepções (fase descritiva) e não em como ajudar os professores a promover nos alunos a mudança conceptual (fase operativa). Tal implica naturalmente a construção prévia de um modelo de estratégia apropriado (Cachapuz, 1993).

- Muitos professores não reconhecem que a Educação para a Saúde seja uma tarefa que os implique directamente. No caso concreto do Estudo do Meio o tema da Educação para a Saúde vincula-se fundamentalmente com o conhecimento do corpo humano e algumas questões a ele ligadas, muito relacionadas com as doenças. Mas a Educação para a Saúde é muito mais que o estudo de doenças e sua prevenção. É um aspecto fundamental do desenvolvimento de crianças e adolescentes, que afecta aspectos tão fundamentais como o equilíbrio pessoal, o desenvolvimento da autonomia, e o respeito e relação adequada com as outras pessoas e o meio. Portanto, se se está de acordo que a educação, no seu percurso obrigatório, deve atender ao desenvolvimento global das capacidades dos alunos, a Educação para a Saúde deve desempenhar um papel fundamental na mesma (Carmen, 1996).

Crê-se que aos professores podem ser úteis alguns dos resultados aqui apresentados, já que proporcionam uma visão transversal desta temática, permitindo-lhes, talvez, interpretar melhor muitas das dificuldades evidenciadas pelos seus alunos.

O exemplo da excreção urinária pode ser usado na formação de professores no enquadramento do desenvolvimento de conteúdos de carácter pedagógico sobre a excreção, incluindo as suas próprias concepções de excreção e a apropriação de conhecimentos fundamentais sobre a didáctica das ciências, desenvolvendo a capacidade de transformar e representar estes conhecimentos para propósitos de ensino.

Finalmente, espera-se que este estudo possa contribuir para que os professores do 1º CEB compreendam as dificuldades que os alunos sentem quando constroem o seu próprio saber no âmbito de tópicos de Biologia Humana. Desta forma, poderão vir a orientar o processo de ensino-aprendizagem no sentido de ultrapassar tais dificuldades e obstáculos, promovendo, assim, a construção do conhecimento científico.

BIBLIOGRAFIA

Almeida, A. M. (2000). A Aprendizagem Conceptual em Física numa Perspectiva Construtivista: o papel do trabalho experimental. *Revista do Instituto de Inovação Educacional*, Vol. 15, nº 1-2-3, 137-155.

Andrade, M. I. (1995). *Educação para a Saúde*. Lisboa: Texto Editora.

Astolfi, J. P., Darot, E., Ginsburger-Vogel, Y., E Toussaint, J. (1997). *Pratiques de formation en didactique des sciences*. Bruxelles : De Boeck Université.

Bardin, L. (1991). *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70.

Bell, J. (1997). *Como realizar um projecto de investigação*. Viseu: Gradiva Publicações.

Bisquerra, R. (1989). *Métodos de Investigación Educativa - Guia Prático*. Barcelona: Ediciones Ceac.

Bogdan, R. C. e Biklen, S. K. (1991). *Investigação Qualitativa em Educação*. Porto: Porto Editora.

Cachapuz, A. F. (1993). Ensino das Ciências e Mudança Conceptual: estratégias inovadoras de formação de professores. *Inovação*, 6, 47-54.

Cachapuz, A. F. (1995). O ensino das ciências para a excelência da aprendizagem. In Carvalho, A. D. (ed). *Novas metodologias em educação*. Porto: Porto Editora, 349-385.

Cachapuz, A. F., Praia, J., Paixão, F e Martins, I (2000). Uma Visão Sobre o Ensino das Ciências no Pós-Mudança Conceptual: Contributos para a formação de professores, *Inovação*, Vol. 13, nº 2-3, 117-137.

Carey, S. (1985). Conceptual Change in Childhood: A Review of Research and Implications for Teaching and Learning. *Studies in Science Education*, 25, 69-95.

Carmen, L. (1996). Educación para la salud, *Alambique*, 9, 5-16.

Carrondo, E. (1999). Promoção da Saúde: serviços de saúde promotores de saúde, dimensão administrativa, *In* José Precioso, Floriano Viseu, Luís Dourado, Maria Teresa Vilaça, Renato Henriques e Teresa Lacerda (org.). *Educação para a Saúde*, 90-102. Braga: Instituto de Educação e Psicologia, Universidade do Minho.

Carvalho, C. (1985). *Fisiologia Animal*. Coimbra: Livraria Almedina.

Carvalho, G. S. (2002). Literacia para a Saúde: Um Contributo para a Redução das Desigualdades em Saúde, *In* Actas do Colóquio Internacional *Saúde e Discriminação Social*, pp. 113 - 127.

Carvalho, G. S., Silva, R., Lima, N., Coquet, E., Clément, P. (2003). Portuguese primary school children's conceptions about digestion: Identification of learning obstacles (submetido).

Carvalho, G. S., Dantas, C. e Clément, P. (2004). Conceptions of digestion and their possible change. A study on Primary School pre-service and in-service Teachers in Portugal, *In* Fifth Conference of European Researchers in Didactic of Biology – ERIDOB, Patras, Grécia, 23-27.09.

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. *In* European Science Education Research Association (ESERA) Conference, 28 Agosto – 1 Setembro 2005, Barcelona, Espanha. Comunicação oral.

Carvalho, G. S., Silva, R. e Clément, P. (2005). Historical analysis of Portuguese primary school textbooks (1920-2005) of the topic digestion. In International History, Philosophy, Sociology and Science Teaching Conference, 15 – 18 Julho 2005, Leeds, UK. Comunicação oral.

Clément, P. (1998). La Biologie et sa Didactique, Dix Ans de Recherche. *Aster*, 27, 57-93.

Clément, P. (2001). Epistemological didactical and psychological obstacles. The example of digestion/excretion. *Actas of meeting ESERA (European Science Education Research Association)*. Thessalonique, 347-349.

Clément, P. (2002). Didactique de la Biologie: Les Obstacles aux Apprentissages, in G. S. de Carvalho, M. L. A. V. de Freitas, P. Palhares e F. F. de Azevedo (eds.). *Saberes e Práticas na Formação de Professores e Educadores: Actas das Jornadas DCILM 2002*, 139-153. Braga: DCILM do Instituto de Estudos da Criança, Universidade do Minho.

Clément, P. (semin.) (2003 a). Obstáculos de aprendizagem, Instituto de Estudos da Criança, Universidade do Minho.

Clément, P. (semin.) (2003 b). Metodologia de Investigação em Didáctica das Ciências, Instituto de Estudos da Criança, Universidade do Minho.

Coll, C. (2001). Os professores e a concepção construtivista, in C. Coll, E. Martin, T. Mauri, M. Miras, J. Onrubia, I Solé e A. Zabala (eds.). *O Construtivismo na Sala de Aula: Novas perspectivas para a acção pedagógica*, 8 – 27. Porto: Edições ASA.

Cubero Pérez, R. (1998). Aprendizaje de la Digestión en la Enseñanza Primaria. *Alambique*, 16, 33-43.

Driver, R. (1989). Students Conceptions and the Learning of Science. *International Journal of Science Education*, 11, 481-490.

Driver, R., Asoko, H., Leach, L., Mortimer, E. e Scott, P. (1994). Constructing Scientific Knowledge in the Classroom. *Educational Researcher Education*, 11, 481-490.

Duarte, M. C. e Faria, M. A. (1992). Ciência do Professor e conhecimentos dos Alunos, in Mariana Pereira (coord.). *Didáctica das Ciências da Natureza*, pp. 62 – 97. Lisboa: Universidade Aberta.

Duarte, M. C. (1993). *Mudança conceptual e ensino das ciências da natureza. Uma proposta de intervenção pedagógica*. Tese de Doutoramento em Educação. Braga: Universidade do Minho.

Duschl, R. A. (1997). *Renovar La Enseñanza de las Ciencias – Importancia de sus Teorías y su Desarrollo*. Madrid: Narcea Ediciones.

Edwards, D. e Mercer, N. (1987). Common Knowledge: A Review of Research and Implications for Teaching and Learning. *Studies in Science Education*, 25, 69-95.

Fernandes, A. (1993). *Métodos e Regras para a Elaboração de Trabalhos Académicos e Científicos*. Porto: Porto Editora.

Fernandes, M. M. R. e Oliveira, M. T. M. (2000). Esquemas, Metáforas e Analogias nos Manuais Escolares: Contributos para uma Educação Sexual, *Anais*, 123-135.

Fonseca, V. (s/d). *Manual de Observação Psicomotora: Significação Psiconeurológica dos Factores Psicomotores*. Lisboa: Editorial Notícias.

Freitas, M. (1987). *Concepções Científicas Alternativas de Crianças Portuguesas Acerca da Vida, Morte e Decomposição dos Seres Vivos*. Braga: Universidade do Minho.

Gilbert, J. K., Osborne, R. J. e Fensham, P. J. (1982). Children's Science and its Consequences for Teaching. *Science Education*, 23(7), 5-12.

Giordan, A. e De Vecchi, G. (1987). *Les origines du savoir – des conceptions des apprenants aux conceptions scientifiques*. Paris: Delachaud et Niestlé.

Giordan, A. e De Vecchi, G. (1996). *L'Enseignement Scientifique – Comment Faire pour que "Ça Marche?"*. Nice: Z'édicions.

Gunstone, R. F. (1994). The Importance of Specific Content in the Enhancement of Metacognition. In P. J. Fensham, R. Gunstone e R. White (Eds), *The Content of Science*. London: Falmer Press.

Guyton, A. (1988). *Fisiologia Humana*. Rio de Janeiro: Editora Guanabara S.A.

Guyton, A. (1989). *Fisiologia Humana e Mecanismos das Doenças*. Rio de Janeiro: Editora Guanabara S.A.

Harlen, W. (1992). *The Teaching of Science*. London: David Fulton Publishers.

Hewson, P. W. e Beeth, E. (1995). Enseñanza para un Cambio Conceptual: Ejemplos de Fuerza y de Movimiento. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(1), 25-35.

Hill, M. M. e Hill, A. (2002). *Investigação por Questionário*. Lisboa: Edições Sílabo.

Jones, K. C. e Gaudin, A. J. (1994). *Introdução à Biologia*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

Junqueira, L. C. e Carneiro, J. (1995). *Histologia Básica*. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan.

Lerner, B. (1981). *Introdução ao Estudo da Fisiologia Humana*. S. Paulo: Edart Livraria Editora.

Lloyd, J. K., Smith, R. G., Fay, C. L., Khang, G. N. e Wah, L. L. K. (1998). Subject knowledge for science teaching at primary level: a comparison of pre-service teachers in England and Singapore, *International Journal of Science Education*, 20, 521-532.

Martins, I. P. e Veiga, M. L. (1999). *Uma Análise do Currículo da Escolaridade Básica na Perspectiva da Educação de Ciências*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.

Martins, I. P. e Alcântara, F. (2000). Intercompreensão na Educação Formal e Não-Formal em Ciências – O Desafio Actual. *Intercompreensão, Revista de Didáctica das Línguas*, nº 8, 9-22.

ME – Ministério da Educação (1990). *Programa do 1º Ciclo do Ensino Básico*. Lisboa: Direcção Geral do Ensino Básico e Secundário.

ME – Ministério da Educação (2001). *Organização Curricular e Programas do Ensino Básico do 1º Ciclo*. Lisboa: Direcção Geral do Ensino Básico e Secundário.

Miras, M. (2001). Um ponto de partida para a aprendizagem de novos conteúdos: os conhecimentos prévios, in C. Coll, E. Martin, T. Mauri, M. Miras, J. Onrubia, I Solé e A. Zabala (eds.). *O Construtivismo na Sala de Aula: Novas perspectivas para a acção pedagógica*, 54 – 72. Porto: Edições ASA.

Navarro, F. (1991). Educação para a saúde: informar ou proporcionar o crescimento para a autonomia?, in *Temas de Saúde Materna, Infantil e Escolar*, nº II. Ed. Escola Nacional de Saúde Pública.

Navarro, F. (1999). Educar para a saúde ou para a vida?: conceitos e fundamentos para novas práticas, in José Precioso, Floriano Viseu, Luís Dourado, Maria Teresa Vilaça, Renato Henriques e Teresa Lacerda (org.). *Educação para a Saúde*, 12-32. Braga: Instituto de Educação e Psicologia, Universidade do Minho.

Núñez, E. e Banet, E. (1996). Modelos Conceptuales sobre las Relaciones entre Digestión, Respiración y Circulación. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 261-278.

Nussbaum, J. (1989). Classroom Conceptual Change: philosophical perspectives. *Internacional Journal of Science Education*, 11, 530-540.

Oliva, J. M. (1999). Algunas Reflexiones sobre las Concepciones Alternativas y el Cambio Conceptual. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(1), 93-107.

Oliveira, M. T. (1991). *Didáctica da Biologia*. Lisboa: Universidade Aberta.

Pérez de Eulate, L. e Câmara, E. L. (1998). Las Imágenes de Digestión y Excreción en los Textos de Primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 165-178.

Pestana, M. H. e Gageiro, J. N. (2000). *Análise de dados para ciências sociais – A complementaridade do SPSS*. Lisboa: Edições Sílabo.

Quivy, R. e Campenhoudt, L. (1988). *Manual de Investigação em Ciências Sociais*. Lisboa: Gradiva.

Roldão, M. C. (1995). *O Estudo do Meio no 1º Ciclo: Fundamentos e Estratégias*. Lisboa: Texto Editora.

Sá, J. G. (1990). *Concepções Intuitivas e Aprendizagem das Ciências, Estilos Cognitivos e Aprendizagem das Ciências*. Braga: Universidade do Minho.

Sá, J. e Carvalho, G. S. (1997). *Ensino Experimental das Ciências – Definir uma Estratégia para o 1º Ciclo*. Braga: Editora Bezerra.

Sabbach, K. e Barnard, C. (1986). *O Corpo Humano*. Lisboa: Editorial Pública.

Santos, M. E. (1990). *Mudança conceptual na sala de aula – Um desafio pedagógico*. Lisboa: Livros Horizonte.

Santos, M. E. (1992). *Para uma Mudança Conceptual na Sala de Aula*. Lisboa: Livros Horizonte.

Santos, M. C. e Oliveira, M. T. (2000). Ensino das Ciências e Formação de Professores: a realização de trabalho experimental de investigação. *ANAIS, Educação e Desenvolvimento*, 99-107.

Shulman, L. S. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15, 4-14.

Solé, I. (2001). Disponibilidade para a aprendizagem e sentido da aprendizagem, in C. Coll, E. Martin, T. Mauri, M. Miras, J. Onrubia, I Solé e A. Zabala (eds.). *O Construtivismo na Sala de Aula: Novas perspectivas para a acção pedagógica*, pp. 28 – 49. Porto: Edições ASA.

Solomon, J. (1983). Learning about Energy: How People Think in Two Domains. *European Journal of Science Education*, 5, 49-59.

Starling, E. e Evans, C. (1986). *Princípios da Fisiologia Humana*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

Tormenta, J. (1996). *Manuais Escolares. Inovação ou tradição?* Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.

Tuckman, B. (1978). *Conducting Educational Research*. New York: Harcourt Brace Jovanovich, Inc.

Veiga, L., Dias, H., Lopes, A. e Silva, N. (2000). *Crianças com Necessidades Educativas Especiais: ideias sobre conceitos de ciências*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.

ANEXO 1

ANEXO 2

