

CAPÍTULO IV

APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1- Introdução

Neste capítulo far-se-á a apresentação e análise dos dados obtidos de forma a atingir os objectivos deste estudo: a) avaliar as potencialidades e as limitações do uso de analogias na aprendizagem do tema em estudo; b) avaliar a capacidade de produção de analogias por parte dos alunos.

Deste modo, os dados são discutidos no sub-capítulo 4.2- análise das respostas dos alunos aos questionários (pré-teste e pós-teste).

Visto o número de questões de cada questionário e a diversidade de cada uma, optamos por uma apresentação sequencial, agrupando as respostas dos questionários conforme a natureza das mesmas: questões de natureza aberta, representações/desenhos e analogias produzidas.

4.2- Análise das respostas aos questionários

Conforme referido no capítulo III as respostas dadas pelos alunos às questões de natureza aberta do questionário e o processo de produção de analogias foram classificadas segundo um sistema de categorias “*a priori*”. As respostas referentes à construção de desenhos, bem como as analogias, já referida, produzidas pelo aluno foram, por sua vez, classificadas segundo um sistema de categorias “*a posteriori*”.

O pré-teste será designado de “situação antes de ensino” (A.E.) e o pós-teste de “situação pós-ensino” (P.E.). Apresentam-se, a seguir, os resultados respeitantes a cada questão.

4.2.1- Conceito de sangue (questão 1 do pré-teste e pós-teste)

Nesta primeira questão pretendia-se conhecer o conceito de sangue que cada aluno tinha antes e depois de tratar o tema em estudo “O sangue e o sistema circulatório”.

Na tabela 4.1 apresentam-se os dados recolhidos relativamente à análise da questão 1, onde se pedia aos alunos para explicarem este conceito a um amigo.

Tabela 4.1- Distribuição dos alunos pelas categorias de resposta consideradas relativamente à questão 1: O conceito de sangue (%).

(n = 24)

Categorias de resposta	Situação antes de ensino	Situação pós-ensino
R. A. (Resposta Aceite)	–	12,5 % (3)
R. I. (Resposta Incompleta)	33,3 % (8)	37,5 % (9)
C. A. (Concepção Alternativa)	66,7 % (16)	50,0 % (12)
Outras (Outras Respostas)	–	–

Da leitura dos valores presentes na tabela 4.1 podemos dizer que, antes da intervenção, nenhum aluno perfilhava um conceito de sangue aceite para este nível de escolaridade. Como é possível verificar na tabela, os alunos deram respostas que compreendiam na sua maioria concepções alternativas (C.A.), cerca de 66,7%.

Denota-se uma alteração de valores entre a situação antes de ensino (A.E.) e pós-ensino (P.E.), vindo a aumentar a percentagem de alunos com respostas aceites (R.A.) cerca de 12,5% e a diminuir a percentagem de alunos com concepções alternativas (C.A.), passando de 66,7% para 50,0%. A categoria R.A. é caracterizada por alunos com respostas do tipo:

“O sangue é um líquido constituído por plasma, células sanguíneas e tem a função de transporte de gases, nutrientes e produtos tóxicos.” (anexo 7).

Na categoria R.I. foram consideradas respostas como por exemplo: “O sangue é um líquido (plasma) com plaquetas e transporta nutrientes e gases a muitos locais.” (anexo 7).

Na categoria C.A. seleccionaram-se algumas concepções alternativas, as mais expressas pelos alunos, quer antes de ensino (A.E.) quer depois de ensino (P.E.). Os exemplos encontram-se no quadro 4.1:

Quadro 4.1- Exemplos de respostas dos alunos na categoria C.A., na questão n.º 1: O conceito de sangue.

(n = 24)

	A.E.	P.E.
* “O sangue é um líquido vermelho e espesso.”	✓	✓
“O sangue é um líquido que se espalha pelo nosso corpo.”	✓	
“O sangue é uma espécie de líquido vermelho que transporta coisas lá dentro.”	✓	✓

Nota: * Resposta mais frequente, em situação A. E. e P. E..

Verifica-se, pela leitura do quadro 4.1, que alguns alunos mantêm ideias sobre o conceito de sangue que não variam muito da situação antes de ensino para a situação pós ensino (A.E. e P.E.), apesar de decorrido um processo de ensino planificado pela docente e dirigido para este grupo/turma. Os alunos continuam a associar, de uma forma simplista e ligada ao senso comum o sangue a um “líquido” que se apresenta “vermelho e espesso”. Nesta faixa etária, a informação recebida através dos órgãos dos sentidos, neste caso a visão, constituiu para o aluno prova suficiente para construir uma informação útil e capaz de responder às suas necessidades (De Vecchi & Giordan, 1990; Osborne & Freyberg, 1991).

A concepção do aluno corresponde, segundo os investigadores, a uma estrutura subjacente simples e lógica que lhe permite explicar a realidade que o envolve (Giordan & de Vecchi, 1988). Compreendemos pois, que uma concepção do tipo “O sangue é um líquido vermelho e espesso.”, continuamente reforçada no quotidiano, permaneça para além de uma intervenção pedagógica que efectivamente não trouxe, neste caso para o aluno, uma explicação inovadora e aceitável do conceito em causa. É de admitir que esta

persistência de concepções alternativas possa ser fundamentada pela explicação frequentemente usada no senso comum, o que faz com que as mesmas permaneçam para além de um processo de ensino (Duarte, 1987; Driver *et al*, 1989 ; Giordan & de Vecchi, 1988).

4.2.2- Funções do sangue (questão 2 do pré-teste e pós-teste)

Na questão 2 do questionário pedia-se aos alunos para explicarem as funções do sangue no organismo vivo. Os dados encontram-se apresentados na tabela 4.2.

Tabela 4.2- Distribuição dos alunos pelas categorias de resposta consideradas relativamente à questão 2: As funções do sangue (%).

(n = 24)

Categorias de resposta	Situação antes de ensino	Situação pós-ensino
R. A. (Resposta Aceite)	-	-
R. I. (Resposta Incompleta)	58,4% (14)	79,2 % (19)
C. A. (Concepção Alternativa)	32,3 % (8)	20,8 % (5)
Outras (Outras Respostas)	8,3 % (2)	-

Apesar da intervenção pedagógica dirigida especificamente para este conteúdo e para este grupo/turma as respostas aceites continuam a não se observarem na situação pós ensino. Sobre este conteúdo regista-se um aumento de alunos com respostas incompletas (R.I.) de 58,4% antes de ensino para 79,2% depois de ensino. Sendo também esta a categoria que apresenta uma maior percentagem de respostas nos dois momentos da recolha de dados. Nesta categoria aparecem respostas do tipo: “*A função do sangue é levar nutrientes e o oxigénio até às células.*” e “*O sangue é um transportador de nutrientes, oxigénio e outros produtos tóxicos.*” (anexo 6).

Pela leitura dos dados da tabela 4.2 verificamos, também, que alguns alunos perfilham ideias não aceitáveis para este nível de ensino, cerca de 32,3% antes de ensino e 20,8%

depois do processo de ensino. Os alunos continuam a defender as ideias de que “o sangue é fornecedor de energia”, o “funcionamento do coração depende da circulação do sangue” ou até que o sangue “circula espalhado pelo organismo humano”. Alguns exemplos são referidos no quadro 4.2, que apresenta algumas das concepções alternativas (C.A.) mais frequentes entre os alunos.

Quadro 4.2- Exemplos de respostas dos alunos na categoria C.A., na questão n° 2. As funções do sangue.

(n = 24)

	A.E.	P.E.
* “A função do sangue é retirar os nutrientes e o oxigénio.”	✓	
** “A função do sangue é circular por todo o corpo.”	✓	✓
“O papel do sangue é dar vida aos outros órgãos.”	✓	✓
“A função do sangue é dar-nos energia.”	✓	

Nota: * Resposta mais frequente, em situação A. E.

** Resposta mais frequente, em situação P. E.

No que diz respeito à consistência das várias concepções alternativas, principalmente daquelas que mais vezes são referidas pelos elementos da amostra, poderemos eventualmente considerar que as ideias de “dar energia/vida”, “circular pelo corpo” e “retirar nutrientes e oxigénio”, para se referirem às funções do sangue, embora úteis para o aluno, afastam-se do conceito exigido para este nível de escolaridade. Algumas delas têm a sua origem, possivelmente, nas experiências diárias dos alunos e na informação muitas vezes presente em livros, escolares e não escolares (Ângelo, 2000; Driver & Oldham, 1995; Giordan & de Vecchi, 1988). Por exemplo, em livros não escolares, dirigidos especificamente a esta faixa etária encontramos expressões do tipo: “O sangue transporta oxigénio e nutrientes e recolhe lixo.” e “O sangue viaja pelo corpo regressando depois ao coração.” (van Cleave, 1995, 1997). No próprio manual escolar adoptado pela escola onde se realizou este estudo encontram-se expressões tão vulgares como: “O sangue recebe oxigénio e nutrientes, entregando-os de seguida nas células.” e “O sangue constitui um sistema de aquecimento para outros órgãos.” (Coelho, 2001), que podem originar a organização imaginativa de representações erróneas na mente dos alunos (Giordan & de Vecchi, 1988; Driver *et al*, 1989; Osborne & Freyberg, 1991; Hodson, 1995).

Todavia devemos sublinhar o uso, mesmo que inconsciente, de linguagem metafórica pelos alunos, nas suas referências: “*dar vida*”, “*retirar nutrientes*”... Expressões estas, similares às já referidas no capítulo II, no ponto 1.2.2, usadas pelos cientistas para a divulgação de importantes descobertas científicas e que se tornaram, nos nossos dias, tão vulgares na linguagem do senso comum (Salk, 1975; Keller, 2000; Lobo, 2001; Gribbin, 2005).

4.2.3- Constituição do sangue (questão 3 do pré-teste e pós-teste)

Sobre a questão da constituição do sangue, o desempenho dos alunos teve alterações entre os dois momentos da recolha de dados, como se pode verificar pela leitura da tabela 4.3.

Tabela 4.3- Distribuição dos alunos pelas categorias de resposta consideradas relativamente à questão 3: Constituição do sangue (%).

(n = 24)

Categorias de Resposta	Situação antes de ensino	Situação pós- ensino
R. A. (Resposta Aceite)	–	54,2 % (13)
R. I. (Resposta Incompleta)	4,2 % (1)	25,0 % (6)
C. A. (Concepção Alternativa)	87,5 % (21)	12,5 % (3)
Outras (Outras Respostas)	8,3 % (2)	8,3 % (2)

Assim, na situação antes de ensino verifica-se a provável influência gerada pela recente informação recebida pelos alunos, nomeadamente sobre os fenómenos de absorção intestinal, hematose pulmonar e respiração celular, onde se falou repetidamente na passagem para o sangue dos nutrientes, do oxigénio, do dióxido de carbono e do vapor de água. Ideias estas, consideradas quase unânimes pelo grupo turma, como constituintes do próprio sangue. Este facto pode explicar a razão porque 87,5% do grupo, ou seja 21 alunos, se situam na categoria C.A., considerando que os elementos que circulam no sangue são

também constituintes do mesmo. A opinião mais frequente, por parte do grupo foi a de que: “*O sangue é constituído por nutrientes, oxigénio, dióxido de carbono e vapor de água.*” (anexo 6). Após o processo de ensino esta percentagem apresenta um valor consideravelmente mais baixo, cerca de 12,5%, ou seja apenas 3 respostas.

É de notar, também, que depois de finalizada a intervenção pedagógica, 54,2% dos alunos, ao contrário do valor nulo inicial, apresentam uma resposta considerada aceite, que inclui afirmações do tipo: “*O sangue é constituído pelo plasma que é líquido, pelos glóbulos vermelhos e brancos e pelas plaquetas.*” (anexo 7).

As “outras respostas” são de alunos que não responderam.

Na categoria R.I., em situação pós-ensino, os 25,0% de alunos não mencionaram a totalidade dos constituintes do sangue, referindo por exemplo: “*Os constituintes são os glóbulos brancos, glóbulos vermelhos e plaquetas.*” (anexo 7).

Deve-se também evidenciar o facto de que aquando da realização do pós-teste estava a decorrer a abordagem ao tema “reprodução humana”. Surgiram assim respostas tais como “*O sangue tem glóbulos brancos, glóbulos vermelhos e placentas.*”. Pressupomos por isso, que o termo “*placenta*”, indicado por alguns alunos, estivesse mais presente na mente dos mesmos, daí a possível explicação para a referência deste termo em vez de “*plaquetas*”, registado por parte de 3 alunos.

Na categoria C.A., como já mencionamos, denota-se um decréscimo considerável, sendo as ideias restantes muito similares entre si como se pode verificar pela leitura do quadro 4.3.

Quadro 4.3- Exemplos de respostas dos alunos na categoria C.A., na questão n.º 3: Constituição do sangue.

(n = 24)

	A.E.	P.E.
* “ O sangue é constituído por nutrientes, oxigénio, dióxido de carbono, vapor de água. ”	✓	✓
“ A constituição do sangue humano é nutrientes, oxigénio, alguma tinta e ar.”	✓	

Nota: * Resposta mais frequente, em situação A. E. e P. E.

Verifica-se que, antes de ensino, os alunos defendem ideias cuja origem se pode situar em experiências que vivem no seu dia-a-dia e em conhecimentos oriundos de

aprendizagens realizadas em anos anteriores, nomeadamente no 1º ciclo de ensino, como já foi referido anteriormente. Consideram, assim, que, dado os componentes trabalhados em anteriores conteúdos científicos circularem na corrente sanguínea, os mesmos fazem parte da própria constituição do sangue. Verifica-se também que a coloração do fluído corporal é justificada pelos alunos como contendo uma espécie de “tinta”. A transposição acrítica de conhecimentos e expressões do quotidiano como a expressão “tinta” para designar “coloração” parece estar presente nas ideias destes alunos quando se referem à constituição do sangue (Driver *et al.*, 1989; Giordan & de Vecchi, 1988).

4.2.4- Funções dos constituintes do sangue (questão 4 do pós-teste)

No pós-teste, a questão 4 pretendia verificar as ideias perfilhadas pelos alunos acerca do papel desempenhado por cada constituinte sanguíneo, como tal esta questão não integrou o pré-teste.

Deve-se destacar que este conteúdo foi exactamente um dos seleccionados para ser trabalhado através do recurso a analogias gráficas. Como já foi mencionado no capítulo III, explorou-se material de apoio com representações esquemáticas que pretendiam servir de analogias gráficas funcionais, segundo a classificação de Curtis & Reigeluth (1984), (anexo 2 e 3).

A tabela 4.4 mostra a distribuição dos alunos pelas categorias de resposta consideradas neste estudo.

Pela leitura da tabela corrobora-se a ideia de que a maioria dos alunos da turma deu uma resposta considerada satisfatória para este nível de ensino. Dos 24 alunos da turma, 25,0%, ou seja 6 deles, apresentou uma resposta aceite e 10 deles, 41,7% do grupo, deu uma resposta incompleta.

No conjunto das respostas da categoria R.I. podemos destacar exemplos tais como: “A função dos glóbulos brancos é proteger o corpo dos micróbios, os glóbulos vermelhos levam o oxigénio, as plaquetas param as hemorragias e o plasma transporta os nutrientes.” e “Os glóbulos brancos servem para proteger-nos dos micróbios e os glóbulos vermelhos transportam oxigénio e outros gases.” (anexo7).

Tabela 4.4- Distribuição dos alunos pelas categorias de resposta consideradas relativamente à questão 4 (pós-teste): Funções dos constituintes do sangue (%).

(n = 24)

Categorias de resposta	Situação pós-ensino
R. A. (Resposta Aceite)	25,0 % (6)
R. I. (Resposta Incompleta)	41,7 % (10)
C. A. (Concepção Alternativa)	25,0 % (6)
Outras (Outras Respostas)	8,3 % (2)

As respostas classificadas como “outras respostas”, 8,3%, correspondem a “não resposta” por parte dos alunos.

Salienta-se ainda que, 25,0%, ou seja 6 alunos, são possuidores de concepções alternativas, de seguida listadas no quadro 4.4. Este quadro indica-nos algumas ideias dos alunos que se afastam do exigido para o nível de ensino em que a amostra se encontra inserida.

Quadro 4.4- Exemplos de respostas dos alunos na categoria C.A., na questão n ° 4 (pós-teste): Funções dos constituintes do sangue.

(n = 24)

	P.E.
* “A função do sangue é circular no nosso corpo.”	✓
“A função de cada constituinte do sangue é transportar substâncias nutritivas e outras coisas também.”	✓

Nota: * Resposta mais frequente, em situação P. E.

Como podemos verificar, os alunos associam a ideia da função dos constituintes sanguíneos como sendo a função do próprio sangue, daí expressões do tipo: “A função do sangue é circular no nosso corpo.” (anexo 7).

Também podemos inferir que o recurso a analogias gráficas não foi totalmente bem sucedido, pois as concepções alternativas, mantêm-se para além da intervenção pedagógica.

O facto do domínio alvo ser de natureza abstracta e impraticável para trabalhar com recurso a uma observação directa levou-nos à escolha de uma analogia gráfica funcional, segundo a classificação de Curtis & Reigeluth (1984), apresentada pelo professor/investigador e onde os termos da correspondência analógica não foram dados ao grupo/turma. Pretendia-se o tratamento de uma nova situação onde a extensão do pensamento e a abstracção a partir da analogia apresentada (fonte), permitissem ao aluno chegar ao domínio alvo, estimulando a solução de um problema, estabelecendo semelhanças e diferenças com recurso à imaginação ou até elaborando sucessivas hipóteses para aí chegar (Glynn *et al*, 1991; Brown & Clement, 1989; Black, 1979). Muitas hipóteses se podem aqui apontar como possíveis limitações da compreensão da analogia pela maioria do grupo: a) restrições de contexto não explícito; b) desconhecimento de alguns aspectos do domínio da fonte usada, por parte dos alunos; e, c) restrições no momento da correspondência de termos entre fonte e alvo, ou seja no raciocínio analógico. Vários são os motivos que podem explicar estes resultados, pois em alguns estudos já realizados, também com resultados similares, foram apontadas: a) dificuldades de expressão oral e/ou escrita, por parte do professor, na exposição da analogia e/ou do seu contexto, ou seja na exploração didáctica da mesma; b) por parte do aluno, no reconhecimento do domínio fonte ou na presença de organizadores prévios que facilitem o raciocínio analógico; c) dificuldades na interpretação da analogia; ou, até d) dificuldades na aplicação dos conhecimentos obtidos através da exploração de analogias em “novas” situações de ensino (Cachapuz, 1989; Glynn *et al*, 1991; Gineste & Gilbert, 1995; Duit, 1991; Dagher, 1995; Lobo, 2001; Oliva, 2004; Oliveira & Fernandes, 2005).

4.2.5- Descrição da morfologia e fisiologia do coração (questão 7 do pós-teste)

O pós-teste foi igualmente constituído por uma questão (questão 7) que teve como finalidade investigar a concepção de cada aluno relativamente à morfologia e fisiologia do coração, no final da abordagem ao tema “ O sangue e o sistema circulatório”. Orientava-se o respondente para descrever alguns itens tais como localização, forma, dimensão,

cavidades internas, função e funcionamento do órgão em causa. Os resultados encontram-se registado na tabela 4.5.

Tabela 4.5- Distribuição dos alunos pelas categorias de resposta consideradas relativamente à questão 7 (pós-teste): Morfologia e fisiologia do coração (%).

(n = 24)

Categorias de resposta	Situação pós-ensino
R. A. (Resposta Aceite)	12,5 % (3)
R. I. (Resposta Incompleta)	37,5 % (9)
C. A. (Concepção Alternativa)	29,2 % (7)
Outras (Outras Respostas)	20,8 % (5)

Pela observação dos dados presentes na tabela 4.5 podemos clarificar algumas conclusões a ter em conta.

Do grupo, 12,5%, ou seja 3 alunos, apresentaram uma resposta considerada como aceite para o nível de escolaridade onde o presente estudo se insere, com respostas do tipo: *“Localiza-se na cavidade torácica, entre os pulmões, virado com a extremidade para o lado. Deve bombear o sangue para o corpo. O sangue sai do ventrículo direito para os pulmões e regressa para a aurícula esquerda. Passa para o ventrículo desse lado e depois volta a sair pela artéria aorta para todo o corpo. Volta à aurícula direita como sangue venoso.”* (anexo 7). Os restantes 9 alunos, mais precisamente 37,5%, ficam-se por uma resposta incompleta em termos de informação pedida. Os alunos referem apenas resposta para alguns dos itens pedidos. Depreende-se aqui um possível exagero, na quantidade de informação pedida pela questão, o que se pressupõe ter levado os alunos a não concluir a resposta na sua totalidade. Contudo, devemos sublinhar que o conjunto dos alunos nas categorias de resposta R.A. e R. I. perfazem exactamente 50,0% do total da amostra.

Destacaram-se 29,2% dos alunos da turma, na categoria de concepção alternativa (C.A.). Na categoria “outras respostas” situaram-se os alunos que não apresentaram qualquer opinião à questão proposta.

Da leitura atenta às respostas dos alunos seleccionamos algumas que parecem melhor identificar as ideias que se classificam como “concepções alternativas”. O quadro 4.5 faz essa apresentação.

Quadro 4.5- Exemplos de respostas dos alunos na categoria C.A., na questão n.º 7 (pós-teste): Descrição da morfologia e fisiologia do coração.

(n = 24)

	P.E.
* “ No coração, o sangue é transportado pelas veias e vai a todo o corpo, pulmões e cérebro.”	✓
“ O coração situa-se no peito e é muito grande. Serve para nos dar vida.”	✓

Nota: * Resposta mais frequente, em situação P. E.

Como se pode verificar, pelo quadro 4.5, estão presentes as ideias de que o coração é o responsável por “*levar o sangue a todo o corpo*” e o “*órgão que permite a vida*”, dependendo esta da eficácia do seu funcionamento. Mais uma vez comprovamos que os binómios *coração/vida* e *coração/transporte do sangue* estão muito presentes nesta faixa etária (de Vecchi & Giordan, 1990; Osborne & Freyberg, 1991).

Finalmente, no sentido de obter uma visão global do percurso dos alunos da situação antes de ensino (A.E.) para a situação pós-ensino (P.E.), construiu-se a tabela 4.6 que nos mostra a percentagem de alunos que progrediram, que se mantiveram na mesma categoria e que regrediram de categoria, a partir da informação presente no anexo 8.

A partir da tabela 4.6 podemos inferir que a maioria dos alunos permaneceu na mesma categoria de resposta mesmo após a intervenção pedagógica, designadamente no que diz respeito à concepção que têm sobre o sangue e sobre a função deste no organismo. Relativamente à constituição do sangue parece sobressair uma percentagem razoável de alunos que progrediram de categoria, apresentando-se um valor de cerca de 75,0% da amostra, ou seja de 18 alunos.

Tabela 4.6- Evolução dos alunos nas categorias de resposta consideradas, da situação antes de ensino para a situação pós-ensino (%).

(n = 24)

Questões de natureza “aberta”	% de alunos que progrediram	% de alunos que não evoluíram	% de alunos que regrediram
Questão n.º 1 (Conceito de sangue)	37,5 % (9)	50,0 % (12)	12,5 % (3)
Questão n.º 2 (função do sangue)	25,0 % (6)	75,0 % (18)	-
Questão n.º 3 (Constituição do sangue)	75,0 % (18)	20,8 % (5)	4,2 % (1)

A título de síntese e, deste conjunto de questões de natureza “aberta” poderemos inferir que:

- i) Os alunos, mesmo após uma intervenção pedagógica planificada com recurso a analogias, continuam a perfilhar concepções alternativas relativamente a alguns conceitos da unidade didáctica em estudo, nomeadamente ao: “conceito, função e constituição do sangue” e “morfologia, fisiologia do coração”;
- ii) Grande parte das concepções alternativas detectadas ao longo do estudo poderão ter a sua origem e/ou reforço na percepção (visão) dos alunos, na consulta de livros de divulgação científica e/ou manuais escolares, constituindo a partir daí informação satisfatória às suas necessidades. São exemplo dessas concepções: “*A função do sangue é circular por todo o corpo.*” e “*O sangue é um líquido vermelho e espesso.*”;
- iii) Não é de todo evidente que o recurso a analogias tenha tido uma influência directa e positiva na promoção da aprendizagem dos alunos no tema em estudo. Contudo, o conteúdo “função dos constituintes do sangue” apresenta uma percentagem considerável de respostas aceites e incompletas, totalizando 16 respostas numa amostra de 24 alunos;

iv) Os alunos usam, mesmo que inconscientemente, linguagem de origem analógica/metafórica para se exprimirem no seu dia-a-dia, podendo evidenciar-se exemplos como: “*O sangue deve levar/transportar os nutrientes.*”, “*O sangue serve para nos dar vida/força.*”, “*Os glóbulos brancos protegem o corpo atacando os micróbios.*”, “*Eu comparo com uma camioneta que transporta os passageiros e o sangue transporta os nutrientes, oxigénio e outros.*”...

v) A informação de temas anteriormente leccionados ao não serem bem compreendidos poderão constituir, em algumas situações, mais do que facilitadoras de posteriores aprendizagens, obstáculos a essas mesmas aprendizagens, podendo induzir a formação e/ou reforço de concepções alternativas. Este pode ser o caso dos alunos que se referem ao sangue como sendo “*... constituído por nutrientes, oxigénio, dióxido de carbono e vapor de água.*”.

vi) Em termos da evolução dos alunos, parece existir uma percentagem razoável de alunos que não alterou de forma significativa as suas ideias, mesmo após a intervenção pedagógica.

4.2.6- Representação gráfica da circulação sanguínea (questões 5, 8 e 9)

A questão 5, incluída em ambos os questionários, e as questões 8 e 9, apenas presentes no pós-teste, tinham como objectivo procurar averiguar se os alunos seriam capazes de representar correctamente os órgãos do sistema circulatório bem como o percurso do sangue pelo organismo. As características específicas da *grande* e da *pequena* circulação a representar em esquemas diferentes, constituíam as finalidades das questões 8 e 9.

A) Representação dos órgãos do sistema circulatório

Na questão 5 do pré-teste e pós-teste pedia-se aos alunos que representassem num esquema do corpo humano os órgãos do sistema circulatório, bem como o percurso do sangue pelo organismo.

A tabela 4.7 apresenta a distribuição dos alunos pelas categorias consideradas relativamente à representação dos órgãos do sistema circulatório num esquema do corpo humano.

Tabela 4.7- Distribuição dos alunos pelas categorias de resposta para a questão 5, relativamente ao conteúdo: Representação dos órgãos do sistema circulatório (%).

(n = 24)

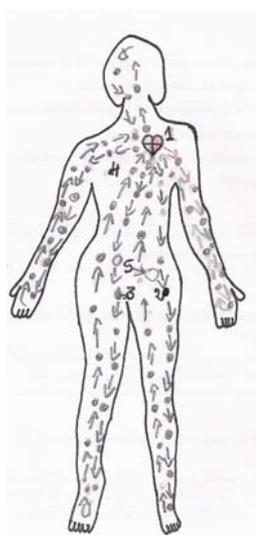
Categorias de resposta	Situação antes de ensino	Situação pós-ensino
C.R.1- Os órgãos do sistema circulatório estão representados.	83,3 % (20)	91,7 % (22)
C.R.2- Apenas o coração é representado.	16,7 % (4)	8,3 % (2)
C.R.3- O coração está correctamente posicionado.	83,3 % (20)	91,7 % (22)
C.R.4- Os vasos sanguíneos ocupam a totalidade do corpo humano.	79,2 % (19)	70,8 % (17)
C.R.5- As “ligações” coração/vasos sanguíneos estão correctas	–	58,3 % (14)
C.R.6- Existem várias “ligações” coração/vasos sanguíneos.	54,2 % (13)	25,0 % (6)
C.R.7- Existe apenas uma “ligação” coração/vasos sanguíneos.	16,7 % (4)	12,5 % (3)
C.R.8- Não existem “ligações” entre coração e vasos sanguíneos.	12,5 % (3)	4,2 % (1)

Pela leitura da tabela podemos verificar que todos os alunos representaram o coração como sendo um órgão do sistema circulatório. Contudo, a representação da posição do órgão, tida em conta na classificação do mesmo, acentuou que as interpretações e comentários elaborados a partir daí devem ser vistos com algumas reservas. Situações como esta foram referidas por diversos autores, onde prováveis confusões são frequentemente cometidas pelos alunos no momento de preenchimento dos questionários. Como tal, é importante classificar as inferências das representações elaboradas pelos alunos e não só o que realmente está representado (Giordan & de Vecchi, 1988; Banet & Núñez, 1988). Deixamos aqui a sugestão para posteriores investigações, na colocação de

pequenos pormenores em esquemas de questionários como por exemplo: olhos, boca e nariz, ajudando assim o aluno ao seu mais fácil preenchimento.

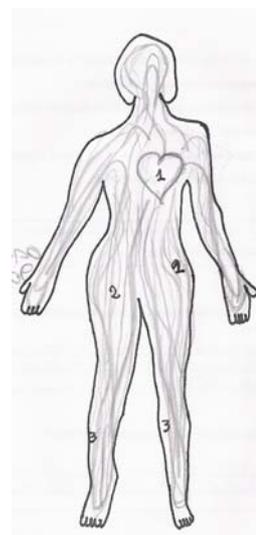
É de notar, como já foi referido, que a identificação dos órgãos do sistema circulatório constitui um objectivo relativo ao 1º ciclo do ensino básico, sendo também uma informação muitas vezes referida em sala de aula noutros contextos de ensino, o que neste caso poderá explicar a representação pela totalidade da amostra. Todavia, apenas 16,7% dos alunos, em situação antes de ensino e 8,3%, em situação pós-ensino, consideraram o coração como único órgão do sistema circulatório, não representando os diversos vasos sanguíneos no esquema. Nestes esquemas, a circulação do sangue foi representada pelos alunos através de “pequenas bolhas”, sendo simplesmente desenhados os constituintes do sangue espalhados pelo organismo, como se pode verificar pela figura 4.1A, ou fazendo referência ao sangue que circula no organismo, como presente na figura 4.1B.

Os vasos sanguíneos ocupam a totalidade do esquema (CR4), segundo a opinião de 19 alunos (ver figura 4.2A e 4.2B), para os restantes 5 alunos o sangue não circula pela totalidade do organismo, sendo deixada a cavidade cerebral sem representação. Após o processo de ensino, de cariz construtivista e com recurso a analogias diversas, os resultados não sofreram grandes alterações.



Legenda: 1- coração; 2- glóbulos brancos;
3- g. vermelhos; 4- plaquetas; 5- plasma.

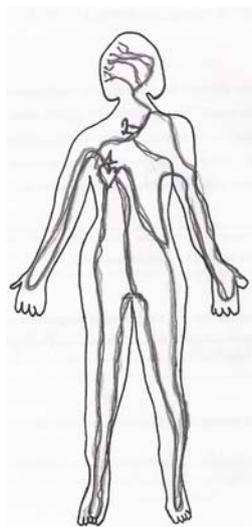
A



Legenda: 1- coração; 2- sangue venoso; 3- s. arterial

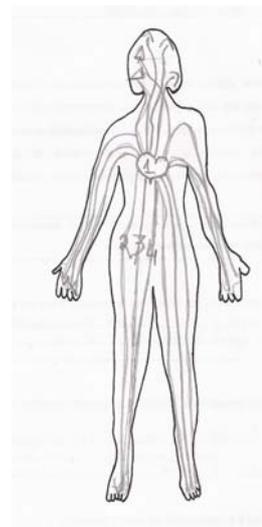
B

Figura 4.1 - Representação dos órgãos do sistema circulatório (situação pós-ensino)



Legenda: 1- coração; 2- veias onde o sangue circula.

A



Legenda: 1- coração 2- vasos capilares
3- artérias 4- veias

B

Figura 4.2- Representação dos órgãos do sistema circulatório (situação antes de ensino)

Devemos também salientar que em situação antes de ensino os alunos não têm um conceito formado relativamente às “ligações” entre coração e os vasos sanguíneos, uma vez que 54,2% da amostra representou várias conexões entre os órgãos referidos (CR6), como é possível verificar nas figuras 4.2A e 4.2B; 16,7% dos alunos representaram apenas uma “ligação” entre os órgãos (CR7) e 3 alunos, ou seja 12,5% da amostra, não estabeleceu qualquer conexão entre os órgãos. Uma explicação para estes resultados poderá ser o facto do conceito ser totalmente novo para o aluno, sendo a primeira vez abordado em sala de aula, não tendo sido objecto de estudo no 1º ciclo de ensino. Nesta perspectiva, alguns investigadores (Cachapuz, 1989; Sutton, 1996) consideram que a mente do aluno procura, selecciona, elimina, condensa a informação que recebe, procurando de seguida organizar as suas percepções pela predominância dos seus aspectos similares ou não, descurando, muitas vezes, a relevância conceptual que estes apresentam. Logo, o aluno poderá ter considerado as “ligações” como meros atributos irrelevantes, não lhes atribuindo a importância necessária para a compreensão de novos conhecimentos científicos.

Após a intervenção pedagógica os resultados sofrem algumas alterações. Verifica-se que, cerca de 58,3% dos alunos estabeleceu uma correspondência considerada correcta entre os órgãos (CR5).

É também de referir que dos 54,2% de alunos inicialmente citados, que representaram várias conexões entre os órgãos, o valor decresce, na situação pós-ensino, para os 25,0%, ou seja apenas 6 alunos continuaram a considerar que entre o coração e os vasos sanguíneos se estabelecem várias conexões (CR6).

B) Representação da circulação sanguínea

Relativamente à representação da circulação sanguínea no esquema encontraram-se, com base na análise das representações, três categorias de respostas, presentes na tabela 4.8.

Tabela 4.8- Distribuição dos alunos pelas categorias de resposta para a questão 5, relativamente ao conteúdo: Representação da circulação sanguínea (%).

(n = 24)

Categorias de resposta	Situação antes de ensino	Situação pós-ensino
C.R.9- “Circuito aberto” na representação do percurso do sangue.	45,8 % (11)	41,7 % (10)
C.R.10- “Circuito fechado” na representação do percurso do sangue.	37,5 % (9)	50,0 % (12)
C.R.11- Não respondeu / resposta incompreensível.	16,7 % (4)	8,3 % (2)

Depois de uma análise aos dados presentes na tabela sublinhamos que na categoria C.R.9, que agrupou os alunos que representaram a circulação sanguínea como um “circuito aberto”, as percentagens de resposta antes e após ensino não são muito diferentes. É também nesta categoria que se encontrou o valor mais elevado em situação antes de ensino, cerca de 45,8 % dos alunos.

Quanto à categoria C.R.10 que incluiu os alunos que desenharam um “circuito fechado” para representarem a circulação do sangue pelo organismo (figura 4.2A) verificou-se um ligeiro aumento, variando de 37,5%, antes da abordagem ao tema para

50,0%, após a intervenção pedagógica. Sendo também esta a categoria (C.R.10) com valor mais elevado na situação pós-ensino.

Na categoria C.R.11 contabilizaram-se os alunos que apresentaram um desenho não perceptível, bem como aqueles que não responderam.

C) *Natureza dos vasos sanguíneos*

Como já foi mencionado, este conteúdo apenas diz respeito ao momento de pós-ensino, uma vez que o mesmo não é abordado em anos anteriores, nomeadamente no 1º ciclo do ensino básico. Em relação ao mesmo, pretendia-se saber se os alunos fazem a distinção da natureza dos vasos sanguíneos na representação da circulação do sangue no organismo. A tabela 4.9 mostra a distribuição dos alunos pelas categorias consideradas neste estudo.

Tabela 4.9- Distribuição dos alunos pelas categorias de resposta para a questão 5, relativamente ao conteúdo: Natureza dos vasos sanguíneos (%).

(n = 24)

Categorias de resposta	Situação pós-ensino
C.R.12- Distinção da natureza dos vasos sanguíneos.	54,2 % (13)
C.R.13- Não distinção da natureza dos vasos sanguíneos.	37,5 % (9)
C.R.14- Não respondeu / resposta incompreensível.	8,3 % (2)

A abordagem a este conceito leva-nos a verificar que, na categoria C.R.12, 54,2% dos alunos distinguiu na sua representação, ou através da legenda ou através da cor, a natureza dos vasos sanguíneos (veias, artérias e capilares) do organismo humano.

Na categoria C.R.13 registam-se 37,5% de alunos que não fizeram a distinção das artérias, dos capilares e das veias no seu desenho, fazendo representações semelhantes à da figura 2.

Os dois alunos incluídos na categoria C.R.14 apenas desenharam o coração no esquema.

Nesta perspectiva podemos inferir que uma elevada percentagem de alunos (37,5%) que não fez a distinção dos vasos sanguíneos pode ter levado em consideração que essa informação é representativa do particular e não do geral. Sendo assim, talvez tenham considerado não ser uma informação essencial na transferência do campo conceptual para o campo visual (Amador & Carneiro, 1999; Cachapuz, 1989; Drouin, 1987).

Como síntese do apresentado nas tabelas 4.7, 4.8 e 4.9 parece ser possível considerar que: uma grande percentagem de alunos, cerca de 83,3% antes de ensino e 91,7% em pós-ensino revelaram ter um conhecimento correcto dos órgãos do sistema circulatório, representando-os facilmente (categoria C.R.1). A representação correcta das conexões que existem entre os órgãos, bem como a circulação sanguínea como um “circuito fechado” apresenta valores ligeiramente mais baixos, cerca de 58,3% de alunos na situação pós-ensino e 0% dos alunos na situação antes de ensino (categoria C.R.5), e 50,0%, pós-ensino contra 37,5% em situação antes de ensino, na categoria C.R.10. Todavia, é de referir que da situação antes de ensino para a situação pós-ensino parece registar-se uma evolução conceptual para os conteúdos até então trabalhados.

No que diz respeito à distinção da natureza dos vasos sanguíneos presentes no organismo (apenas em situação pós-ensino), a percentagem de alunos que o conseguiu apresenta um valor de 54,2% (C.R.12).

Este conteúdo foi um dos trabalhados através do recurso a uma analogia narrativa, com base nos estudos descritos por Dagher (1994), merecendo por isso uma especial atenção. Como conteúdo abstracto contendo conceitos de difícil explicação e de impossível observação directa foi necessário recriar uma experiência o mais familiar possível para este grupo de alunos (Duit, 1991; Astolfi, 1997; Garófalo & Galagosky, 2005).

Contudo, pela leitura das tabelas 4.7, 4.8 e 4.9 verificamos que o recurso a analogias não foi de todo um sucesso, pois a percentagem de alunos que continua, por exemplo, a descrever a circulação do sangue como um “circuito aberto”, mantém-se bastante importante, 41,7% (categoria C.R.9), após ensino (tabela 4.8).

Neste contexto, podemos apontar algumas razões, como possíveis causas para os presentes resultados: a) a persistência de concepções alternativas perfilhadas pelos alunos,

mesmo após ensino, leva-nos a indagar que a analogia construída, bem como a sua exploração, não tenha seguido a melhor metodologia para este grupo de trabalho; b) a ausência da utilização regular e sistematizada da linguagem analógica/metafórica em espaço de aula, dificultou a(s) correspondência(s) analógica(s) a estabelecer pelos alunos (Cachapuz, 1989; Dagher, 1995; Nagem *et al*, 2001; Lobo, 2001; Oliveira & Fernandes, 2005).

4.2.6.1- Representação gráfica da pequena circulação (questão 8 do pós-teste)

Uma das questões finais do pós-teste (questão 8) tinha como objectivo completar e consolidar, através do recurso a um esquema, as ideias dos alunos relativamente à circulação do sangue no organismo. Partindo do conceito geral, questão 5, para o conceito particular, questão 8, pedia-se então aos alunos um esquema representativo da circulação do sangue do coração aos pulmões e *vice-versa*: a pequena circulação.

As representações feitas pelos respondentes foram analisadas tendo em conta:

- Presença/ausência dos órgãos intervenientes (coração, vasos sanguíneos e pulmões);
- Referência/ não referência ao tipo de sangue (sangue venoso e sangue arterial).

A) Representação dos órgãos relativos à pequena circulação

Na tabela 4.10 apresenta-se a distribuição dos alunos em categorias, constituídas a partir da análise das representações feitas pelos mesmos.

A categoria C.R.1, com cerca de 54,1% dos respondentes, diz respeito aos alunos que representaram correctamente o coração, os vasos sanguíneos bem como os pulmões. O exemplo dessa classificação é demonstrado na figura 4.3.

Na categoria C.R.2 foram classificados os desenhos incompletos, sendo aí incluídos 29,2% da amostra, ou seja 7 alunos. Nestes desenhos, o coração e os vasos sanguíneos estão presentes, todavia no caso dos pulmões ou não foram representados ou os alunos apenas consideraram um destes órgãos.

Tabela 4.10- Distribuição dos alunos pelas categorias de resposta para a questão 8, relativamente ao conteúdo: Representação dos órgãos relativos à pequena circulação (%).

(n = 24)

Categorias de resposta	Situação pós-ensino
C.R.1- O coração, vasos sanguíneos e pulmões estão representados.	54,1 % (13)
C.R.2- Alguns dos órgãos estão representados.	29,2 % (7)
C.R.3- Não respondeu / resposta incompreensível.	16,7 % (4)

Na categoria C.R.2 foram classificados os desenhos incompletos, sendo aí incluídos 29,2% da amostra, ou seja 7 alunos. Nestes desenhos, o coração e os vasos sanguíneos estão presentes, todavia no caso dos pulmões ou não foram representados ou os alunos apenas consideraram um destes órgãos.

Na categoria C.R.3 foram considerados os inquiridos com respostas incompreensíveis, bem como aqueles em que não houve registo de resposta, totalizando 4 respondentes.

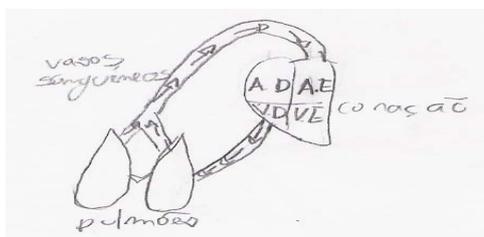


Figura 4.3 - Representação da pequena circulação.

B) Representação do tipo de sangue (sangue venoso e sangue arterial)

Relativamente ao conteúdo *tipo de sangue*, consideramos pertinente averiguar se os alunos distinguem o tipo de sangue que circula no interior dos vasos sanguíneos na circulação pulmonar. Os dados recolhidos encontram-se representados na tabela 4.11.

A categoria C.R.4, com cerca de 29,2% dos respondentes, corresponde aos alunos que identificaram correctamente o tipo de sangue que circula no interior dos vasos sanguíneos, fazendo essa referência pela cor ou pela legenda associada ao desenho.

Tabela 4.11- Distribuição dos alunos pelas categorias de resposta para a questão 8, relativamente ao conteúdo: Representação do tipo de sangue (%).

(n = 24)

Categorias de resposta	Situação pós-ensino
C.R.4- Referência ao tipo de sangue que circula nos vasos sanguíneos.	29,2 % (7)
C.R.5- Não referencia o tipo de sangue que circula nos vasos sanguíneos.	54,1 % (13)
C.R.6- Não respondeu / resposta incompreensível.	16,7 % (4)

Na categoria C.R.5 foram considerados os alunos com desenhos onde não foi especificado o tipo de sangue a circular nos vasos sanguíneos, cerca de 54,1% dos respondentes, ou seja 13 alunos. Esta categoria é também aquela que apresenta maior percentagem no conjunto da amostra estudada. A figura 4.3, anteriormente apresentada, representa um exemplo da resposta de um aluno na categoria C.R.5.

Concluindo, pela análise às tabelas 4.10 e 4.11, relativas à questão 8 do pós-teste, inferimos que, tal como na questão 5, uma percentagem aceitável de alunos, cerca de 54,1%, na categoria C.R.1, representaram todos os órgãos do sistema circulatório pedidos pela questão. Contudo, cerca de 29,2% não apresentou todos os órgãos relativos à pequena circulação (tabela 4.10, categoria C.R.2) e 54,1% não fez referência ao tipo de sangue que circula nos vasos sanguíneos (tabela 4.11, categoria C.R.5).

4.2.6.2- Representação gráfica da grande circulação (questão 9 do pós-teste)

Relativamente ao objectivo já descrito na alínea 4.2.6 (*representação gráfica da circulação sanguínea*), a questão 9 do pós-teste pretendia saber se os alunos eram capazes de representar, em esquema, a grande circulação. Novamente se reforça o objectivo da questão 5 de ambos os questionários (questão de carácter geral), para dar realce a possíveis

concepções que os alunos perfilhavam, quer porque foram construídas durante a intervenção, quer porque já existiam e permaneceram para além desta.

Os critérios tidos em conta foram seleccionados de modo a complementar o conjunto de informações que se pretendiam recolher sem, no entanto, se tornarem repetitivos e desnecessários. Desta forma trabalharam-se as seguintes critérios:

- Presença/ausência dos órgãos intervenientes (coração, vasos sanguíneos e outros órgãos);
- Distinção / não distinção da natureza dos vasos sanguíneos.

A) Representação dos órgãos relativos à grande circulação

Analisaram-se as respostas dos alunos à questão 9, estabelecendo a classificação das representações dos mesmos pelas categorias como mostra a tabela 4.12:

Tabela 4.12- Distribuição dos alunos pelas categorias de resposta para a questão 9, relativamente ao conteúdo: Representação dos órgãos relativos à grande circulação (%).

(n = 24)

Categorias de resposta	Situação pós-ensino
C.R.1- Coração, vasos sanguíneos e outros órgãos estão representados.	62,5 % (15)
C.R.2- Alguns dos órgãos estão representados.	12,5 % (3)
C.R.3- Não respondeu / resposta incompreensível.	25,0 % (6)

Na categoria C.R.1 onde se consideraram os desenhos que apresentavam o coração, os vasos sanguíneos e outros órgãos do organismo situam-se 62,5% do total da amostra em estudo. Este é o valor mais elevado nas categorias consideradas, onde os alunos representaram, para além do coração e respectivos vasos sanguíneos outros órgãos como o cérebro, estômago, rins... Também foram consideradas representações como a da fig. 4.4.

A percentagem de respondentes na categoria C.R.2 situa-se nos 12,5%, ou seja 3 alunos. Estes representaram o coração, com ou sem vasos sanguíneos ou ainda, representações sem outros órgãos de referência.

Por último, na categoria C.R.3 registamos 6 alunos sem resposta.

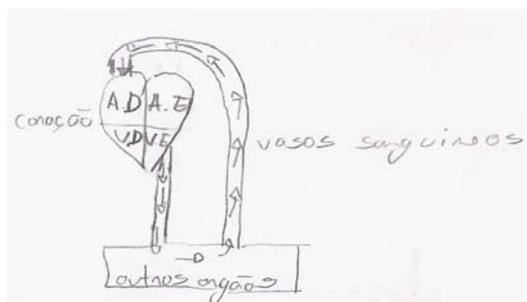


Figura 4.4 - Representação da grande circulação.

B) Natureza dos vasos sanguíneos

Por último, analisaram-se os esquemas elaborados pelos alunos de modo a averiguar as concepções perfilhadas por cada um sobre a distinção ou não da natureza dos vasos sanguíneos no organismo humano. As representações dos alunos foram categorizados segundo as classes a seguir resumidas na tabela 4.13:

Tabela 4.13- Distribuição dos alunos pelas categorias de resposta para a questão 9, relativamente ao conteúdo: Natureza dos vasos sanguíneos (%).

(n = 24)

Categorias de resposta	Situação pós-ensino
C.R.4- Distinção da natureza dos vasos sanguíneos.	25,0 % (6)
C.R.5- Não distinção da natureza dos vasos sanguíneos.	50,0 % (12)
C.R.6- Não respondeu / resposta incompreensível.	25,0 % (6)

Como podemos verificar, pela leitura da tabela 4.13, 25,0% dos alunos, na categoria C.R.4, apresentou um esquema onde foi feita a distinção da natureza dos vasos sanguíneos, ou pela cor usada para colorir os desenhos, ou pela legenda que acompanhou o referido esquema.

Todavia, é de referir que cerca de 50,0% da amostra não representou vasos sanguíneos distintos no seu desenho para a categoria C.R.5, como é o caso do exemplo da figura 4. Como parece evidente neste momento do trabalho, os alunos continuaram a não dar

importância a determinada informação mais complexa e integrada num nível superior de abstracção (Barth, 1987; Calado, 1994).

Concluindo, pela análise às tabelas 4.12 e 4.13, relativas à questão 9 do pós-teste, inferimos que uma percentagem maioritária de alunos, cerca de 62,5%, na categoria C.R.1, representaram os órgãos pedidos pela questão. Todavia, 25,0% não responderam à questão proposta e 50,0% não distinguiu a natureza dos vasos sanguíneos (tabela 4.13, categoria C.R.5).

Em suma, podemos concluir com base nos dados recolhidos e tratados, relativos à representação da circulação sanguínea (questões 5, 8 e 9) através de um esquema, o seguinte:

- i) Grande parte dos alunos (83,3%; 91,7%; 54,1% e 62,5%), tanto no que diz respeito à situação antes de ensino como na situação pós-ensino, conseguiu representar os principais órgãos do sistema circulatório;
- ii) Após a intervenção pedagógica, uma percentagem importante de alunos continuou a considerar que existem várias “ligações” entre coração e vasos sanguíneos (cerca de 25,0%) e que a circulação sanguínea é um circuito “aberto” (cerca de 41,7%);
- iii) Após cruzar dados, verificamos que na questão 5 e depois de ensino, a maioria dos alunos (54,2%) conseguiu distinguir a natureza dos vasos sanguíneos, ou através de legenda ou através de cores diferenciadas, em contrapartida na questão 9 essa percentagem decresce para cerca de um quarto dos alunos;
- iv) Em situação pós-ensino parece-nos que os alunos sentem alguma dificuldade em distinguir o tipo de sangue que circula nos vasos sanguíneos do organismo vivo;
- v) O recurso a analogias não deixou explícito um papel de facilitador na construção do conhecimento científico por parte dos alunos.

Relativamente às representações do sistema circulatório feitas pelos alunos podemos inferir algumas conclusões. Quando é pedido ao aluno a construção de conhecimentos de um nível superior de abstracção, neste caso num desenho/esquema exprimindo processos internos ao organismo humano devendo ser acompanhados por uma legenda/texto, este pode apresentar algumas dificuldades acrescidas no estabelecimento de relações entre o conceito e o desenho/esquema (Barth, 1987; Calado, 1994). A transferência de uma informação do domínio conceptual para o domínio de representação gráfica e *vice-versa* pode levantar alguns problemas nesta faixa etária (Drouin, 1987; Cachapuz, 1989; Amador & Carneiro, 1999). Já Amador & Carneiro (1999) referiram: “Se pensarmos que uma imagem implica sempre abstracção, uma vez que ela é uma resposta à tentativa de encontrar o essencial do objecto representado, isto é, pretende aceder ao universal e não ao particular (...) podemos encarar as imagens como aproximações ao próprio conceito.” (pp. 121).

O aluno pode ter sentido dificuldades na própria concretização do desenho, devendo ser levantadas algumas reservas na sua análise (Drouin, 1987; Cachapuz, 1989; Amador & Carneiro, 1999). Devemos não menosprezar que as dúvidas quanto à análise do desenho podem surgir igualmente do lado do “leitor” do desenho, neste caso do investigador, como referem os autores acima mencionados.

Numa perspectiva construtivista, onde o aluno constrói activamente o seu conhecimento com base em informações existentes, devemos também ver o desenho/conhecimento como uma representação de relações previamente estabelecidas a nível mental, que muitas vezes podem não ser aceites pelo aluno, apenas memorizadas momentaneamente e por isso não consideradas aprendizagens significativas, sendo mais tarde rejeitadas pelo mesmo (Lobo, 2001).

Conscientes das limitações acima mencionadas e, tendo em conta o tema abordado, “O sangue e o sistema circulatório”, verificamos que os alunos, mesmo após ensino, continuaram a sentir algumas dificuldades no que respeita a conteúdos como a circulação do sangue no organismo ou a natureza dos vasos sanguíneos. Estes factos reforçam, de alguma forma, as conclusões já inferidas, com base nas respostas dos alunos em questões e já referidas anteriormente. Complementa-se esta dissertação com algumas representações de alunos que se encontram em anexo.

4.2.7- Produção de analogias pelos alunos

Com as questões 4 e 6 integradas nos questionários (pré-teste e pós-teste) procurou-se que os alunos tivessem oportunidade de produzir analogias (funcionais e/ou estruturais, segundo a classificação estabelecida por Curtis & Reigeluth, 1984).

Como já foi referenciado no capítulo III, a classificação das respostas a estas questões englobou dois tipos de interpretação das mesmas. Uma primeira análise teve em conta a natureza do(s) aspecto(s) considerado(s) central(ais) na analogia, sendo por isso considerado o “produto final” da mesma e assim categorizadas “*a posteriori*”.

Por outro lado, tendo como factores essenciais, já mencionados na revisão da literatura (Gentner, 1989; Vosniadou, 1989; Sander, 2000; Lobo, 2001; Tijus, 2003), os elementos da analogia, também estes foram tidos em conta numa segunda fase. Assim consideraram-se os seguintes critérios “*a priori*”:

- A) Presença/ausência de uma fonte ou base;
- B) Presença/ausência de uma correspondência entre fonte e alvo, ou seja a correspondência analógica.

Neste último critério foram consideradas as subcategorias:

- Presença de correspondência adequada/não adequada.

Neste sentido fez-se a recolha de dados de cada questão e alíneas, com conseqüente interpretação, para depois, no conjunto das 3 questões, traçar um comentário na sua globalidade e daí retirar algumas conclusões sobre a capacidade de produção de analogias por parte dos alunos.

4.2.7.1- Analogia sobre o coração (questão 4 do pré-teste)

A questão 4 do pré-teste tinha como objectivo conseguir o estabelecimento de uma analogia para a ideia de funcionamento do coração. A questão colocada foi a seguinte: “*O coração é como...*”, de forma a permitir que o aluno completasse a frase apresentada.

Tendo em conta as analogias produzidas pelos alunos foram categorizadas as respostas dos mesmos e os resultados são apresentados na tabela 4.14.

Inferimos, pelos exemplos das respostas dos alunos, que a ideia mais frequente sobre o coração é uma ideia “mecanicista”, provavelmente muito influenciada por referências feitas no quotidiano, em manuais escolares (Coelho, 2001), em revistas ou noutros livros de divulgação científica (van Cleave, 1995, 1997). Concepções como esta foram mencionadas nesta dissertação no seu capítulo I, ponto 1.2.2, como originárias de séculos passados, mas ainda bem presentes no nosso quotidiano.

Tabela 4.14- Distribuição dos alunos pelas categorias de resposta para a questão 4 (pré-teste): “O coração é como...”.

(n = 24)

Categorias de resposta	Exemplos de resposta	Situação antes- ensino
C.R.1- Analogia centrada na máquina.	* “Um motor de um carro porque o carro sem o motor a trabalhar não anda.” “Uma moto-serra (lâmina), com a entrada e saída da lâmina.”	54,2 % (13)
C.R.2- Analogia centrada no reservatório com ou sem entradas e saídas.	“Uma torneira porque solta água para fora e o coração solta sangue para o nosso corpo.” “Um poço porque entra e sai água.”	20,8 % (5)
C.R.3- Analogia centrada em aspectos perceptíveis como a forma, tamanho ou sons.	“Uma batata pequena” “Um relógio a andar com os ponteiros: tic, tac!” “Um tambor: Pum! Pum! Pum!”	12,5 % (3)
C.R.4- Não respondeu / resposta incompreensível.	“Uma garrafa de champanhe que atira a rolha e o coração bombeia o sangue.”	12,5 % (3)

Nota: * Resposta mais frequente.

Cerca de 54,2% dos alunos fez referência ao coração como sendo a máquina do corpo humano. Os termos “*moto-serra*” e o “*motor do carro*” são vistos pelos alunos como o coração no provável desempenho da sua função, sendo também sublinhada a importância do “motor” da “máquina” para esta funcionar. Alguns investigadores foram, ao longo dos tempos, apontando esses resultados em estudos já realizados, como Rumelhard (1988), Lavarde (1994) e Sutton (1996, 2003), entre outros.

Alguns alunos, ou seja 12,5% dos respondentes, produziram analogias tendo como ponto de referência o facto do coração ser um órgão de “reserva” e de circulação do sangue, daí o órgão ser associado a “*um poço*” ou a “*uma torneira*”.

Alguns alunos, ainda, associaram analogamente o coração a uma “*batata pequena*” ou a um “*relógio*” evidenciando aqui características morfológicas e funcionais já mencionadas na revisão da literatura (Giordan & de Vecchi, 1988; Sander, 2000; Hamilton, 2003; Tijus,

2003). Estes investigadores defendem que em faixas etárias mais baixas, como é o caso, os alunos traçam similaridades pelas propriedades que lhes parecem mais evidentes como a forma, tamanho ou o som associado ao alvo.

A) Presença/ausência de uma fonte ou base

Tendo em conta os critérios definidos “*a priori*” foram analisadas as respostas dos alunos sendo classificadas e apresentados os resultados na tabela 4.15:

Tabela 4.15- Distribuição dos alunos pelas categorias de resposta para a questão 4 (pré-teste), relativamente ao critério: Presença/ausência de uma fonte ou base (%).

(n = 24)

Categorias de resposta	Situação antes- ensino
C.R.1- Presença de uma fonte ou base.	91,6 % (22)
C.R.2- Ausência de uma fonte ou base.	4,2 % (1)
C.R.3- Não respondeu / resposta incompreensível.	4,2 % (1)

No processo de produção da analogia propriamente dito, o grupo apresentou, na sua maioria um elemento considerado a *fonte* para a construção da mesma. Cerca de 91,6% dos alunos escolheu um elemento do seu dia-a-dia e por isso do seu conhecimento, de forma a caracterizar a função ou a forma do coração. A categoria C.R.1 é evidenciada por respostas do tipo: “*Uma moto-serra (lâmina), com a entrada e saída da lâmina.*” ou “*Um motor de um carro porque o carro sem o motor a trabalhar não anda.*” (tabela 4.14 e anexo 6). Nesta categoria encontramos elementos *fonte* tão diversos e familiares como: “motor”, “relógio”, “batata”, “bateria”... muito próprios da imaginação fértil dos alunos nesta faixa etária.

Na categoria C.R.2 classificamos respostas como: “*Uma garrafa de champanhe que atira a rolha e o coração bombeia o sangue.*” (anexo 6), onde não nos parece possível estabelecer a fonte pensada pelo aluno, uma vez que o mesmo mencionou múltiplos

termos: “garrafa”, “champanhe” e “rolha”, não tendo especificado qual o responsável pelo “bombear” do líquido.

B) Presença/ausência de uma correspondência entre fonte e alvo

De forma a estabelecer as concepções que os alunos tinham em mente foi necessário inferir algumas ideias acerca da correspondência adequada ou não que eles possam ter estabelecido para a escolha da fonte em relação ao alvo, o *coração*. Nesta perspectiva foram, sempre que possível, estabelecidas conjecturas sobre os elementos das respostas dos alunos. A tabela 4.16 apresenta a distribuição dos alunos pelas categorias consideradas.

Tabela 4.16- Distribuição dos alunos pelas categorias de resposta para a questão 4 (pré-teste), relativamente ao critério: Presença/ausência de uma correspondência entre fonte e alvo (%).

(n = 24)

Categorias de resposta	Situação antes- ensino
C.R.4- Presença de uma correspondência entre fonte e alvo.	79,2 % (19)
C.R.5- Ausência de uma correspondência entre fonte e alvo.	12,5 % (3)
C.R.6- A correspondência fonte/alvo é adequada.	41,7 % (10)
C.R.7- A correspondência fonte/alvo não é adequada.	37,5 % (9)

Ao considerar o coração como órgão central do funcionamento do sistema circulatório, os alunos recorreram ao imaginário ou ao quotidiano, de forma a encontrar termos possíveis de estabelecer uma correspondência com o funcionamento/forma do referido órgão.

Cerca de 79,2% dos alunos estabeleceu uma correspondência entre fonte e alvo, sendo classificadas as respostas na categoria C.R.4. Destes, 41,7% conseguiu que essa correlação fosse adequada e perceptível ao investigador/receptor, com respostas do tipo C.R.6, como por exemplo: “Uma bateria que faz o sangue andar.” e “Uma torneira porque solta água

para fora e o coração solta sangue para o nosso corpo.” (tabela 4.14 e anexo 6). Parece-nos que no primeiro caso o raciocínio de correspondência do aluno tenha sido a continuidade do funcionamento da bateria, bem como a associação do seu funcionamento para o impulsionar do sangue pelo organismo. No segundo exemplo, o aluno possivelmente associou o funcionamento da torneira com a respectiva função do coração, ou seja tal como a torneira faz circular a água também o coração é o responsável pela circulação do sangue. Estas ideias podem ter origem em fontes tão diversas como em conhecimentos trabalhados em anos anteriores, nomeadamente durante o 1º ciclo do ensino básico (Adúriz-Bravo *et al*, 2005; Galagovsky, 2005).

Dos 79,2% mencionados, ou seja, que estabeleceram uma correspondência entre fonte e alvo, salientaram-se 37,5% na categoria C.R.7, com correspondências não adequadas entre fonte e alvo, como por exemplo: *“Um motor de um carro para trabalhar precisa de gasolina e o coração precisa de sangue.”* e *“Uma mangueira a deitar água.”* (anexo 6). Nestas situações sublinha-se uma das concepções já reforçada por vários investigadores e que permanece ao longo da escolaridade ou seja os alunos continuam a considerar que o funcionamento do coração se deve simplesmente à existência de sangue (Driver, 1989; Giordan & de Vecchi, 1988; Banet & Núñez, 1995). No segundo exemplo, parece-nos que possa estar subjacente a ideia de que o coração é apenas o local de circulação/passagem do sangue, tal como a mangueira é o local de passagem/circulação da água. Estes exemplos de analogias construídas pelos alunos não estabeleceram, na nossa opinião, uma correspondência analógica capaz de explorar de uma forma interactiva os atributos e as relações entre fonte e alvo. O processo cognitivo, a capacidade imaginativa, o contexto, capazes de ajudar a fazer corresponder os atributos e as relações de ambos os domínios, fonte e alvo, encontrou-se possivelmente dificultado (Ripoll, 2005).

4.2.7.2- Analogia sobre o sangue (questão 6 a) do pré-teste e pós-teste)

A questão 6 a) dos questionários tinha como objectivo a construção de uma analogia acerca do sangue. Como conteúdo já abordado no 1º ciclo do ensino básico tornou-se importante averiguar as concepções existentes antes de ensino e depois de ensino, no conjunto de alunos que constituiu a amostra do presente estudo. A questão colocada foi: *“O sangue é como...”*, permitindo ao aluno a oportunidade de completar a frase.

Relativamente à produção de analogias feitas pelo grupo/turma podemos agrupá-las nas categorias consideradas e apresentadas na tabela 4.17.

Tabela 4.17- Distribuição dos alunos pelas categorias de resposta para a questão 6 a):
“O sangue é como...”.

(n = 24)

Categorias de resposta	Exemplos de resposta	Situação antes- ensino	Situação pós-ensino
C.R.1- Analogia centrada no estado físico.	* “Como água.” “Como gasolina.”	25,0 % (6)	25,0 % (6)
C.R.2- Analogia centrada no estado físico e no movimento.	** “Como um rio.” “Como água a sair da torneira.” “Como água a correr numa ponte.”	29,1 % (7)	16,7 % (4)
C.R.3- Analogia centrada no estado físico e na cor.	“Como tinta vermelha.” “Como sumo de morango.”	20,9 % (5)	16,7 % (4)
C.R.4 - Analogia centrada no estado físico, cor e movimento.	“Como um rio vermelho.”	4,2 % (1)	-
C.R.5- Analogia centrada no estado físico, movimento e na função de transporte.	“Lembra-me a gasolina porque leva componentes químicos.”	8,3 % (2)	4,2 % (1)
C.R.6- Analogia centrada no estado físico, cor, movimento e na função de transporte.	“É como o rio vermelho que transporta o lixo (substâncias).”	4,2 % (1)	-
C.R.7- Analogia centrada na função de transporte.	“Como o camião a transportar oxigénio e gases.” “ Como uma mochila para levar livros.”	-	20,9 % (5)
C.R.8- Não respondeu / resposta incompreensível.	“Como um vaso furado por onde passa a água.” “Como um poço.”	8,3 % (2)	16,7 % (4)

Nota: * Resposta mais frequente, em situação P. E.

** Resposta mais frequente, em situação A. E.

Os dados da tabela permitem-nos inferir que os alunos associaram o sangue a uma grande generalidade de líquidos independentemente da cor, constituição química ou até da função que cada um tem para a actividade humana. As respostas mais frequentes foram “*Como um rio*” (anexo 6) e “*Como água*” (anexo 7), em situação antes de ensino e em situação pós-ensino, respectivamente.

Denota-se, igualmente, que os alunos atribuíram características pouco frequentes ao líquido escolhido (rio, sumo) de forma a reforçar a correspondência a estabelecer entre a fonte e o alvo. Aparecem-nos assim respostas como “*rio vermelho*” (anexo 6) ou “*sumo de morango*” (anexo 7).

Comparando as situações antes de ensino e pós-ensino não se registaram diferenças consideráveis na variedade de analogias produzidas pelos alunos. No entanto, devemos realçar que as respostas dadas pelos alunos e classificadas na categoria de resposta 7 (apenas verificadas em situação pós-ensino) marcam possivelmente a influência exercida pela recente informação recebida durante a intervenção pedagógica. Associar o sangue à sua função de transporte através de um “camião de transporte” ou de uma “mochila para livros” vem ao encontro de resultados já apontados por outros investigadores (Sander, 2000; Lobo, 2001; Oliveira & Fernandes, 2005), onde foi demonstrado que os alunos produzem, muitas vezes, analogias tendo em conta o trabalho desenvolvido anteriormente.

A) Presença/ausência de uma fonte ou base

Em relação ao critério mencionado foram analisadas as respostas dos alunos sendo posteriormente classificadas nas categorias apresentadas na tabela 4.18.

Tabela 4.18- Distribuição dos alunos pelas categorias de resposta para a questão 6 a), relativamente ao critério: Presença / ausência de uma fonte ou base (%).

(n = 24)

Categorias de resposta	Situação antes de ensino	Situação pós-ensino
C.R.1- Presença de uma fonte ou base.	87,5 % (21)	79,1 % (19)
C.R.2- Ausência de uma fonte ou base.	8,3 % (2)	16,7 % (4)
C.R.3- Não respondeu / resposta incompreensível.	4,2 % (1)	4,2 % (1)

Pela leitura da tabela 4.18, podemos verificar que a maioria dos alunos, 87,5%, ou seja 21 alunos, antes de ensino e 79,1% depois de ensino, encontraram sem dificuldade uma *fonte* quando esta foi pedida para a construção de uma analogia. Todavia, é de referir que esta percentagem diminuiu ligeiramente na situação pós-ensino.

Na categoria C.R.1 registam-se fontes escolhidas pelos alunos como: “*tinta vermelha.*”, “*sumo de morango.*”, “*gasolina*” (tabela 4.17 e anexo 6), “*rio*”, “*camião*”

(tabela 4.17 e anexo 7), onde a variedade na escolha poderá, na nossa opinião, ir ao encontro de características físicas visíveis do sangue ou na função que este desempenha no organismo vivo. A intervenção pedagógica de natureza construtivista e enriquecida com analogias não trouxe alterações importantes na presença e diversidade de fontes produzidas pelos alunos.

A categoria C.R.2 registou uma subida de percentagem da situação antes de ensino para a situação pós-ensino, ou seja de 2 respostas passou para 4 respostas, sendo de 16,7%, no momento pós-ensino. Esta categoria caracterizou-se por respostas onde não nos foi possível perceber a *fonte* escolhida pelo aluno para a construção da analogia pretendida. Salientam-se os exemplos já mencionados: “*Como a torneira de água.*” (tabela 4.17 e anexo 6) ou “*Como um poço.*” (tabela 4.17 e anexo 7). Nestes exemplos não se depreende qualquer relação entre o pedido, uma analogia sobre o sangue e os termos escolhidos por estes alunos “*poço*” e “*torneira*”.

B) Presença/ausência de uma correspondência entre fonte e alvo

O critério *presença/ausência de uma correspondência entre fonte e alvo* pretendeu analisar a capacidade de “mapeamento” (*mapping*, segundo autores como Gentner, 1989 e Nagem *et al*, 2001) estabelecida pelos alunos durante a construção de analogias. Deste modo foram estudadas as respostas dos alunos, à questão 6a) para posteriormente classificá-las em categorias presentes na tabela 4.19.

Tabela 4.19- Distribuição dos alunos pelas categorias de resposta para a questão 6 a), relativamente ao critério: Presença / ausência de uma correspondência entre fonte e alvo (%).

(n = 24)

Categorias de resposta	Situação antes de ensino	Situação pós-ensino
C.R.4- Presença de uma correspondência entre fonte e alvo.	50,0 % (12)	41,7 % (10)
C.R.5- Ausência de uma correspondência entre fonte e alvo.	37,5 % (9)	37,5 % (9)
C.R.6- A correspondência fonte/alvo é adequada.	50,0 % (12)	41,7 % (10)
C.R.7- A correspondência fonte/alvo não é adequada.	-	-

A tabela 4.19 mostra-nos que a percentagem de alunos que conseguiu estabelecer uma correspondência entre fonte e alvo foi de 50,0% na situação antes de ensino e 41,7% na situação pós-ensino. A percentagem de alunos que não conseguiu estabelecer explicitamente um conjunto de relações entre fonte e alvo é exactamente a mesma nos dois momentos da recolha de dados, ou seja 37,5% dos respondentes da amostra. Nesta categoria os alunos limitaram-se simplesmente a citar o termo fonte não sendo evidenciada qualquer relação estabelecida entre fonte e alvo.

Os 50,0% de alunos registados antes da intervenção pedagógica e os 41,7% registados em situação pós-ensino, na categoria C.R.4, representam igualmente os alunos que estabeleceram uma correspondência correcta entre fonte e alvo. Todos eles conseguiram fazer essa correspondência adequadamente, independentemente do momento, antes de ensino ou pós-ensino, pedido para a produção da analogia. Os respondentes deram respostas como por exemplo: “*Como sumo de morango.*” (anexo 6) e “*Como sopa de letras.*” (anexo 7). Nestes exemplos, é de inferir que os alunos equipararam o sangue com o domínio familiar de conhecimento geral “*sumo de morango*”, devido muito provavelmente à semelhança de cor entre os dois compostos e com a “*sopa de letras*”, devido à plausível associação feita com as substâncias (massas) aí presentes em suspensão, relacionando as mesmas com as células sanguíneas, nutrientes ou outros componentes que se encontram no sangue. Gentner (citado por Sander, 2000) reconhece que este estabelecimento de relações de atributos estruturais e/ou funcionais entre fonte e alvo esclarece a forma como o processo analógico ocorre na mente do aluno, sendo as respostas dos alunos os exemplos mais claros de tais processos.

4.2.7.3- Analogia sobre a veia/ os vasos sanguíneos (questão 6 b) do pré-teste e pós-teste)

Na questão 6 b) dos questionários pedia-se aos alunos para construírem uma analogia sobre “a veia”, em situação antes de ensino; na situação de pós-ensino propôs-se a ideia da construção de uma analogia sobre “os vasos sanguíneos”. As respostas encontram-se apresentadas na tabela 4.20, depois de classificadas na respectiva categoria.

A característica morfológica do(s) vaso(s) sanguíneo(s) foi sem dúvida a mais utilizada pelos alunos desta amostra para a produção da analogia pedida, cerca de 75,0% antes de ensino e 62,4%, depois de ensino.

**Tabela 4.20- Distribuição dos alunos pelas categorias de resposta para a questão 6 b):
“A/Os veia/vasos sanguíneos é/são como...”**

(n = 24)

Categorias de resposta	Exemplos de resposta	Situação antes- ensino	Situação pós-ensino
C.R.1- Analogia centrada na forma do vaso sanguíneo.	* “Como uma mangueira.” “Como um tubo de água.” “É como os canos do carro.”	75,0 % (18)	62,4 % (15)
C.R.2- Analogia centrada na circulação de algo no interior do vaso.	“Como corredores onde andam pessoas.” “Como o local do lápis onde passa a grafite.” “É como uma estrada.”	12,5 % (3)	16,7 % (4)
C.R.3- Não respondeu / resposta incompreensível.	“Como elásticos cortados.” “Como o mar.” “Como um motor.”	12,5 % (3)	20,9 % (5)

Nota: * Resposta mais frequente, em situação A. E. e P.E.

Encontramos pois, na categoria C.R.1, respostas como: “*Como uma mangueira.*”, “*Como um tubo de água.*”, como sendo aquelas que mais se aproximam da ideia de vaso sanguíneo que cada aluno tem.

Regista-se um ligeiro aumento de respostas incompreensíveis em situação pós-ensino, onde os alunos mencionaram o “*mar*”, “*motor*”, na categoria C.R.3, tendo estabelecido, erradamente na nossa opinião, uma correlação com os vasos sanguíneos.

A) Presença/ausência de uma fonte ou base

Tendo em conta a escolha de uma fonte para o estabelecimento da analogia a produzir em relação aos vasos sanguíneos, as respostas dos alunos foram classificadas segundo a tabela 4.21.

Tabela 4.21- Distribuição dos alunos pelas categorias de resposta para a questão 6 b), relativamente ao critério: Presença / ausência de uma fonte ou base (%).

(n = 24)

Categorias de resposta	Situação antes de ensino	Situação pós-ensino
C.R.1- Presença de uma fonte ou base.	87,5 % (21)	75,0 % (18)
C.R.2- Ausência de uma fonte ou base.	4,2 % (1)	20,8 % (5)
C.R.3- Não respondeu / resposta incompreensível.	8,3 % (2)	4,2 % (1)

Quando se comparam os valores em situação antes de ensino e pós-ensino encontramos alguns dados que merecem uma leitura cuidadosa. Após uma intervenção pedagógica de natureza construtivista e enriquecida com analogias apresentadas pelo professor e exploradas em conjunto com os alunos verificamos um decréscimo no sucesso da escolha de *fontes* para as analogias construídas pelos alunos. Os valores de C.R.1 decrescem de 87,5% para 75,0% em situação pós-ensino.

A categoria C.R.1 é caracterizada por respostas do tipo: “*Como uma mangueira.*” (anexo 6) e “*É como os canos do carro.*” (anexo 7), em situação antes de ensino e pós-ensino, respectivamente. A fonte encontrada pelos alunos foi ao encontro de pequenos objectos reais e concretos possíveis de identificar facilmente no seu quotidiano. Todavia é de realçar que em situação pós-ensino 20,8% dos alunos não conseguiu indicar uma fonte possível para a construção de uma analogia sobre os vasos sanguíneos, registando-se respostas do tipo C.R.2: “*Um motor.*” e “*Como o mar.*” (anexo 7). Estes resultados levam-nos a levantar a hipótese de alguns alunos, que demonstraram ter adquirido o conhecimento científico correcto (ver anexo 7) sentirem dificuldade em produzir analogias. Neste contexto, referimos a resposta de um aluno para a categoria C.R.2, “*Por onde passa o sangue arterial*” (anexo 7) que nos parece caracterizar bem o referido anteriormente, pois o aluno concentrou a sua resposta no próprio conhecimento científico.

Devemos, no entanto, acentuar que o processo decorrido até à indicação de uma fonte, embora não considerada correcta, pode ser muito importante para a aprendizagem de uma linguagem analógica/metafórica por parte dos alunos (Holyoak & Thagard, 1989; Sander, 2000; Pudelko & Legros, 2003). A produção da fonte, mesmo que incorrecta, constitui uma poderosa ferramenta para a orientação e descoberta de novas fontes e respectivas correspondências que daí possam advir. Sander é de opinião que “Essas analogias, mesmo que infrutíferas ajudam o aluno a delinear o caminho para estabelecer correctamente a correspondência pedida, pois orienta o mesmo para outras direcções e portanto alguma competência foi trabalhada.” (2000:65).

B) Presença/ausência de uma correspondência entre fonte e alvo

A *presença/ausência de uma correspondência entre fonte e alvo* foi também um dos critérios tidos em conta para categorizar as respostas dos alunos. A tabela 4.22 apresenta a

distribuição dos alunos pelas categorias estabelecidas para a questão 6b) “A veia é como...../Os vasos sanguíneos são como...”.

Tabela 4.22- Distribuição dos alunos pelas categorias de resposta para a questão 6 b), relativamente ao critério: Presença / ausência de uma correspondência entre fonte e alvo (%).

(n = 24)

Categorias de resposta	Situação antes de ensino	Situação pós-ensino
C.R.4- Presença de uma correspondência entre fonte e alvo.	87,5 % (21)	75,0 % (18)
C.R.5- Ausência de uma correspondência entre fonte e alvo.	-	-
C.R.6- A correspondência fonte/alvo é adequada.	79,2 % (19)	66,7 % (16)
C.R.7- A correspondência fonte/alvo não é adequada.	8,3 % (2)	8,3 % (2)

Em situação antes de ensino, 87,5% dos alunos construiu uma analogia estabelecendo uma correspondência entre fonte e alvo. Em situação pós-ensino a categoria C.R.4 decresce ligeiramente para 75,0%.

Na análise da adequação da correspondência estabelecida entre fonte e alvo, a percentagem decresce ligeiramente entre os dois momentos de recolha de dados, registando valores de 79,2% e 66,7% , antes de ensino e pós-ensino, respectivamente. Na categoria C.R.6 os alunos deram respostas como por exemplo: “*Como um tubo muito fino.*” (anexo 6) e “*Como canos da água.*”(anexo 7), onde os atributos estruturais do(s) vaso(s) sanguíneo(s) são possivelmente tomados como característica principal pelos alunos, transpondo-os para as fontes “tubo” e “cano” (Ripoll, 2003).

Na categoria C.R.7 salientam-se respostas onde a correspondência não foi, na nossa perspectiva, a mais adequada, como por exemplo: “*Lembra-me os tubos da E.D.P.*” (anexo 6) e “*Como canos de electricidade.*” (anexo 7). Tais resultados poderão significar que os alunos, após consulta ao manual escolar (Coelho, 2001) e outros livros escolares ou não, onde os diferentes vasos sanguíneos são distinguidos pelas cores azul e vermelho nos diversos esquemas aí presentes associaram as veias/vasos sanguíneos às cores usadas pelos

fiões eléctricos da empresa E.D.P.. Estas ideias/respostas dos alunos vêm confirmar uma das limitações já apontadas por muitos investigadores no uso e exploração de analogias (Cachapuz, 1989; Dagher, 1994; Nagem *et al*, 2001; Oliva, 2001; Lobo, 2001) quando afirmam que um dos “perigos” do uso de analogias é reconhecido quando o aluno não consegue dissociar alguns atributos da informação abstracta de outros atributos da informação concreta. O receptor fica “retido” pelos limites dos atributos da própria fonte da analogia, por razões de natureza cognitiva, contextual ou até estrutural da analogia em questão, o que faz com que possa não conseguir distinguir as características não análogas entre os dois domínios, fonte e alvo. Numa posterior situação passa a construir uma analogia exactamente com base nas características não análogas e por isso limites da situação anterior. Este exemplo vem reforçar a necessidade de discutir os limites da analogia que é apresentada ao aluno, sublinhar as semelhanças e diferenças entre domínios, explicitando, assim, a compreensão das características da fonte e do alvo. Estas etapas ainda se tornam mais importantes quando em faixas etárias mais baixas os alunos dão mais importância aos atributos dos vários domínios do que às relações entre eles (Cachapuz, 1989; Dagher, 1994; Nagem *et al*, 2001; Oliva, 2001; Lobo, 2001).

4.2.7.4- Analogia sobre a circulação do sangue (questão 6 c) do pré-teste e pós-teste)

Por último, a questão 6c) dos questionários pretendia que o aluno construísse uma analogia sobre a circulação do sangue no organismo vivo. A questão foi colocada com uma frase para completar: “A *circulação do sangue é como...*”. As respostas dos alunos foram analisadas tendo em conta os critérios apresentados no capítulo III e encontram-se classificadas na tabela 4.23.

Como conteúdo de elevada abstracção, os alunos centraram essencialmente as suas respostas no movimento do sangue e na morfologia dos respectivos vasos sanguíneos.

Quando os alunos pretenderam referir-se à forma dos vasos sanguíneos e à circulação de algo afirmaram: “*Como um túnel com pessoas a andar.*”.

As respostas em C.R.1, com os seus 45,8% e 62,5% em situação antes de ensino e pós-ensino caracterizam grande parte das respostas do grupo: “*Como um rio.*”, “*Como gasolina a circular dentro do carro.*”.

Tabela 4.23- Distribuição dos alunos pelas categorias de resposta para a questão 6c):
“A circulação do sangue é como...”.

(n = 24)

Categorias de resposta	Exemplos de resposta	Situação antes- ensino	Situação pós-ensino
C.R.1- Analogia centrada no movimento de algo.	*“ Como um rio. ” “É como os carros a circular na estrada. ” “Como gasolina que circula dentro do carro.” “Como o ciclo da água.”	45,8 % (11)	62,5 % (15)
C.R.2- Analogia centrada na forma dos vasos sanguíneos.	“Como um túnel.”	4,2 % (1)	-
C.R.3- Analogia centrada na forma dos vasos sanguíneos e no movimento de algo.	“Como um túnel com pessoas a andar.” “Como mangueiras a deitar água.”	4,2 % (1)	4,2 % (1)
C.R.4- Analogia centrada na distribuição de algo.	“Como uma central que distribui água pela aldeia.” “Como a central que distribui água.”	4,2 % (1)	4,2 % (1)
C.R.5- Não respondeu / resposta incompreensível.	“Parece a chuva.” “Como um relógio.” “É como a veia aorta.”	41,6 % (10)	29,1 % (7)

Nota: * Resposta mais frequente, em situação A. E. e P.E.

Esta questão, talvez por ser a última do questionário, apresenta uma percentagem elevada de alunos que não responderam, cerca de 41,7% do grupo, ou seja 10 alunos, em situação antes de ensino. Podemos inferir aqui algumas razões para explicar este resultado. A questão em causa constituía, como já foi dito, a última do questionário podendo já fazer transparecer do lado dos alunos, alguns sinais de cansaço pelo preenchimento do questionário. Também é importante referir que este conteúdo, para além de se apresentar de natureza bastante abstracta para este momento, não foi abordado em anos de escolaridade anteriores, nomeadamente no 1º ciclo, o que poderá explicar o número elevado de alunos que não responderam. Em situação pós-ensino, os 29,1% devem-se também a respostas de natureza incompreensível, como o caso dos exemplos presentes na tabela 4.23.

A categoria C.R.4 expressa-se por 2 respostas do mesmo aluno/respondente, sendo a 1ª da situação antes de ensino e a 2ª da situação pós-ensino. Parece-nos neste caso específico, que o aluno considerou a circulação do sangue no organismo como equiparada com a função desempenhada por uma central de distribuição de água, uma vez que construiu a analogia à volta dos mesmos referenciais.

A) Presença/ausência de uma fonte ou base

A tabela 4.24 apresenta os resultados relativos à presença ou ausência de uma fonte na analogia apresentada pelo aluno.

Tabela 4.24- Distribuição dos alunos pelas categorias de resposta para a questão 6 c), relativamente ao critério: Presença / ausência de uma fonte ou base (%).

(n = 24)

Categorias de resposta	Situação antes de ensino	Situação pós-ensino
C.R.1- Presença de uma fonte ou base.	50,0 % (12)	62,5 % (15)
C.R.2- Ausência de uma fonte ou base.	8,3 % (2)	25,0 % (6)
C.R.3- Não respondeu / resposta incompreensível.	41,7 % (10)	12,5 % (3)

Sobre o conteúdo trabalhado verifica-se que, antes de ensino, 50,0%, ou seja metade do grupo/turma conseguiu produzir uma analogia dado o alvo e sendo necessário produzir uma fonte. Após a intervenção pedagógica este valor aumenta para 62,5%. Esta categoria C.R.1 caracteriza-se por respostas onde a fonte seleccionada pelos alunos é por exemplo: “*água do rio a correr*”, “*carros a circular*” (anexo 6), “*gasóleo num automóvel*”, “*estradas*” (anexo 7).

No exemplo mais registado, os alunos produziram analogias usando a “corrente da água de um rio” como ponto de referência e dando destaque ao “rio” e “ribeiro”, já em situação de pós-ensino, possivelmente para distinguir a natureza dos vasos sanguíneos. Estes termos podem fazer referência a conhecimentos científicos, que se aplicam a um grande número de situações, uma vez que são baseados em experiências familiares. Não existem por isso, respostas puramente intuitivas pois até estas são geradas obrigatoriamente por analogia com um domínio conhecido pelo aluno. Estes resultados podem ser vistos à luz de conclusões de outros estudos referenciados no capítulo II, onde, nas respostas dadas pelos alunos, predomina a construção de analogias com base nos conceitos trabalhados durante a intervenção pedagógica, inferindo pois uma evolução conceptual (Oliveira &

Fernandes, 2005). Contudo, realça-se que como conteúdo mais abstracto em estudo, a indicação de uma fonte tornou-se um entrave para os alunos, como se pode verificar pelas percentagens ligeiramente inferiores em relação às questões anteriores.

A categoria C.R.2, em situação pós-ensino, apresenta um valor considerável, ou seja 25,0% de afirmações muito “curiosas” onde não foi possível identificar a fonte em que o aluno estaria a pensar. Destacamos respostas como por exemplo: “*Parece a chuva.*” e “*Como um relógio.*” (anexo 7). Estas respostas vêm reforçar o que já afirmamos, pois quanto mais abstracto é o alvo (conhecimento científico) mais complexo é para o aluno encontrar uma fonte (informação analógica) para a construção de uma analogia (Gentner, 1989; Sander, 2000; Lobo, 2001; Galagovsky, 2005).

B) Presença/ausência de uma correspondência entre fonte e alvo

Sobre a analogia da circulação sanguínea no organismo humano, a tabela 4.25 apresenta a classificação das respostas dos alunos relativamente ao estudo da presença ou ausência de uma correspondência analógica, bem como da sua adequação ou não entre fonte e alvo.

Tabela 4.25- Distribuição dos alunos pelas categorias de resposta para a questão 6 c), relativamente ao critério: Presença / ausência de uma correspondência entre fonte e alvo (%).

(n = 24)

Categorias de resposta	Situação antes de ensino	Situação pós-ensino
C.R.4- Presença de uma correspondência entre fonte e alvo.	50,0 % (12)	58,3 % (14)
C.R.5- Ausência de uma correspondência entre fonte e alvo.	-	4,2 % (1)
C.R.6- A correspondência fonte/alvo é adequada.	29,2 % (7)	37,5 % (9)
C.R.7- A correspondência fonte/alvo não é adequada.	20,8 % (5)	20,8 % (5)

Sobre a presença ou ausência de uma correspondência analógica no momento da produção de analogias por parte dos alunos verificamos que 50,0% dos alunos, mais precisamente metade dos respondentes antes de ensino e 58,3% depois de ensino, foram capazes de estabelecer essa correspondência pretendida.

A categoria C.R.6, por sua vez, integrou 29,2% das respostas antes de ensino, bem como 37,5% depois de ensino. Esta categoria demonstra o conjunto de respostas onde a correspondência analógica, estabelecida pelos alunos, foi adequada. Atendendo às categorias C.R.4 e C.R.6 podemos comentar dois exemplos dados pelos alunos: “*Como gasolina que circula dentro do carro.*” (anexo 6) e “*Como gásóleo de um automóvel.*” (anexo 7).

Nestes exemplos, já referidos, os alunos produziram analogias usando o automóvel como ponto de referência e dando destaque ao combustível que circula no seu interior. A noção de “circuito fechado” que este sistema constitui poderá também ser aqui importante, embora sem provas que os alunos tenham verdadeiramente pensado nesta característica. Todavia, o facto dos compostos (sangue e combustível) serem ou não gastos durante o processo não foi mencionado pelos alunos como limitação à analogia construída. A identificação de semelhanças e diferenças ou limites da analogia pode ser vista como um caso de interpretação própria do raciocínio analógico de cada um (Ripoll, 2003; Pudelko & Legros, 2003)

Em situação pós-ensino é de salientar a presença de 20,8% de respostas onde não foi possível estabelecer a adequação da correspondência pensada pelo aluno. Esta categoria C.R.7 caracteriza-se por respostas como: “*Como a central que distribui água.*” (anexo 7). Nesta resposta não conseguimos perceber a relação ou relações estabelecidas pelo aluno que lhe permitiram usar esta ideia como fonte em relação ao alvo pretendido, a circulação sanguínea. A central constitui, no nosso ponto de vista, um “circuito aberto”, sem retorno ao ponto inicial e com gasto do líquido distribuído, logo não sendo possível estabelecer uma correlação com a circulação do sangue no organismo vivo.

A leitura e interpretação dos dados recolhidos culmina com a sua intersecção com os objectivos e as questões que qualquer investigação levanta. Permitem não só retirar pistas para a solução de um problema, como também vislumbrar novas perspectivas de trabalho

para o futuro. Assim, em jeito de síntese deixamos aqui alguns traços gerais sobre a capacidade de produção de analogias por parte dos alunos:

i) O coração é visto pela maioria dos alunos pelos seus atributos funcionais. As ideias mecanicistas de “máquina”, “bomba”, “motor” foram as mais evidenciadas. Alguns alunos, ainda, produziram analogias relacionadas com a “forma”, “tamanho” e os “sons produzidos” pelo referido órgão;

ii) Um grande número de alunos associou o sangue a líquidos, como por exemplo: “sumo”, “gasolina”, “água”, provavelmente pelo estado físico idêntico. Em situação pós-ensino foram estabelecidas relações analógicas com uma das funções deste composto, a função de transporte;

iii) A veia, bem como os restantes vasos sanguíneos foram explorados a partir da sua morfologia e da função que desempenham no organismo vivo, sendo por isso associados a termos como: “mangueira”, “tubos”, “corredores”;

iv) A circulação sanguínea como conceito abstracto, revelou algumas dificuldades, por parte dos alunos, na indicação de um fonte, bem como no estabelecimento da respectiva correspondência analógica adequada. Conceitos abstractos dificultam o reconhecimento de fontes e de um conjunto de interligações entre ambos;

v) Os alunos produziram com relativa facilidade (91,6%; 87,5%; 79,1%; 87,5% e 75,0%), à excepção da analogia para a circulação sanguínea (50,0% e 62,5%), fontes para a criação de analogias;

vi) As fontes produzidas pelos alunos foram muito diversificadas mas todas elas de natureza familiar e concreta. Grande parte das fontes mencionadas assemelharam-se com o alvo pelas seus atributos morfológicos. Estas conclusões mantiveram-se quer na situação antes de ensino quer na situação pós-ensino;

vii) A ausência de fontes aumentou da situação antes de ensino (8,3%; 4,2%; 8,3%) para a situação pós-ensino (16,7%; 20,8%; 25,0%). Esta ausência da indicação de fontes por parte dos alunos variou conforme a natureza do conceito/conteúdo em estudo e, talvez, pela dificuldade do aluno em se descentrar do conhecimento científico abordado;

viii) A correspondência analógica explícita e adequada em cada resposta foi exígua. Os alunos não exploraram as suas respostas de forma a daí ser possível retirar conclusões bem fundamentadas. A não exploração das relações fonte/alvo dificultou a evidência dos atributos reconhecidos pelos alunos, tornando-se assim uma limitação importante no momento da sua interpretação. A categorização foi feita com base em inferências, da parte da investigadora e da orientadora, sobre os conhecimentos de raciocínio da faixa etária que caracterizam a amostra;

ix) Os alunos tiveram tendência para atribuir características pouco comuns à fonte seleccionada, de modo a facilitar a exploração do processo de interligação fonte/alvo;

x) A analogia em si permitiu detectar a presença de concepções alternativas perfilhadas pelos alunos ao longo do processo de ensino e de aprendizagem;

xi) O sucesso do processo analógico e por conseguinte da produção de uma analogia parece depender do grau de abstracção do conceito alvo, sendo o mesmo uma possível limitação e ao mesmo tempo uma potencialidade para este processo.