

## A CONSTRUÇÃO DE MODELOS COMO METODOLOGIA ALTERNATIVA: UMA REFLEXÃO SOBRE SEU DESENVOLVIMENTO

Rosemary Rodrigues de Oliveira\*; Mara Alice Fernandes de Abreu\*\*

Oliveira, R.R.; Abreu, M.A.F. A construção de modelos como metodologia alternativa: uma reflexão sobre seu desenvolvimento. *Arq. Apadec*, 7(1): 42-51, 2003.

**RESUMO.** Com base no ensino de Ciências que se propõe a ser construtivista e de acordo com a recomendação dos Parâmetros Curriculares Nacionais que sugerem a abordagem de textos de forma integradora, relacionando as estruturas e o seu funcionamento nos processos vitais e, ainda, considerando-se que nos livros-texto, como na maioria do material utilizado como recurso didático, não se dispõe da visão tridimensional das estruturas a serem estudadas, foi desenvolvida proposta de ensino que se utilizou de atividades de construção de modelos anatômicos pelos próprios alunos, transcorridos dentro de uma oficina de Ciências. Essa proposta objetivou a construção de conceitos estruturais corretos, o mais próximo da realidade, capazes de fundamentar a compreensão da anatomia funcional do corpo humano, propiciar a evolução do conhecimento a ser construído pelo aluno, levando-o a privilegiar sua ação, de modo a torná-lo mais autônomo e capaz de relacionar acontecimentos, percebendo semelhanças e diferenças e ainda, fornecer subsídios para os que desejam trabalhar utilizando estratégias alternativas embasadas nos preceitos construtivistas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ensino de Ciências, construção de modelos anatômicos, metodologia alternativa.

### INTRODUÇÃO

O ensino construtivista de Ciências considera relevantes, as idéias prévias dos alunos que, como algo em construção, passam por etapas evolutivas (CARVALHO et al., 1991) visando atingi-los em termos cognitivos e envolvê-los no processo de aquisição de conhecimento, (SCHNETZLER, 1992) insinuando perturbações, apontando lacunas e aproximando níveis de compreensão e ação. O professor precisa ser o pesquisador que elabora as atividades de ensino, respeitando a evolução das idéias de seus estudantes e estes, passariam a ser o centro da construção de seu próprio conhecimento.

SCHNETZLER (1992) lembra que a construção de uma idéia em uma determinada situação, exige a participação ativa do aluno, estabelecendo relações entre aspectos da situação e seus conhecimentos prévios, o que na anatomia e fisiologia humanas compreendem a integração da estrutura ao seu funcionamento de modo a relacionar os processos orgânicos entre si, recomendando-se a utilização de atividades de experimentação e simulação como suporte nas discussões dos processos biológicos vitais.

De acordo com os PCNs (1998), no ensino fundamental o estudo da anatomia deve levar o aluno a perceber a vida humana, seu próprio corpo como um todo dinâmico, que interage com o meio em sentido amplo.

A literatura revela que as crianças formulam conceitos sobre a Ciência e sobre seu mundo, antes de serem formalmente ensinadas na escola e que, muitas vezes, o ensino ministrado não tem sucesso devido ao obstáculo gerado pela persistência desses conceitos intuitivos à aquisição de outros considerados, cientificamente, corretos (OSBORNE & WITTRICK, 1985). Para BACHELARD (1986) as concepções alternativas fazem parte do processo de aquisição de conhecimento quando são confrontadas com outras idéias mais evoluídas, as quais ao gerar insatisfação no sujeito possibilitam um crescimento conceitual (SILVA & LATTOUF, 1996), o qual torna o indivíduo capaz de evoluir na sua concepção anterior ou conviver com as duas concepções: a antiga e a atual (POSNER et al., 1982; OSBORNE & WITTRICK, 1985; POSNER & GERSTZOG, 1982).

Com o intuito de alcançar uma aprendizagem de qualidade que leve o aluno a construir e associar os conceitos anatômicos ao funcionamento do seu corpo e à realidade dos processos orgânicos (que vivencia no seu dia a dia), propõe-se como estratégia de ensino a construção de modelos anatômicos, de modo a dinamizar o estudo do corpo humano, nas séries do ensino fundamental.

Além disso, um dos grandes problemas enfrentados hoje, segundo SILVA & LATTOUF

\*Mestre em Educação para Ciência Ensino de Ciências FC – UNESP – Bauru (oliveirose@yahoo.com.br); \*\*Professora Assistente doutora do Departamento de Educação do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência – FC – UNESP – Bauru (mafabio@fc.unesp.br)

(1996), tanto por professores quanto por pesquisadores, não é a forma como o ensino deve ser conduzido, mas a falta de utilização de propostas de ação pedagógica que privilegiem a construção de problemas e questões, desencadeando o início do processo de construção do conhecimento.

As atividades de construção dos modelos foram realizadas com turmas das 6<sup>a</sup> e 7<sup>a</sup> séries do ensino fundamental, com idades entre 11 e 14 anos, em escolas da rede oficial e particular de ensino, com duração de 16 horas. A metodologia previu a pesquisa dos conhecimentos prévios, seguida da instalação do conflito cognitivo, com o objetivo de se gerar insatisfação em relação a esses conhecimentos e estabelecer uma situação-problema para estes alunos, que ainda não haviam estudado o assunto a ser desenvolvido na oficina. Foi proposta como metodologia a construção de modelos com material alternativo, sugerido pelos próprios alunos, os quais se utilizaram de textos e figuras explicativas das estruturas anatômicas a serem estudadas, obedecendo os critérios de similaridade, aparência e consistência. Após a realização da experiência pedagógica, os conhecimentos desenvolvidos durante a oficina de Ciências foram avaliados comparativamente, com aqueles que compunham o conhecimento prévio da amostra, de modo a investigar a ocorrência de evolução da aprendizagem.

Depois de 6 meses, foram submetidos a uma nova avaliação, desenvolvida a partir da análise comparativa dos testes aplicados anteriormente, com a intenção de se avaliar se houve reorganização e ou retenção de conceitos.

## DESENVOLVIMENTO

### *Eventos Significativos da Oficina de Ciências*

#### *Primeiro encontro – Instalação da proposta de ensino*

Os alunos foram apresentados à professora que lhes explicou a proposta de ensino utilizando modelos. Mostraram-se entusiasmados com a perspectiva de virem a ter uma “aula diferente” daquela que estavam acostumados a assistir.

A professora pediu aos alunos que desenhassem todos os órgãos que conheciam como pertencentes aos sistemas respiratório e circulatório, dentro de uma silhueta do corpo humano, ressaltando que deveriam expressar seus conhecimentos, desenhando todos os constituintes dos sistemas solicitados. Enfatizou também, que não se importassem com a beleza dos desenhos, mas sim, com as características próprias de cada componente apontado. Nessa oportunidade, foi pro-

cedida a retirada de qualquer material de apoio didático que se encontrava no laboratório.

Após recolhidos os desenhos confeccionados nas silhuetas, foram sorteados entre seis grupos, os temas a serem abordados pelos alunos. Tais grupos se constituíram por iniciativa própria dos alunos, de acordo com a afinidade de relacionamento entre eles.

Estabelecidos os assuntos e acertados os grupos, foram entregues questões sobre os seis temas relacionados, a cada um dos alunos, para que as respondessem, individualmente, de acordo com o assunto atribuído a cada grupo. Como enunciado por POSNER et al. (1982), o aluno passa a contar inicialmente com seus conhecimentos prévios para responder as questões, levando ao desencadeamento do conflito cognitivo. Para esse autor, na resolução dessa tarefa instala-se a primeira fase de um processo, no qual ocorre a insatisfação do aluno, gerada quando este não consegue resolver um determinado problema, utilizando-se apenas de conceitos pré-existentes na sua estrutura cognitiva.

Os alunos manifestaram preocupação diante da falta de conhecimento sobre o tema sorteado, justificando que não haviam estudado o conteúdo abordado, sendo tranquilizados quando a professora esclareceu que as questões não constituíam uma forma de avaliação dos seus conhecimentos, mas sim a oportunidade de que cada aluno buscasse alternativas para resolver essas questões. Foram motivados a utilizar como fonte de informação, livros, revistas, CDs *room*, discussão com amigos ou pais, vizinhos, profissionais da saúde e outros professores.

Oferecido um intervalo de quinze minutos, este foi utilizado por alguns alunos para descansar, enquanto outros permaneceram conversando com a professora e questionando sobre o material a ser utilizado na construção de seu modelo. A professora devolveu a questão aos alunos, solicitando que sugerissem qual material seria o mais adequado para cada componente que iriam construir. Uma vez analisados pelos integrantes do grupo, quanto à adequação relativa ao componente que desejavam representar no modelo, os materiais foram listados e entregues à professora seguida da discussão com esta, sobre a adequabilidade do material proposto pelo grupo. A seguir, foi confeccionada lista definitiva dos materiais julgados apropriados e estes, providenciados, posteriormente.

Terminado o intervalo, após o retorno dos alunos ao laboratório, foram distribuídos dois tex-

tos para cada um deles, juntamente com quatro conjuntos de figuras explicativas. Os textos embora restritos, juntamente com as figuras, continham informações fundamentais e básicas para o estudo dos sistemas respiratório e circulatório. Todos os alunos participantes não haviam tido contato prévio formal com o conteúdo referente a esses sistemas.

#### *Segundo encontro – Desenvolvimento da proposta de ensino*

Os alunos retornaram com as questões que lhe foram entregues no encontro anterior, respondidas. Alguns buscaram ajuda com os pais, outros consultaram livros didáticos e ainda outros, discutiram as questões dentro do próprio grupo e tentaram elaborar respostas.

A professora foi em todos os grupos e ouviu as respostas dadas pelos alunos, teceu comentários sobre elas, fazendo novas questões quando necessário, com o intuito de estimular a reflexão sobre os temas abordados. A maior parte respondeu às questões adequadamente ou inadequadamente, demonstrando interesse pelos temas e em alguns casos, até preocupação em respondê-las acertadamente. Mesmo os alunos que não responderam as questões por escrito, desenvolveram atitudes de questionamento e discussão em grupo e com a professora, apresentando idéias que coerentes ou não, foram confrontadas nesse processo de questionamento com outras mais evoluídas, oportunizando a instalação do conflito cognitivo descrito por POSNER et al. (1982).

Parte do material listado pelos grupos foi entregue nesse encontro e naqueles grupos, em que estes não foram definidos como adequados à confecção do modelo, a professora ofereceu como material inicial, o que ela julgava mais adequado.

Todos os grupos iniciaram a confecção do seu modelo e em alguns deles, foi observada a inadequação do material, considerando as estruturas que queriam representar. Diante do impasse, a professora sugeriu que os grupos rediscutissem sobre os materiais, no sentido de reformularem as sugestões. A professora interferiu nos grupos, quando estes não conseguiam iniciar e/ou quando se interrompia a discussão, fazendo perguntas: “Como você acha que é a consistência de um pulmão? Será que ele é frouxo ou compacto? Estica e encolhe?” seguindo-se a sugestão: “Vamos tentar pensar num material elástico que simule nossos pulmões?” Quando mesmo assim, o grupo ainda não conseguia propor o material, a professora acabava por sugerir-lo, como

por exemplo, quando da escolha de formas de ovos de Páscoa para se moldar o coração, ocasião em que explicava o porque dessa indicação ao aluno e das possibilidades de trabalho com esse material. Essa interferência da professora considerava os diferentes níveis de compreensão entre os alunos e ela, em relação aos conceitos cientificamente aceitos, no que diz respeito à zona de desenvolvimento proximal postulada por VYGOTSKY (1988). Para o autor, a distância entre o nível de desenvolvimento real, estimada através da solução independente de problemas e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes, pode despertar o desenvolvimento do aprendizado.

De acordo com Vygotsky, esse aprendizado inclui vários processos internos capazes de operar somente, quando a criança interage com pessoas em seu ambiente ou em cooperação com seus companheiros. Uma vez internalizados, esses processos tornam-se parte das aquisições do desenvolvimento independente dessa criança.

Como conseqüência desse conceito de zona de desenvolvimento proximal, um aspecto de fundamental importância na aprendizagem escolar é apresentado por VYGOTSKY (1988) ao criticar a aprendizagem que se limita ao nível de desenvolvimento real, salientando que o bom ensino é justamente aquele, que trabalha com a zona de desenvolvimento proximal.

Durante esse encontro, os alunos se visitaram e trocaram opiniões, mostraram-se inquietos e ansiosos por iniciar a execução do modelo.

#### *Terceiro encontro – Operacionalização da metodologia*

Neste encontro, os alunos passaram a se preocupar com a operacionalização da confecção dos modelos, com base no conteúdo discutido ao fim do segundo encontro, visando o esclarecimento das dúvidas sobre as informações contidas nos textos e figuras. A atitude da professora em chamar a atenção de todos os alunos para a busca dessas informações, fornecidas por ela no primeiro encontro, através dos textos e figuras referidos gerou comentários e discussões entre eles, modificando a atitude apresentada até então, na qual os alunos mostravam-se preocupados somente em executar o modelo.

A professora entrevistou quando notou que cada grupo se concentrava em conhecer apenas o conteúdo suficiente para permitir a execução de seu modelo, sem dar atenção aos demais temas, dada

a necessidade de que fosse formado um conceito integralizado sobre os sistemas circulatório e respiratório. Tal atitude desenvolvida em relação às capacidades incluídas na zona de desenvolvimento proximal, fundamenta-se nas evidências descritas por Vygotsky. Esse autor, postula que o aluno se desenvolve por encontrar atividades que o estimule a se superar, na medida em que o conteúdo abordado passa a exigir dele, mais do que ele pode dar, fazendo com que ele se utilize de capacidades que não estavam completamente formadas. Por outro lado, se não ocorresse esse confronto, a aprendizagem se limitaria ao nível de desenvolvimento real, no qual o aluno trabalha apenas o que já está formado, sem que sejam apresentadas “exigências”, que não possam ser atendidas naturalmente pelo aluno.

A partir de então, os alunos discutiram os pontos integradores entre os dois sistemas, gerando a participação interativa entre os grupos.

#### *Quarto, quinto e sexto encontros – Construção efetiva dos modelos anatômicos*

Durante esses encontros, alguns acontecimentos significativos puderam ser observados:

1. *Substituição do material a ser utilizado para os pulmões.* O grupo solicitou inicialmente como material, buchas de lavar louças, de malha grossa, de consistência firme e coloridas. Após costurarem e colarem as buchas umas às outras, na tentativa de expressar o volume e a forma aproximada dos pulmões, os alunos ficaram insatisfeitos com a consistência e com o resultado estético do modelo, desprezando as buchas e, solicitando, a espuma utilizada em colchões. Passaram a colar várias camadas dessa espuma até dar mais ou menos o volume desejado, o qual era estimado a partir da medida do tamanho dos modelos dos pulmões no tórax dos próprios alunos e, a seguir, o esboço dos pulmões foi desenhado sobre a espuma. Posteriormente, recortaram o contorno, com um estilete e, esculpíram com lixas d’água, o material até que se aproximasse do formato dos pulmões, representando suas fissuras, hilos e depressões características.

2. *Tridimensionalidade da árvore brônquica.* Um dos grupos ao construir a árvore brônquica com canudinhos de refrigerante, obedeceu a ramificação dos brônquios até o nível alveolar, expressando as medidas de largura e comprimento, sem demonstrar a noção de profundidade. A professora entrevistou, levando os integrantes desse grupo para visitarem o grupo dos pulmões. Eles observaram nos pulmões, a dimensão de profundida-

de e verificaram que neles deveriam se distribuir as estruturas da árvore brônquica. Os grupos discutiram entre si que a árvore brônquica, ao preencher a totalidade da área pulmonar, tinha profundidade e assim, levava o ar em todas as direções. A partir de então, esse grupo remodelou a árvore brônquica, demonstrando a concepção de profundidade.

3. *Constituição das camadas dos vasos.* Inicialmente os vasos sanguíneos foram representados, sendo utilizada a dimensão da longitude como referencial na construção das estruturas de suas camadas. Não satisfeitos com o resultado obtido, pois os diferentes materiais, com a mesma longitude não ressaltavam as diferentes camadas dos vasos e revendo uma das figuras explicativas que representava a secção transversal dos vasos, os alunos confeccionaram o modelo novamente. Utilizaram materiais de consistências diversas e de várias cores, como no caso da camada muscular elástica das artérias, quando escolheram a manta acrílica e segmentos de látex colados sobre ela, para representar a camada média.

4. *Direção do sangue transportado pelos vasos.* A cor dos vasos, foi representada adequadamente pelos alunos, com base na direção do fluxo de sangue transportado. Estes levaram em conta também, conceitos de tipo de sangue e local de entrada e saída dos vasos no coração.

5. *Hematose.* O grupo da hematose teve inicialmente, dificuldades em assimilar que as moléculas de oxigênio e gás carbônico passam ao mesmo tempo, do alvéolo para o capilar e vice-versa. Na primeira vez em que pintaram o interior dos vasos, havia uma mudança brusca na coloração destes (metade azul que representava o sangue rico em gás carbônico e metade vermelho que representava o sangue rico em oxigênio). A professora entrevistou, discutindo com os alunos, conceitos de concentração e de difusão de gases no sangue e nos tecidos. A partir de então, os alunos pintaram novamente o interior dos vasos, agora com coloração gradativa, acrescentando ainda, bolinhas coloridas, representando moléculas dos gases e setas indicativas da direção destes, no sentido da maior para a menor concentração. Ocorreu também, nesse grupo, dificuldade em se obter um consenso sobre o tipo de material que representasse adequadamente, o ar dentro dos alvéolos. Foram sugeridos diversos materiais sendo utilizado o papel nacarado, ao mostrar-se mais maleável e transparente, sem contudo apresentar brilho constante. Essa característica do papel nacarado em refletir cores diferentes, auxiliou na indicação de

movimento das moléculas de gases dentro do alvéolo.

6. *Apresentação dos tecidos em camadas.* Um determinado grupo, ao confeccionar a representação do tecido a ser vascularizado, teve outro conceito importante inserido: o de estratificação. Ao buscar informações nas figuras explicativas, puderam perceber a disposição das camadas constituintes de um tecido, no caso a pele, além da sua organização celular em camadas.

Os grupos que confeccionaram o coração aceitaram bem a sugestão da professora de usar formas de ovos de Páscoa como moldes. A princípio, parecia estar resolvido o “problema”, até que um dos alunos reparou que a ponta do coração da figura fornecida como referência, não ficava centralizada. Assim, criou-se novamente o problema: Como fazer com que o ápice do coração se voltasse para a esquerda? A solução encontrada por um dos alunos foi fazer um corte em forma de “V”, na lateral da forma do ovo de Páscoa e colar as duas extremidades separadas. Como o resultado esperado não foi alcançado, a professora sugeriu que a aproximação dessas extremidades fosse feita costurando-se com linha de pesca favorecendo assim que o ápice da forma se voltasse para a esquerda.

#### *Sétimo encontro - Finalização dos modelos*

Os grupos finalizaram os modelos, pintando e colocando legendas nas estruturas construídas. Tal atividade gerou dúvidas de conteúdo, que necessariamente deveriam ser resolvidas para que se retomasse a construção do modelo proposto.

Nessa fase, os alunos preocupados com a perspectiva de se realizar a apresentação dos modelos no próximo encontro, procuraram absorver o máximo possível de conteúdo, fazendo perguntas à professora. Esse encontro se constituiu num momento de reflexão, gerado pela necessidade de se compreender certas particularidades características de um determinado mecanismo, solucionando questões e possibilitando, o acabamento do referido modelo.

Foi proposto pela professora que no próximo encontro os alunos poderiam trazer amigos e/ou familiares para assistirem a apresentação de seu trabalho.

#### *Oitavo encontro - Apresentação dos modelos e pós-teste*

Os grupos mostraram-se apreensivos, diante de seus colegas de oficina, convidados e professores. Expressaram insegurança, fazendo muitas perguntas, na tentativa de revisar o que haviam

aprendido.

O grupo dos pulmões iniciou a apresentação do seu modelo, explicando a escolha do material usado, com base na estrutura macia e elástica desses órgãos. demonstraram a segmentação broncopulmonar, comentando sobre os pedaços semelhantes a “vários pulmõezinhos”, independentes uns dos outros. Utilizaram o exemplo de um cirurgião, que ao retirar um “pulmãozinho” estaria estirpando um segmento, sem contudo influenciar na fisiologia do restante do órgão. Nesse instante, a mãe de uma das alunas fez uma pergunta sobre o câncer que acometeu um cantor sertanejo. Após informar que leu sobre a orientação médica para a retirada de uma parte ou até mesmo um dos pulmões na totalidade, questionou se o grupo achava que esse cantor teria sobrevivido, caso a intervenção obtivesse sucesso. O grupo ficou por alguns instantes sem resposta, mas com o auxílio da professora, não considerando a doença, respondeu que o cantor poderia se recuperar se a parte afetada fosse extirpada na cirurgia. Ressaltaram que eventualmente ocorreriam algumas restrições relativas à prática de esforços físicos e até mesmo, que lhe fosse aconselhado parar de cantar temporariamente, devido à diminuição da capacidade pulmonar. Após essa questão, o grupo se mostrou mais confiante, manuseando o modelo sempre com muita intimidade, colocando-o em frente ao tórax do apresentador, na posição adequada. Os apresentadores citam, ainda, a relação de localização entre os pulmões e o coração e revelaram a responsabilidade dos pulmões pela oxigenação do sangue, recebendo gás carbônico deste e entregando-lhe oxigênio.

O grupo da árvore brônquica explicou que seu trabalho pretendia representar o caminho que o ar percorria dentro de “tubinhos” até chegar aos alvéolos, que eram estruturas microscópicas. Este grupo emprestou o modelo dos pulmões e o mostrou juntamente, com o da árvore brônquica, enfatizando que esta ficava dentro dos pulmões, ramificando-se e ocupando todos os seus espaços. Salientou, que a angulação dos brônquios principais direito e esquerdo era diferente, destacando que corpos estranhos aspirados são mais facilmente conduzidos para o brônquio principal direito, por ser este mais curto e calibroso.

O terceiro grupo a se apresentar foi o que construiu vasos sanguíneos (artérias, veias e capilares). Esse grupo explicou as diferenças estruturais dos vasos, refletidas na construção das artérias e veias, com camadas de longitudes diferen-

tes e o emprego de materiais, como o látex, somente nas artérias. O grupo demonstrou o comportamento de artérias e veias quanto à direção do fluxo sanguíneo, apresentou a pequena e a grande circulação e com os próprios modelos que eles construíram, enfileirou as artérias, capilares e depois as veias, seqüencialmente, representando a grande circulação. Iniciaram explicando como as artérias se ramificavam sucessivamente, até capilares e, depois, como estes confluíam retornando com o sangue ao coração, através das veias. Ficou claro para a professora que as alunas do grupo haviam compreendido não apenas o conceito de estrutura dos vasos, como também, o de fluxo e o de circulação sistêmica e funcional. Finalizaram destacando a participação dos pulmões na circulação funcional, quando fizeram uso do modelo dos pulmões e referiram que o sangue ao passar por eles, era oxigenado.

O quarto grupo apresentou o coração aberto. Foram destacadas as cavidades, valvas e vasos, embora tenham necessitado do auxílio da professora, para concluir essa atividade. Durante a confecção do modelo faziam poucas perguntas, participavam de forma tímida das discussões, mesmo quando incentivados pela professora, dando a perceber que preocupavam-se mais com o aspecto final, do que com o conteúdo. Não se mostrou à vontade no momento da apresentação, deixando de desenvolver os seguintes conteúdos relativos à diferença de estrutura de parede, tipos de vasos e direção de fluxo.

O quinto grupo modelou o coração fechado e ao apresentar seu modelo, destacou aspectos da estrutura e fisiologia do coração. Quanto aos aspectos estruturais, o grupo evidenciou que a estimativa do volume do coração de um indivíduo pode ser feita, quando esse indivíduo dispõe sua mão com o punho fechado. A figura que se forma em tal posição, sugere o tamanho e a forma do coração do próprio sujeito. Alertaram que o modelo confeccionado por eles era ligeiramente mais volumoso que o normal, pois objetivaram evidenciar todas as estruturas constituintes do coração. Ressaltaram que o coração apresenta-se dividido em quatro cavidades (dois átrios e dois ventrículos) e que o seu lado esquerdo se constituía de paredes musculares mais espessas, pelo fato deste lado necessitar se contrair mais fortemente, pois contém sangue rico em oxigênio que deveria ser impulsionado para o corpo através da artéria aorta. Os alunos descreveram que de um lado do coração havia sangue exclusivamente rico em oxigênio e do outro lado, sangue rico em gás

carbônico e, que não havia mistura de sangue, porque o coração era dividido internamente, em duas metades por uma parede. Explicaram a grande circulação, tendo inicialmente dificuldade em associar a grande com a pequena circulação. Os alunos sabiam os circuitos coração-corpo-coração e pulmões-coração em separado, mas no momento de uni-los, se confundiram, pedindo auxílio à professora. O grupo soube explicar o fluxo sanguíneo, diferenciando a direção do sangue nos vasos com base no tipo, se artéria ou veia; não se preocuparam com a diferença estrutural de parede dos vasos. Por outro lado, nomearam os vasos da base do coração, apontando-os durante a apresentação. Estes alunos conheciam o processo de hematose, citaram que a oxigenação do sangue nos pulmões ocorre em nível alveolar, embora demonstrassem dificuldades em se expressar para explicar o mecanismo de difusão dos gases.

O sexto e último grupo apresentou o processo de hematose, utilizando-se de conceitos revelados pelos grupos anteriores, como os de circulação sistêmica e funcional, tipos de vasos e a existência de estruturas microscópicas, complementando-os com conceitos de difusão de gases e de diferença de concentração. Os alunos ressaltaram a dificuldade em encontrar o material que representasse adequadamente o ar. Saliaram o tipo de sangue que circulava dentro do capilar sanguíneo e a dificuldade em representar a transição do sangue nesses capilares. Esclareceram aos presentes, que os alvéolos, capilares e tecidos foram modelados em escala, muitas vezes maior que o tamanho real, como representação do processo fisiológico que ocorria em níveis microscópicos. Utilizaram a informação de que os alvéolos possuíam grande quantidade de oxigênio, enquanto os capilares de gás carbônico, para explicar que esses gases "trocavam de lugar", por um processo chamado difusão. Em relação aos tecidos, descreveram o mesmo processo, no qual a concentração de gás carbônico era maior, enquanto nos capilares a grande quantidade era de gás oxigênio, demonstrando conhecimento da direção dos diferentes gases no processo de hematose, com base no mecanismo de difusão.

Durante a apresentação dos modelos, determinados grupos manifestaram-se em relação ao conteúdo de outros, associaram os conceitos desenvolvidos em relação ao assunto do seu ao dos outros grupos, respondendo e interagindo com mães, professores e colegas. Essa atitude, a princípio tímida, foi se estendendo ao longo da apresentação, demonstrando que esse comportamen-

to refletia àquele evidenciado no decorrer da programação da oficina (discussão entre os grupos e com a professora, visitas durante as atividades dos grupos, sugestões quanto ao material e confecção dos modelos, soluções para os problemas que surgiam e para as questões propostas pela professora). Os grupos, que durante a oficina, não apresentaram esse tipo de comportamento, demonstraram atitudes inseguras na apresentação dos modelos, sugerindo o atendimento parcial aos objetivos propostos.

Para VYGOTSKY (1988) a linguagem é um processo extremamente pessoal e ao mesmo tempo, profundamente social. Para ele, é através da fala que o aluno planeja, ordena e controla o próprio comportamento e o dos outros. Na perspectiva vygotskyana, a constituição das funções complexas do pensamento é veiculada principalmente, pelas trocas sociais e o desenvolvimento cognitivo não pode ser dissociado do contexto social e cultural em que ocorreu. Dessa forma, os alunos pesquisados demonstraram o quanto tinham se desenvolvido cognitivamente usando de seus modelos e dos de seus colegas de outros grupos, durante a exposição oral. No momento em que ocorreu essa interação social, os alunos incorporaram os conceitos estruturais e funcionais básicos, essenciais à construção do conhecimento acerca dos fenômenos respiratórios e circulatórios, relacionando-os. Nessa fase, os alunos foram estimulados a se visitarem, fazerem perguntas, discutirem e sugerirem soluções desencadeando a interação entre os diferentes grupos. Tais atitudes levaram a instalação de um processo de trocas sociais, reforçado pela responsabilidade da exposição dos modelos às pessoas convidadas a assistirem as apresentações dos grupos, proporcionando a ampliação do conhecimento desses estudantes.

Após a apresentação, os alunos foram chamados para realizar novamente, o desenho dos componentes dos sistemas estudados (pós-teste) dentro de uma silhueta humana.

Os alunos expressaram descontentamento por serem convidados a realizar a mesma tarefa, mostrando-se cansados. Muitos manifestaram a necessidade de se ausentar fazendo os desenhos rapidamente, demonstrando menor empenho em relação ao que tiveram ao realizar pela primeira vez essa tarefa.

Seis meses após as apresentações dos modelos, foi aplicado teste de retenção, utilizando entrevistas individuais desenvolvidas a partir de um roteiro geral, com 7 alunos, escolhidos aleatoria-

mente. Esse teste consistia em entrevistar o aluno, a partir de seu primeiro desenho, buscando explorar ao máximo os conhecimentos manifestados por ele. A seguir, diante da apresentação do segundo desenho, foi pedido para o aluno compará-lo ao primeiro, buscando, através da entrevista, informações sobre o conhecimento real do aluno. Esse procedimento visava verificar se ocorreu a reorganização das idéias dos alunos e ainda, se a professora ao analisar os desenhos, havia feito inferências.

As questões colocadas aos alunos foram objetivas, capazes de desencadear diálogos entre a professora e o entrevistado, favorecendo a expressão de suas idéias, livremente. Determinados cuidados para com as palavras foram tomados, para que essas não se tornassem impróprias, dessem margem à dúvidas ou ainda, quando inadequadamente utilizadas, pudessem induzir as respostas dos alunos.

Esse conjunto de depoimentos dos alunos, registrados em fitas cassete foi recortado à semelhança de DINIZ (1992) para analisar e destacar os pontos considerados relevantes, entre os quais aqueles visualizados a seguir.

As entrevistas demonstram expressões dos alunos em relação à identificação e descrição do coração quanto à sua forma, localização, volume e presença ou não de cavidades, que na maioria corresponde à concepções afastadas da realidade.

Em relação ao sistema circulatório, foram assinalados aspectos de forma, volume localização e cavidades, como se pode evidenciar a seguir.

Referente a vasos e circulação, foram estas as observações:

-Pré-teste

*"...desenhei a primeira coisa que veio na minha cabeça...o coração está perto do ombro, porque quando eu coloco a mão no peito sinto ele nesse lugar..."* (entrevista 4).

*"...o coração que desenhei parecia uma salsicha...não sabia qual era a forma, pensava que podia ser igual a dos desenhos" "...coloquei o coração aí (região da clavícula) porque todos estavam colocando..."* (entrevista 2).

As entrevistas demonstram expressões dos alunos em relação à identificação e descrição do coração quanto à sua forma, localização, volume e presença ou não de cavidades, que na maioria corresponde à concepções afastadas da realidade.

-Pós-teste

*"...acho que o coração fica entre os pulmões porque é esse o lugar certo do coração para que ele possa levar o sangue para os pulmões e para o corpo todo..."* *"...acho que errei o lugar dos pulmões, porque estava nervoso na*

hora de desenhar”; o aluno fez essa observação ao comparar o primeiro e segundo desenhos e observar que no segundo, o conjunto coração/pulmões foi desenhado na ‘barriga’, ao invés de terem sido posicionados no tórax (entrevista 1).

“coração no meio dos pulmões...o coração está um pouco grande...por isso o coração está no meio dos pulmões para pegar o oxigênio e levar para o corpo e voltar com o gás carbônico” (entrevista 2).

Outras observações sobre aspectos de localização e até mesmo de anatomia funcional são salientados, no momento em que as entrevistas se referem às estruturas desenhadas no pós-teste e, reconhecidas como “inadequadas” por eles, com a justificativa calcada no aspecto funcional.

#### -Pré-teste

“Esses três riscos no coração são veias e vasos sanguíneos...são dois pro pulmão e um pro corpo todo” quando questionado do motivo de não haver esquematizado vasos na face, respondeu: “pensava que nela o sangue corria solto” (entrevista 5).

As observações relativas aos vasos, demonstrados durante a entrevista do teste de retenção, indicam que os alunos se preocuparam em conceituar o sangue dentro de vasos, caminhando pelo corpo, embora não conhecessem na maioria dos casos, o início e a chegada desse caminho, descrevendo-o como um circuito aberto.

#### -Pós-teste

“conheço artérias, veias e capilares... as veias vão dos tecidos para o coração e as artérias do coração para os tecidos...os menorzinhos são os capilares” (entrevista 7).

Essa narrativa demonstra conhecimento relativo aos tipos de vasos, com base na direção do fluxo sanguíneo e, conforme o que se pode atestar na entrevista 7, até mesmo referência à grande circulação: “as veias vão dos tecidos para o coração e as artérias do coração para os tecidos”.

#### -Pré-teste

“no coração nosso também circula sangue...eu pensei que era separadamente...eu pensava que o sangue corria um para cada lado e que tinha lugar do corpo sem veias...circulação é onde o sangue do nosso corpo vai e volta” (entrevista 4).

Essas observações refletem um nível de conhecimento restrito, que vai de encontro àquele já descrito para o pré-teste relativo aos vasos, ou seja, o aluno reconhece que existe um circuito, embora não consiga descrevê-lo.

#### -Pós-teste

“o coração bombeia sangue para todas as partes do corpo e deixa oxigênio...” reconhece a grande e pe-

quena circulação e explica “o coração pega o oxigênio nos pulmões e leva para o corpo e depois retorna ao coração” (entrevista 3). Em alguns momentos os alunos demonstram reconhecimento da grande e da pequena circulação porém, em outros momentos fazem confusão ao relacioná-las “artéria leva sangue com oxigênio do coração para o corpo, o sangue traz o gás carbônico de volta e transforma em oxigênio no coração” (entrevista 5).

Estes alunos esclarecem no teste de retenção, que por ocasião do pós-teste, referiram os caminhos da grande circulação totalmente e, parcialmente os da pequena circulação. Nesse momento, apresentavam confusão em relação às idéias sobre o local onde o sangue passava a ser oxigenado.

Referente ao sistema respiratório, seguem-se entrevistas que indicam a visão dos alunos, quanto aos aspectos de forma, volume e localização.

#### -Pré-teste

“conhecia o nariz como aquele que respira o ar... sabia que o ar entrava pelo nariz e chegava nos pulmões, mas não sabia que tinha um caminho do nariz pro pulmão” (entrevista 4).

As declarações do entrevistado demonstra que ele tenta estabelecer ligações entre o caminho do ar, partindo do nariz e seu retorno aos pulmões para o nariz, porém ao se expressar revelam ausência de conhecimento desse trajeto.

#### -Pós-teste

“um canal que desce do nariz e vai para os pulmões, se dividindo em dois tubos que carregam o ar”. A seguir explica que desenhou o ar entrando nos pulmões, referindo que “quando coloco o ar dentro desse tubo, respirando, eu sinto ele entrar mas não sinto ele sair”, embora afirme também que o ar sai. (entrevista 1).

“a traquéia se ramifica e vai para os pulmões”, refere árvore brônquica como “o que limpa o ar” e no fim dela “alvéolos” (entrevista 2).

Os entrevistados estabelecem relações nos desenhos, entre a captação do ar pelo nariz e sua chegada aos pulmões. Apresentam o conceito completo de condução do ar, salientando além das estruturas que compõem o caminho do ar, também a função da árvore brônquica como purificadora do ar, conhecimento necessário à compreensão dos fenômenos de difusão de gases, capaz de subsidiar o entendimento da hematose.

Os conceitos expressos pelos alunos, quanto ao processo de hematose, foram tratados somente no pós teste, uma vez que esses alunos não fizeram referências no pré-teste, sobre o assunto.

-Pós-teste

“o gás carbônico sai do sangue, vai para os pulmões e aí sai do corpo pela boca ou pelo nariz ...quando o ar respirado chega aos pulmões, aproveita só o oxigênio e não o gás carbônico, ele é soltado para fora do corpo” (entrevista 5).

“alvéolos, onde o ar entra quando está respirando passa por ele onde fica armazenado e faz troca de gases também...faz com as veias...é artéria...artéria porque sai do coração e leva pros alvéolos depois volta pro coração” (entrevista 7)

Os alunos estabelecem no pós-teste relações entre a pequena circulação e o processo de respiração, embora alguns façam confusão em relação ao tipo de gás carregado pelo sangue nos diferentes tipos de vasos sanguíneos. Demonstram compreensão da interrelação entre os processos respiratório e circulatório, confirmada quando por exemplo, expressam conhecimentos dos diferentes tipos de vasos, de seus trajetos ao pulmão e retorno ao coração, convergindo nos conceitos de circulação sistêmica, funcional e da hematose.

Ao serem questionados sobre o que mais chamou sua atenção, ao compararem o primeiro e o segundo desenho, alguns alunos responderam:

“pulmões tinham mais detalhes que o coração porque foi meu grupo que construiu os pulmões, podia ter caprichado mais no desenho se eu não estivesse com pressa de ir embora...se tivesse feito com calma colocaria mais detalhes” (entrevista 3).

“desenhei o pulmão melhor com brônquios e bronquíolos, as bolinhas que são os alvéolos...a traquéia dividida em dois...ficou mais certinho” (entrevista 6).

No momento em que os entrevistados compararam os desenhos do pré e pós-testes puderam expressar suas falhas, justificando-as, reorganizando conceitos, que acabaram por apontar a evolução dos mesmos.

O desenvolvimento desse trabalho permitiu concluir que a metodologia empregada na oficina de Ciências, embasada nos preceitos construtivistas, favoreceu a evolução individual dos alunos durante as aulas, o interesse deles em discutir com os grupos encontrando soluções, preenchendo lacunas acerca dos temas abordados, se constituíram em pontos que colaboraram no processo de construção de conceitos estruturais corretos mais próximos da realidade. Esse processo foi confirmado quando no teste de retenção, os alunos entrevistados apontavam suas falhas, justificando-as e reorganizando conceitos que acabavam por apontar sua evolução.

Além disso, a construção de modelos viabilizou a aquisição de conceitos relacionados ao volume,

tamanho, localização e tridimensionalidade de determinado órgão, como também desenvolveu a preocupação em se integrar a fisiologia desse órgão considerando seu local, e levando em conta suas relações de vizinhança. Tais aquisições possibilitaram ao aluno desenvolver conceitos próximos da realidade e integralizá-los anatomico-fisiologicamente, possibilitando a compreensão de fenômenos como a respiração, circulação e hematose.

Nesse processo, foram priorizados os conhecimentos prévios dos alunos, utilizando-se de estratégias motivadoras desencadeadas através de situações problemas, que acabaram por levar o aluno a interagir no seu meio, possibilitando discussões e análises sobre os assuntos, privilegiando a ação do aluno, tornando-o desse modo, capaz de relacionar objetos e acontecimentos e perceber semelhanças e diferenças.

A oficina de Ciências é uma estratégia que prioriza a bagagem que o aluno traz consigo, estimulando-o para que cresça conceitualmente, ao considerar que cada indivíduo é um ser ímpar e tem seu tempo de aprendizagem, forçando-o a refletir, discutir e questionar e indicando também ao professor, quando deve interferir junto ao aluno, num determinado momento de ensino.

A sociabilização entre os grupos de alunos capacitou-os na percepção das semelhanças e diferenças entre acontecimentos que se relacionam. O fato dos alunos compartilharem entre si e com a professora suas dúvidas, angústias, descobertas e sucessos, levou-os a interagirem entre os grupos e com a platéia, de modo que esse relacionamento tornou-se um fator facilitador do aprendizado. Tal sistema de relações sociais, que ocorreu durante a oficina de Ciências, afetou favoravelmente o desempenho dos alunos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACHELARD, G. *La formation de l'esprit scientifique* (13ª ed.). Paris: PUF, 1986.
- CARVALHO, A.M.P. et al. O Construtivismo e o Ensino de Ciências. In: Governo do Estado de São Paulo – *Ciência na Escola de 1º. Grau – Textos de Apoio à Proposta Curricular*. Secretaria do Estado da Educação, Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. p. 63 – 73, 1991.
- GIL PERES, D.; CARRASCOSA, J.; FURIÓ, C.; MARTÍNEZ-TORREGROSSA, J. *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*. Horsori: Barcelona, 1991.
- DRIVER, R. & OLDFHAM, V. A constructivist approach to curriculum development science.

- Studies in Science Education*, 13, 105-122, 1986.
- OSBORNE, R. J. & FREYBERG, P. *Learning in science – The implication of the children science*. Londres: Heinemann, 1985.
- OSBORNE, R. J. & WITTROCK, M. The generative learning model and its implications for science education. *Studies in Science Education*, 12, 59-97, 1985.
- PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS- (5ª à 8ª séries) Ciências Naturais, Secretaria da Educação Fundamental. Brasília: MEC, 1998, 138p.
- POSNER, G. J. & GERTZOG, W. A. The clinical interview and the measurement of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 195-209, 1982.
- POSNER, G. J. et al. Accomodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 221-7, 1982.
- SÃO PAULO (Estado) Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. *Proposta curricular para o ensino de ciências e programas de saúde: 1º grau*. 5ª ed. São Paulo: SE/CENP, 1992. 66p.
- SCHNETZLER, R. P. Construção do conhecimento e ensino de ciências. *Em Aberto*, 11(55), 17-22, 1992.
- SILVA, D. & LATTOUF, R. Eletricidade: atividade de ensino coerente com um modelo construtivista. *Pró-posições*, v.7, 1(9), 41-57, 1996.
- VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente*. 2a. Ed. São Paulo, Martins Fontes. 168p. 1988.