

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS HUMANAS**  
Programa de Pós-Graduação em Educação

ANÁLISE DAS OPORTUNIDADES DE APRENDIZAGEM EM  
AULAS EXPOSITIVO-PARTICIPATIVAS: ESTUDO DE CASO  
DE UM PROFESSOR DE BIOLOGIA

Cristiane Cordeiro de Camargo

SÃO CARLOS

2005

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS HUMANAS**

Programa de Pós-Graduação em Educação

**ANÁLISE DAS OPORTUNIDADES DE APRENDIZAGEM EM  
AULAS EXPOSITIVO-PARTICIPATIVAS: ESTUDO DE CASO  
DE UM PROFESSOR DE BIOLOGIA**

Cristiane Cordeiro de Camargo

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação do Centro de Educação e Ciências Humanas da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Educação.

SÃO CARLOS

2005

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

C172ao

Camargo, Cristiane Cordeiro de.

Análise das oportunidades de aprendizagem em aulas expositivo-participativas: estudo de caso de um professor de Biologia / Cristiane Cordeiro de Camargo. -- São Carlos : UFSCar, 2005.

121 p.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2005.

1. Professores e alunos. 2. Interação professor - aluno. 3. Aprendizagem. 4. Metodologia de ensino I. Título.

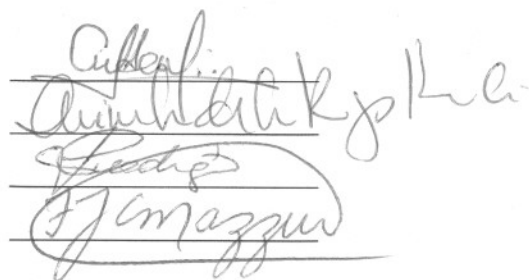
CDD: 371.1023 (20<sup>a</sup>)

Profª Drª Maria Aparecida Mello

Profª Drª Aline Maria de Medeiros Rodrigues Reali

Profª Drª Ana Luiza Rocha Vieira Perdigão

Prof. Dr. Francisco José Carvalho Mazzeu

  
Aline Maria de Medeiros Rodrigues Reali  
Ana Luiza Rocha Vieira Perdigão  
Francisco José Carvalho Mazzeu

*“Quando andar, apenas ande.  
Quando sentar, apenas sente.  
Acima de tudo, não vacile”*

*pensamento chinês*

## **Agradecimentos**

À professora Maria Aparecida Melo, pela disponibilidade em orientar este trabalho.

À professora Emília Freitas, cuja compreensão em momentos fundamentais deste trabalho tornou-o possível.

À professora Aline Reali, pela cuidadosa leitura do texto de qualificação e pelas sugestões que enriqueceram este trabalho.

À professora Itacy Basso, pelo brilhante trabalho como professora de Pesquisa em Educação e pelas sugestões feitas durante a qualificação.

À Ana Luiza Perdigão, minha amiga, graças a quem muitas coisas transformaram-se em realidade, inclusive este trabalho.

Ao Curso pré-vestibular da UFSCar, em especial aos seus alunos, por me permitir sonhar.

Aos meus colegas de trabalho, principalmente ao Josué e ao Braw, pela compreensão nas ausências e apoio incondicional a este trabalho.

Aos meus pais, ao Gui, ao Angelo e à Teté, obrigada pela alegria de compartilhar com vocês uma vida e por compreenderem as minhas ausências.

Aos meus amigos Ive, Erica, Braw, César, Anselmo, Marta, Esther, Camila, Aracely, Venâncio, Momenti, Gláucio, Katrina e Carol por preencherem a minha vida com as suas presenças, pelos abraços e pelos desejos de sorte.

Aos alunos que tenho encontrado pela vida afora, em especial à Lia.

À Teté, a minha irmã, obrigada por existir.

À Rosângela, Carielo, Luciano, Eliane, Adriana, Rogério, Enusa, João e Luciana. Carrego vocês comigo para onde for!

Àqueles que mais concretamente tornaram esse trabalho possível: à Teté, pelas cuidadosas transcrições, à Ive e ao César pela generosidade em oferecer seus computadores.

Ao Fulvio, por tudo aquilo que só existe entre você e eu.

*Ao Angelo, o meu pai,  
por sempre deixar uma luz, acesa para mim.*

*À Maria de Lourdes, a minha mãe,  
por me ensinar a apreciar o bom, o justo e o belo.*

## RESUMO

Este trabalho está inserido em uma linha investigativa que, pautada em uma abordagem cognitivista da aprendizagem, procura compreender como a fala, nas situações de ensino, têm impacto sobre o processo de aprendizagem dos alunos. Tendo como recorte as questões propostas pelo professor em aulas expositivo-participativas e as suas reações às respostas dos alunos, esta investigação procurou responder a duas questões: a) Como a análise da interação professor-aluno em aula expositivo-participativa possibilita que se identifiquem as oportunidades de aprendizagem oferecidas? b) Quais as variáveis envolvidas no processo que vai das intenções de ensino às oportunidades de aprendizagem oferecidas? Para proceder a esta análise, buscamos referências em: autores da psicologia sócio histórica a respeito da caracterização do processo de pensamento e da estrutura dos conhecimentos científicos (Petrovsky, 1980; Vygotsky, 1993); autores que, tendo como ponto de partida a psicologia sócio-histórica, têm desenvolvido conceitos e interpretações sobre as funções da fala em atividades de aprendizagem (Scott, 1998; Mercer, 1996; Wegerif et al, 1999); autores que tratam das formas de relação com o conhecimento tais como se materializam em sala de aula (Edwards, 1997). Este trabalho caracteriza-se como um estudo analítico-descritivo, de natureza qualitativa, apresentado sob a forma de um estudo de caso de um professor de Biologia. Os dados foram coletados por meio de observação e registro das aulas ministradas e entrevista com o professor. Os resultados indicam que a identificação das oportunidades de aprendizagem oferecidas pelo professor por meio de suas intervenções só podem ser compreendidas se articuladas as lógicas do conteúdo (estrutura dos conceitos científicos) e da interação (estrutura da participação, ou seja, as regras implícitas que regem a participação de alunos e professor no discurso em sala de aula). Estas oportunidades, muitas vezes, não correspondem àquelas idealizadas/ verbalizadas pelo professor pois, em seu processo de materialização em sala de aula, sofrem a influência de muitas variáveis, dentre elas as relacionadas à base de conhecimentos do professor para o ensino, tanto em termos de conhecimentos do âmbito específico, quanto do âmbito pedagógico. Uma correta articulação entre estes dois tipos de conhecimento podem levar a uma adequada articulação entre as intervenções do professor e os processos mentais que são necessários à elaboração de determinados conhecimentos científicos pelos alunos. Além disso, os resultados também demonstram a proficuidade de construções teóricas oriundas de conceitos como *scaffolding* (Bruner et al, 1976, *apud* Scott, 1998) para a análise de situações concretas de interação professor-alunos em aulas expositivo-participativas.

Palavras-chave: interação professor aluno; oportunidades de aprendizagem; aulas expositivo-participativas.



## ABSTRACT

This work is inserted in an investigative line, guided by a cognitive learning framework, seeking to understand how speech, in the teaching environment, has impact upon the learning process of students. Using as outline suggested questions from the teacher in participative lectures and the reactions to the students' responses, this investigation aimed to answer two questions: a) How does the analysis of the interaction teacher-student in participative lectures enable the identification of possible learning opportunities? b) Which are the variables involved in the process that go from the intentions in teaching practice, to the opportunities of learning offered? To proceed in this analysis, we have sought reference in social-historical psychology authors regarding the characterization of the thought process and the structure of scientific knowledge ( Petrovsky, 1980; Vygostky, 1993 ); authors who, using as a starting point social-historical psychology, have developed concepts and interpretations on the functions of speech in learning activities ( Scott, 1998; Mercer, 1996; Wegerif et al, 1999 ); authors who deal with forms of relationship in regard to knowledge, as they materialize in the teaching environment ( Edwards, 1997 ). This work is characterized as a descriptive-analytic study of a biology teacher; of qualitative nature, presented in case study format. The data was collected thru means of observation and registry of given lectures as well as an interview with the teacher. Results indicate that the identification of learning opportunities offered by the teacher, by means of interventions, can only be comprehended if articulated to the logics of context ( structure of scientific concepts ) and interaction ( structure of participation, that is, the implied rules that guide the students' and teacher's participation in their speech during class). These opportunities sometimes don't correspond to the ones idealized /verbalized by the teacher, as they suffer influence of many variables in the process of materialization in class. Among these are the ones related to the basis of knowledge of the teacher in teaching skills, in terms of knowledge of a specific area as well as in the pedagogic area. A correct articulation between the two types of knowledge can enable a more adequate one between the teacher's interventions and the mental processes necessary to the elaboration of certain scientific knowledge by the students. Beyond that, results also show the utility of theoretical structures, deriving from concepts such as *scaffolding* ( Bruner et al, 1976, *apud* Scott, 1998 ) for the analysis of concrete situations in teacher-student interaction during participative lectures.

Key words: teacher–student interaction; learning opportunities; participative lectures

## **Sumário**

|  |    |
|--|----|
| <b>Capítulo 1: INTRODUÇÃO</b>  | 10 |
| 1.1 Problemática de pesquisa   | 10 |
| 1.2 A pesquisa sobre a eficácia docente e o estudo do discurso em sala de aula               | 13 |
| 1.3 Objetivos e questões de pesquisa   | 23 |
| <b>Capítulo 2: REFERENCIAL TEÓRICO</b>   | 25 |
| 2.1 A aprendizagem de conhecimentos científicos na perspectiva da psicologia sócio-histórica | 25 |
| 2.1.1 As relações entre pensamento e linguagem   | 25 |
| 2.1.2 As diferenças entre conceitos cotidianos e científicos                                 | 29 |
| 2.1.3 As relações entre a aprendizagem e o desenvolvimento intelectual                       | 32 |
| 2.2 Análise das funções da fala do professor em atividades de ensino e de aprendizagem       | 34 |
| 2.2.1 Formas de descrição das funções da fala do professor                                   | 34 |
| 2.2.2 A fala em sala de aula e as oportunidades de aprendizagem                              | 40 |
| <b>Capítulo 3: METODOLOGIA E MÉTODOS</b>   | 50 |
| 3.1 Método   | 51 |
| 3.1.1 Participantes  | 51 |
| 3.1.2 Procedimentos  | 52 |
| 3.1.3 Situação de coleta de dados  | 53 |
| <b>Capítulo 4: RESULTADOS</b>  | 54 |
| 4.1 Procedimento analítico   | 54 |

|  |     |
|--|-----|
| 4.2. Sequências interativas: transcrição e leitura analítica sintética   | 57  |
| 4.3 Os conteúdos de ensino nas sequências interativas: análise e discussão   | 90  |
| 4.4 Descrição e análise das formas de intervenção do professor   | 95  |
| <b>Capítulo 5 – CONCLUSÕES</b>   | 105 |
| <b>Capítulo 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>   | 116 |
| <b>Bibliografia</b>  | 119 |
| <b>Anexo 1 – Síntese da entrevista com o professor</b>   |     |
| <b>Anexo 2 – Transcrições das aulas</b>  |     |
| <b>Anexo 3 – Síntese sobre o sistema circulatório sanguíneo nos animais vertebrados, com ênfase no grupo dos mamíferos</b> |     |

## **CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO**

A investigação à qual nos propusemos no presente trabalho nasceu de algumas questões de ordem prática relativas à nossa experiência como docente em aulas expositivo-participativas. Neste capítulo, apresentamos a problemática da qual surgiram as reflexões que nortearam este trabalho e que o justificam academicamente, uma revisão bibliográfica pertinente a esta problemática e, em seguida, as nossas questões de pesquisa.

### **1.1 Problemática de pesquisa**

Podemos afirmar que o interesse por essa investigação nasceu em nossa própria prática como docente no ensino formal de nível médio e em cursos pré-vestibulares na disciplina Biologia. Prática essa orientada por uma concepção cognitivista da aprendizagem. Em outras palavras, consideramos que o processo de aquisição de conhecimento pelos alunos é uma elaboração mental complexa na qual o professor interfere por meio das possibilidades que cria de relação com o conhecimento. Esta aquisição não depende simplesmente de processos mentais como a atenção, a associação e a memorização de informações, mas também e, fundamentalmente, de outros mais complexos, que envolvem o estabelecimento de novas relações, reorganização e sistematização de idéias e generalizações. Idéias essas que dependem do repertório particular de cada aluno, das suas experiências, motivações e conhecimentos pessoais. Essa concepção de aprendizagem considera, portanto, que a apropriação de conhecimentos requer uma participação ativa do aluno e, conseqüentemente, a consideração, no processo de ensino, dos significados por eles construídos.

A possibilidade de considerar estes significados é limitada durante o desenvolvimento de uma aula expositiva, restringindo-se às hipóteses elaboradas pelo professor, durante o planejamento da aula e levando em consideração sua experiência de ensino, sobre as possíveis compreensões que os alunos podem apresentar em relação a determinado tópico de conteúdo. No máximo, os significados elaborados pelos alunos podem ser considerados a partir das perguntas que os alunos venham a fazer durante a aula. Em função dessa limitação da aula expositiva, nossa prática de ensino sempre procurou estar pautada no princípio de que é necessário estimular a participação dos alunos em sala de aula por de meio de perguntas. Isso significa que consideramos mais adequada à nossa concepção de ensino a aula expositivo-participativa.

Segundo Aebli (1982), as perguntas que o professor faz aos alunos em uma aula expositivo-participativa têm o papel de estimular os processos mentais necessários à reelaboração e sistematização dos conhecimentos. Realmente, ela favorece uma participação mais ativa do aluno em seu processo de aprendizagem, pois as perguntas formuladas e propostas pelo professor podem levar o aluno a: refletir sobre o que está sendo tratado; estabelecer relações com outras informações e avaliar seu processo de aprendizagem; sistematizar seu conhecimento; despertar o interesse e a motivação para aprender.

Acrescentamos a esta função das perguntas em sala de aula outras que consideramos muito importantes.

Primeiramente, a aula expositivo-participativa, diferentemente da aula expositiva, propicia algum *feedback* para o professor sobre o que os alunos estão aprendendo. É necessário reconhecer que em uma aula expositiva bem estruturada, mesmo não sendo intencionalmente postas demandas para que todos os alunos pensem e, portanto, aprendam, podem existir oportunidades para que os alunos reflitam e estabeleçam relações de forma significativa. Entretanto, nesse tipo de aula, o professor não tem muitas oportunidades de avaliar o quanto isso está ou não acontecendo, uma vez que a participação dos alunos, explicitada na aula, está restrita a ouvir com atenção e, dependendo do estilo do professor, fazer perguntas. Já em uma aula expositivo-participativa, as respostas - e mesmo as perguntas formuladas pelos alunos, cuja ocorrência é favorecida - constituem importantes indicativos dos processos mentais que estão sendo elaborados por eles. Mesmo reconhecendo que as respostas, enquanto produtos, não devem ser confundidas com os processos pelos quais foram geradas, não deixam de dar indícios sobre estes processos, a partir dos quais o professor pode elaborar formas diferentes de intervenção na relação que os alunos estabelecem com o objeto de conhecimento.

Além disso, a aula expositivo-participativa pode ter um impacto sobre as concepções dos alunos a respeito do processo de construção do conhecimento. Enquanto uma aula expositiva valoriza o conhecimento como produto elaborado por outro e assimilado de forma pronta e acabada, a aula expositivo-participativa - se bem conduzida - pode valorizar o conhecimento individual como fruto de uma busca, do levantamento de hipóteses e da argumentação lógica.

Outro elemento importante é a contribuição que este tipo de aula pode oferecer aos alunos no que diz respeito ao uso da linguagem e à participação no discurso científico e, neste aspecto, nos referimos à literatura sobre análise do discurso em sala de aula, em particular às proposições de Mercer (1995). Este autor ressalta que a forma como as interações ocorrem entre as pessoas nas instâncias particulares (cotidianas) é diferente da forma como elas se dão nas instâncias públicas: a escola, a ciência, a política. Participar efetivamente destas diferentes

instâncias requer ter o domínio das formas particulares de discurso características de cada uma delas. Neste sentido, a aula expositivo-participativa pode ser caracterizada como um dos procedimentos de ensino que pode privilegiar o desenvolvimento do uso da linguagem em sala de aula em sua relação com o discurso científico.

Entretanto, nossa experiência docente tem demonstrado que todas essas qualidades indicadas anteriormente como características de aulas expositivo-participativas são, em verdade, potenciais. Uma aula expositiva-participativa ou a adoção, na prática pedagógica, de exposições-participativas pode estar meramente associada a um estilo de ensino que valorize a dinâmica desse tipo de aula e, nesses termos, o estímulo à participação dos alunos como um elemento que favoreça a motivação e/ou a aproximação entre professor e alunos, com ênfase em aspectos afetivo-relacionais. Por outro lado, sua adoção pode de fato estar baseada em concepções de aprendizagem e, portanto, de ensino, coerentes com suas qualidades potenciais, tanto em termos dos aspectos afetivo-relacionais como cognitivos envolvidos na aprendizagem. Mas, mesmo nesse último caso, suas qualidades ainda podem ser apenas potenciais.

A distância entre as concepções que fundamentam esse tipo de prática, as intenções conscientes do professor e a concretização de suas ações em sala de aula é o elemento a que estamos nos referindo quando afirmamos que as qualidades podem se manter apenas como potenciais. Essa distância está relacionada à complexidade envolvida nas ações do professor: sua interação com os alunos; sua interação com o conhecimento – o conhecimento científico e o conhecimento individual dos alunos; o grau de surpresa e, portanto, o grau de imprevisto ao qual estão submetidas as ações do professor ao lidar com as mais diversas situações; o planejamento desse tipo de aula – ou melhor – a tomada de consciência de que é possível planejar e preparar esse tipo de aula, mas que esse planejamento e preparação envolvem, mais fortemente do que em uma aula expositiva, uma clara definição dos objetivos de ensino e, conseqüentemente, dos conteúdos de ensino mais relevantes (os conceitos e relações entre eles, de fato, centrais). O desenvolvimento de aulas expositivo-participativas talvez inclua os mais complexos processos que podem estar presentes em uma sala de aula quando se focaliza o ensino e, talvez por isso, os professores, de maneira geral, encontrem dificuldades em sua adoção de forma eficaz e (auto) satisfatória.

Algumas das dificuldades encontradas por nós para concretizar nossas intenções ao trabalhar com a aula expositivo-participativa incluem: como considerar o repertório dos alunos (tanto em termos de conhecimentos específicos da área como de habilidades no uso da linguagem)? Como promover a reflexão, por parte dos alunos, sobre seus conhecimentos/explicações para os fenômenos que são objeto de estudo? Como criar contextos discursivos em

sala de aula nos quais os alunos, ao mesmo tempo, não se sintam desqualificados por aquilo que pensam/ sabem e atribuam ao conteúdo os significados pretendidos pelo ensino? Como lidar com a dinâmica deste tipo de procedimento de ensino, o qual conta com muito de imprevisto?

Obviamente que responder a estas questões não é tarefa simples e foge às possibilidades de um trabalho como este, o qual tem foco apenas em um recorte da prática docente, ou seja, não analisa aspectos como o planejamento, avaliação e reflexão do professor e nem aspectos da aprendizagem dos alunos. No entanto, esta problemática nos desafiou no sentido de poder contribuir com elementos que melhorassem a compreensão de como, em práticas de aula expositivo-participativa, os professores operam suas intenções de que os alunos pensem, apórtem seus conhecimentos, argumentem, compreendam e estabeleçam relações significativas.

A partir deste desafio procuramos identificar que conhecimentos já foram produzidos a respeito das oportunidades de aprendizagem oferecidas nas situações de interação professor-alunos, o que nos levou à literatura que trata do estudo sobre as condutas, comportamentos e estilos de ensino. Dentre estes, destacam-se aqueles que poderiam ser considerados mais abertos (Montero, 1996) e, portanto, mais próximos, das condições criadas em aulas expositivo-participativas. Boa parte da investigação sobre a eficácia de tais métodos recai no estudo sobre o discurso em sala de aula.

## **1.2 A pesquisa sobre a eficácia docente e o estudo do discurso em sala de aula**

A pesquisa empírica sobre o ensino tem origem nas pesquisas sobre a eficácia da prática docente, as quais procuravam identificar as qualidades ou características de um ensino eficiente. Nesta linha, destacaram-se, historicamente, dois conjuntos de pesquisas distintos mas complementares: um deles voltado à análise dos comportamentos do professor em sala de aula e outro voltado para os estilos de ensino, notadamente para contrastar os estilos ditos tradicionais dos estilos ditos progressistas (Montero, 1996).

Medley (1979), *apud* Montero (1996), analisando a evolução das pesquisas realizadas até o final da década de 70, identificou cinco etapas que apresentavam como foco, respectivamente: traços de personalidade do professor; métodos eficazes de ensino; clima de aprendizagem criado em sala de aula; competências do professor; tomada de decisão do professor em função de suas competências e das situações concretas de ensino.

A terceira etapa ganha impulso a partir da década de 50, com a constatação de que a dinâmica da interação professor-aluno não poderia ser descrita e analisada a partir das perspectivas que se ocupavam das características de personalidade do professor ou dos métodos

de ensino. Essa mudança de perspectiva contribuiu para a valorização da interação professor-aluno no âmbito da pesquisa empírica sobre o ensino e, conseqüentemente, para o aperfeiçoamento das formas de registrar, descrever e analisar esta interação (Coll, 1996)

A pesquisa sobre os estilos de ensino desenvolve-se a partir do movimento escolanovista (meados do século XX) e do surgimento de experiências educativas que procuravam fugir aos moldes da chamada escola tradicional. O debate entre os distintos enfoques (educação tradicional - educação nova), que até então era mais de cunho filosófico, passou ao caráter empírico com o desenvolvimento das pesquisas com esse foco. As primeiras pesquisas sobre os estilos de ensino procuraram contrastar empiricamente os estilos tradicionais dos progressistas. Mais tarde, evoluíram para um aperfeiçoamento metodológico relacionado à definição, caracterização e identificação dos diferentes estilos, o que, posteriormente, serviu de base para uma nova fase. Nesta, buscou-se reunir os 'achados' sobre os comportamentos instrutivos mais eficientes, a fim de orientar o professor em suas escolhas em relação às estratégias de ensino (Montero, 1996).

Tanto as pesquisas focadas nos comportamentos quanto as focadas nos estilos de ensino tinham como pressuposto comum o estabelecimento de uma relação causal direta entre o ensino (processo) e aprendizagem (produto de aprendizagem), ou seja, pautavam-se no paradigma processo-produto. Apesar das críticas de que foi alvo, este paradigma de pesquisa permitiu uma série de avanços na compreensão das interações professor-aluno e de seus impactos sobre a aprendizagem, sendo que seu esgotamento deu-se por duas razões principais: sua própria limitação metodológica e as influências da Psicologia Cognitiva (Montero, 1996).

Em relação aos avanços que o paradigma processo-produto permitiu no que diz respeito ao estudo da fala do professor serão destacados os principais resultados de alguns estudos apontados por Montero (1996) como os mais significativos. Um primeiro conjunto de dados emerge de duas revisões sobre investigações focadas nos comportamentos do professor: são os trabalhos de Medley (1979) e Brophy e Good (1986), *apud* Montero (1996). Um outro conjunto de dados provém dos trabalhos de Flanders (1978), Bennett (1982) e Rosenshine e Stevens (1986), *apud* Montero (1996), estes focados em estilos de ensino.

Segundo Medley, os estudos apontavam que os professores eficazes estimulavam mais o trabalho dos alunos no grande grupo (classe) do que em grupos menores ou mesmo individualmente, faziam mais perguntas de baixo nível cognitivo, discutiam, ampliavam e utilizavam menos as respostas dos alunos e havia menor iniciação da parte destes para fazer perguntas (Medley, 1979, *apud* Montero, 1996).



O estudo de Brophy e Good (1986), *apud* Montero, (1996), incorporando uma sugestão presente nos trabalhos de Medley, dedicou maior atenção aos comportamentos instrutivos do professor, procurando uma identificação de padrões de comportamento instrutivo, que foram agrupados em classes, dentre elas: dar informação, perguntar aos alunos e reação às respostas dos alunos.

Em função dos interesses específicos de nosso trabalho, destacaremos os comportamentos instrutivos identificados por estes autores como os mais eficazes em relação às classes “uso de perguntas” e “reação às respostas dos alunos”.

Em relação ao uso de perguntas, os comportamentos instrutivos eficientes apontados no estudo são:

- as perguntas do professor devem possibilitar algum tipo de resposta, preferentemente respostas corretas;
- o professor pode atingir objetivos de alto nível cognitivo por meio de perguntas de baixo nível;
- o professor deve formular as perguntas com clareza, sem ambigüidades;
- os professores devem estimular a participação de todos os alunos e evitar o monopólio de alguns; além disso, devem esperar algum tipo de reação do aluno antes de insistir com a pergunta;

Quanto à reação às respostas dos alunos, estes autores apontam como comportamentos instrutivos eficientes:

- o professor deve oferecer aos alunos um *feedback* positivo diante de respostas corretas;
- quando as respostas forem parcialmente corretas, o professor deve reforçar a parte correta e continuar o questionamento, não oferecendo a resposta correta imediatamente;
- diante de resposta incorreta, o professor deve esclarecer porque ela não é correta e dar indícios de como pode ser obtida a partir das informações presentes.

Em relação às investigações com foco nos estilos de ensino, Flanders foi o autor que maior influência exerceu no aperfeiçoamento metodológico para a categorização do comportamento do professor em sala de aula. Desenvolveu um sistema próprio para a análise das interações em aula, constituído de 10 categorias de comportamento, o qual procurava

descrever, da forma mais objetiva possível, os comportamentos observáveis de professores e alunos em interação. Sua metodologia pretendia servir de guia para que os professores pudessem descrever de forma mais objetiva o que, de fato, ocorria em suas aulas, para, a partir disso, procurar estabelecer relações entre seus comportamentos e a aprendizagem dos alunos, ou seja, objetivava seu emprego como instrumento para o desenvolvimento profissional. Flanders tinha como pressuposto que um estilo de ensino mais indireto apresentaria maiores chances de bons resultados de aprendizagem. O que denominava de estilo indireto caracterizava-se por comportamentos do professor como os de propor perguntas aos alunos, estimular e apoiar a participação destes, esclarecer e considerar as colocações dos alunos etc. No entanto, o próprio Flanders, em uma revisão de trabalhos que utilizaram seu sistema de análise de interações, concluiu que, diferentemente do que se esperava, os estilos de ensino mais indiretos não foram relacionados com maiores níveis de desempenho acadêmico, embora o tenham sido com atitudes mais positivas do aluno em relação à escola. Além disso, foram verificadas distintas relações entre estilo de ensino e rendimento acadêmico para os diferentes níveis de ensino (Montero, 1996).

O sistema criado por Flanders foi aos poucos perdendo o seu prestígio. Segundo alguns autores, os instrumentos para coleta dos dados não permitiam uma verdadeira análise da interação que ocorre em sala de aula, mas simplesmente um inventário dos comportamentos de professores e alunos (Coll, 1996 e Montero, 1996).

Com a mesma perspectiva – procurar estabelecer relações entre nível de aprendizagem e ensino – mas procurando superar as críticas feitas aos trabalhos desenvolvidos até então, Bennett (1982), *apud* Montero (1996), investigou a relação entre aprendizagem e metodologias de ensino consideradas progressistas, que começavam a proliferar na época. O objetivo de Bennett era verificar se determinados estilos de ensino poderiam ser relacionados a melhores níveis de aprendizagem com determinados alunos. Os seus resultados convergiram para a conclusão de que o estilo formal era o que melhores resultados de aprendizagem apresentava nas áreas analisadas (leitura, matemática e línguas), mesmo levando em consideração as características de personalidade dos alunos. No entanto, segundo o próprio autor, não havia explicações satisfatórias para esta relação e, como hipótese, afirmou que a variável tempo seria responsável pela diferença de desempenho entre os estilos, pois os professores formais, de um modo geral, dedicam maior tempo em sala de aula ao trabalho escolar (Montero, 1996).

Resta ainda destacar as contribuições dos trabalhos de Rosenshine e Stevens(1986), *apud* Montero (1996), que procuraram validar experimentalmente um modelo instrutivo, obtido a partir da descrição e correlação de comportamentos instrutivos do professor e resultados de

aprendizagem. Os experimentos foram desenvolvidos com os níveis de ensino equivalentes aos das séries iniciais e para áreas do currículo bem estruturadas como leitura, matemática, ciências. Seus resultados deram origem a um modelo instrutivo baseado em seis estratégias ou funções instrutivas fundamentais (Rosenshine, 1983 e Rosenshine e Stevens, 1986, *apud* Montero, 1996):

*(1)revisão e comprovação do trabalho proposto (e, se for necessário, reensino); (2) apresentação do novo conteúdo/ habilidades; (3) prática supervisionada do aluno (e comprovação da compreensão); (4) retroalimentação e correção (e reensino, se for necessário);(5)prática independente do aluno; (6) revisões semanais e mensais.*  
(Montero, 1996, p. 261)

No entanto, estes autores reconheceram que a decisão sobre quais são os comportamentos instrutivos mais eficazes está nas mãos do professor, em função das características do contexto e, portanto, este modelo instrutivo não serve para a sua aplicação indiscriminada em qualquer disciplina, com quaisquer alunos, sob quaisquer condições. O modelo é mais adequado aos níveis iniciais de ensino, para alunos com aprendizagem lenta e nas fases de introdução a um conteúdo novo. Níveis mais elevados de aprendizagem parecem ser obtidos com instrução menos direta, com menor controle e orientação por parte do professor (Ross e Kyle, 1987, *apud* Montero, 1996).

A partir dos resultados de todos estes trabalhos, há algumas conclusões que aparentemente são consensuais. Primeiro, que o tempo dedicado a uma atividade de aprendizagem é uma variável que certamente influi nos níveis de aprendizagem obtidos. Em segundo lugar, algumas características do ensino podem ser associadas a melhores níveis de rendimento escolar: a atividade de aprendizagem deve ser estruturada pelo professor; este deve auxiliar os alunos a relacionarem o que sabem ao novo conhecimento; as atividades dos alunos devem ser supervisionadas pelo professor, fazendo correções e oferecendo as ajudas necessárias (Coll, 1996).

A despeito de todas essas contribuições que o paradigma processo-produto trouxe para a pesquisa sobre o ensino – no sentido de identificar alguns comportamentos que, quando assumidos/praticados de forma refletida pelo professor, poderiam aumentar as chances de um ensino mais eficiente – muitas críticas foram levantadas, as principais delas de cunho metodológico. Esta abordagem não levava em consideração as dinâmicas de interação em sala de aula, subtraindo a influência do contexto educativo e do processo de aprendizagem dos alunos sobre os resultados de aprendizagem. Buscando estabelecer relações causa –

consequência entre as características ou estratégias de ensino do professor e níveis de aprendizagem dos alunos, essas pesquisas pautavam-se na definição e isolamento de variáveis, o que é de difícil aplicação na sala de aula, onde são muitas as variáveis que interferem. Mesmo a definição do que se considerava resultado (produto) nem sempre era clara (Coll, 1996 e Montero, 1996). Em se tratando de aulas em estilos mais abertos – como é o caso da aula expositivo-participativa – a complexidade das interações em sala de aula, conforme já apontamos na primeira parte deste capítulo, talvez esteja dentre as razões pelas quais as investigações desenvolvidas com orientação no paradigma processo-produto não tenham encontrado uma correlação positiva entre formas de ensinar e melhores níveis de aprendizagem dos alunos.

Estas críticas evidenciaram as limitações do paradigma processo–produto para a análise dos eventos em sala de aula e para a identificação de correlações entre determinadas características da prática docente e resultados de aprendizagem, ou, mais ainda, para a identificação dos mecanismos pelos quais a ação do professor incide sobre as ações dos alunos.

Esse desafio para a pesquisa empírica sobre o ensino tem sido enfrentado nas últimas décadas a partir de um novo paradigma, que é a concepção cognitivista da aprendizagem (Montero, 1996). Antes do desenvolvimento da Psicologia Cognitiva, o aluno era visto como um agente passivo no processo educacional, pronto para receber e assimilar passivamente os conhecimentos transmitidos pelo professor. A Psicologia Cognitiva inaugura uma fase na pesquisa sobre o desenvolvimento humano avessa à idéia de um homem moldável a partir do meio externo e, por isso, concentra sua atenção nos processos internos. Piaget e sua Psicologia Genética são a maior influência no meio educacional a partir desta perspectiva (Coll, 1985)

Apropriadas pelo meio educacional, as idéias de Piaget sobre a postulada relação, unidirecional, de dependência entre aprendizagem – como uma interação do sujeito com o objeto de conhecimento – e estágio de desenvolvimento cognitivo serviram de base para definir algumas diretrizes e princípios educacionais, em que o respeito ao estágio de desenvolvimento cognitivo para a definição de conteúdos de ensino e de atividades de ensino deveria ser absoluto, sendo que qualquer tentativa de intervenção desrespeitando esses limites demonstrar-se-ia infrutífera. Ao mesmo tempo, delegou-se ao professor o papel de criar as condições ótimas para a aprendizagem, facilitando e orientando a interação do aluno com o objeto de conhecimento, dentro das condições que permitissem o estágio de desenvolvimento do aluno. Esta forma de entender o trabalho educativo influenciou as pesquisas a focalizarem sua atenção na prática docente e nas relações entre o aluno e o objeto de conhecimento. Essas pesquisas desenvolveram metodologias que procuravam analisar a atividade auto-estruturante do aluno.

Nessa linha, o movimento denominado Construtivismo – entendido como concepção do ensino e da aprendizagem fundada nos avanços da Psicologia Cognitiva Piagetiana - exerceu e ainda exerce grande influência na pesquisa sobre a prática escolar. (Coll, 1985).

No contexto da prática educativa influenciada pela Psicologia Cognitiva, o termo interação social também ganhou destaque junto aos professores, por entenderem-na como estratégia para promover a construção de conhecimento pelos alunos (Davis, 1989).

Em um primeiro momento dessa valorização das interações em sala de aula, o significado deste termo e a compreensão das bases teóricas que permitiam tal valorização não estavam claros. Conseqüentemente, o termo interação social foi empregado de forma genérica, como se qualquer tipo de interação fosse promotor de desenvolvimento. No entanto, considerando que as interações sociais, inclusive as que ocorrem na sala de aula, se dão por meio de relações interpessoais e que estas estão permeadas por valores (nos âmbitos afetivo, cognitivo e social) inerentes aos sujeitos que participam da relação, conclui-se que, da mesma forma, as interações sociais também estão permeadas pelos mesmos valores. Daí decorre que não são quaisquer tipos de interação entre alunos ou entre alunos e professor que podem atingir os objetivos referentes à apropriação dos bens culturais selecionados como os mais relevantes dentro de uma cultura (Davis, 1989).

Da mesma forma, no contexto da pesquisa, o termo interação, quando aplicado às situações de interação professor-alunos, procurou ser mais bem esclarecido. Neste sentido, tem contribuído a ‘recente’ redescoberta dos trabalhos de Vygotsky e de suas concepções sobre as relações entre a aprendizagem e o desenvolvimento. Para este autor, o desenvolvimento da criança corresponde à internalização de processos que são, em sua origem, sociais. Portanto, a interação professor-aluno atuaria no desenvolvimento de processos maturacionais em andamento para que estes se completem e permitam novas aprendizagens (Davis, 1989)

Embora o foco de todo o trabalho de Vygotsky estivesse voltado a uma questão mais ampla – a formação dos processos psíquicos – muitas pesquisas influenciadas por sua psicologia privilegiaram apenas o aspecto das relações entre pensamento e linguagem e, neste contexto, as interações professor-aluno ou aluno-conteúdo mediatizada pelo professor.

A partir desta abordagem da obra vygotskyana, a pesquisa educacional, conforme aponta Coll (1996), desloca o foco da relação aluno-conteúdo para a relação aluno-professor, considerando que em sala de aula ocorre uma interação entre os processos de ensino e de aprendizagem com vistas à aprendizagem de determinados conteúdos escolares. Referindo-se a pesquisas voltadas para o ensino de Ciências, Scott (1998) afirma que este novo direcionamento da pesquisa reavivou o interesse pelo papel do professor nas aulas de Ciências.

As primeiras pesquisas que procuraram aplicar os conceitos derivados das concepções de Vygotsky para a análise de situações concretas de interação ocuparam-se de interações entre mães e filhos. Um estudo pioneiro foi o desenvolvido por Wertsch e Hickman na década de 70, investigando como a interação entre a mãe e a criança de 3 a 4 anos, em uma tarefa de resolução de quebra-cabeças, auxiliava a criança a adquirir autonomia na execução da tarefa. Estes autores concluíram que o progresso das crianças através da zona de desenvolvimento proximal<sup>1</sup> se dá mediante seu esforço de estabelecer uma coerência entre a sua ação e a orientação da mãe, o que envolve: a imitação dos comportamentos desta, a (tentativa de) construção de uma coerência entre estes comportamentos, a definição da situação e a fala da mãe (Wertsch, 1979 *apud* Coll, 1985).

Outro trabalho importante foi o desenvolvido por Wood e colaboradores, entre 1976 e 1980. A situação experimental criada era muito parecida com a dos trabalhos anteriores, mas as contribuições desta pesquisa serviram para esclarecer que a ajuda que a mãe oferece ao filho é mais profícua na medida em que atende à sua necessidade. Em outras palavras, ajudas além ou aquém das que a criança necessita não apresentam bons resultados de aprendizagem. Estes autores classificaram as intervenções das mães em cinco categorias de acordo com o seu grau de diretividade: 1) palavras de estímulo; 2) chamar a atenção sobre aspectos importantes da tarefa; 3); ajudar a selecionar material; 4) propor material a ser utilizado para a resolução; 5) demonstração de como se resolve a tarefa (Coll, 1996).

Com o mesmo referencial teórico, Wood, Bruner e Ross (1976), *apud* Scott (1998), desenvolveram o conceito de 'scaffolding' (andaime) como uma ferramenta para análise do papel de um tutor na resolução de problemas. Estes autores assim descrevem o processo de ajuda oferecida pelo tutor na resolução da tarefa:

*um processo de tipo scaffolding capacita uma criança ou novato a resolver um problema, concluir uma tarefa ou atingir objetivos que estariam além de suas capacidades. Scaffolding consiste, essencialmente, no controle, pelos adultos, daqueles elementos da tarefa que estão, inicialmente, além da capacidade do aprendiz, permitindo a ele concentrar-se e completar somente aqueles*

---

<sup>1</sup> Este conceito, desenvolvido por Vygotsky, refere-se às potencialidades de conclusão de uma tarefa com o auxílio de alguém com maior experiência

*elementos que estão dentro de sua competência*<sup>2</sup>. (Wood et all., 1976, p. 90, apud Scott, 1998, p. 68)

Em outras palavras, estes autores denominando de *scaffolding* o tipo de mediação do professor para possibilitar que o aluno seja capaz de realizar uma tarefa que não conseguiria realizar sozinho, autonomamente.

A partir destes primeiros trabalhos, e sustentando a hipótese de que suas conclusões poderiam ser estendidas para a relação professor-aluno, algumas generalizações para a prática docente são, segundo Coll (1985): (a) o professor deve proporcionar atividades em um contexto significativo para que os alunos possam construir interpretações coerentes; (b) o nível de diretividade da ajuda deve estar adequado ao nível de competência do aluno; e (c) as atividades realizadas pelos alunos devem ser avaliadas e interpretadas continuamente.

Mas não foi apenas a influência da perspectiva sócio-histórica, ou sociocultural, que redirecionou as pesquisas sobre o papel das interações sociais em situações de ensino. Houve também uma mudança de cunho metodológico a partir dos anos sessenta e, de forma mais acentuada, nas três últimas décadas. O foco das investigações deslocou-se da relação causal ensino-aprendizagem, característica do paradigma processo-produto, para o discurso em sala de aula, permitindo uma melhor compreensão da dinâmica que caracteriza as interações que ocorrem neste espaço. (Mercer, 1998).

Além da importância de se analisar e compreender o papel do discurso na aprendizagem escolar enquanto ferramenta psicológica, a investigação sobre o discurso nas interações de sala de aula pode assumir outros objetivos como, por exemplo, a análise do próprio desenvolvimento do uso da linguagem pelos estudantes, o que se relaciona ao objetivo declarado das instituições de ensino de desenvolver/ aperfeiçoar o uso da linguagem enquanto ferramenta cultural, ou seja, enquanto forma de compartilhar experiências. Segundo Mercer

*"tornar-se educado significa tornar-se capaz de compreender e participar das práticas de linguagem da escola. Nos níveis mais avançados, significa tornar-se capaz de participar ativamente dos discursos de disciplinas ou tecnologias específicas, as quais são colocadas numa variedade de práticas de linguagem falada e escrita." (Mercer, 1998, p.14).*

---

<sup>2</sup> Todas as citações extraídas de obras escritas em língua estrangeira foram traduzidas pela autora

Assim, o estudo do discurso em sala de aula torna-se importante também pela possibilidade de oferecer contribuições ao aperfeiçoamento do ensino e da aprendizagem do uso efetivo da linguagem.

São diversas as áreas de conhecimento que serviram de base para as construções metodológicas deste tipo de pesquisa – a pesquisa sobre o discurso escolar –, dentre elas, a etnografia da comunicação, a linguística e a análise do discurso educacional, o estudo da comunicação na sala de aula, a etnometodologia aplicada à educação e a sociologia da educação (Coll, 1996).

Segundo Green (1983), *apud* Coll (1996), o que define este campo de pesquisa, a despeito de toda heterogeneidade metodológica que o caracteriza, é um de seus objetivos, qual seja, o de registrar e analisar como a linguagem, nas situações de interação, atua como suporte para a aquisição de novos conhecimentos. Os resultados que têm sido obtidos são dispersos, em função não apenas da diversidade metodológica, mas também em função da abrangência de seus objetivos e da falta, apesar de todos os avanços que têm sido obtidos, de uma construção teórica sólida que dê conta de explicar, em relação ao processo de apropriação do conhecimento, os fenômenos de interação que são objeto das pesquisas (Coll, 1996).

Para Mercer (1998), a pesquisa com atenção voltada para a articulação entre o discurso e os processos psicológicos subjacentes, com uma perspectiva sociocultural, tem ajudado a compreender: como os professores usam a fala para estruturar, apoiar e avaliar a aprendizagem dos alunos; como os alunos participam do discurso e que dificuldades encontram ao fazê-lo; que tipos de aprendizagem são alcançados por meio do discurso em sala de aula; quais os pressupostos teóricos e metodológicos do professor sobre o processo de ensino-aprendizagem.

Coll (1996) aponta contribuições referentes a uma delimitação do tipo de interação que se observa em sala de aula e aos principais aspectos que a estruturam. Há certas características da interação professor-aluno, como a predominância da fala do professor, a assimetria da interação professor-aluno em relação ao domínio de conteúdo específico, com seus desdobramentos em relação às expectativas mútuas sobre os papéis de cada um, que a diferenciam de outros tipos de interação e, portanto, a sua análise implica considerar essas peculiaridades. Uma estrutura comunicativa típica da interação professor-alunos, por exemplo, é a denominada estrutura IRA (iniciação – resposta – avaliação) identificada por Sinclair e Coulthard (1975), *apud* Coll (1996), na qual o professor faz uma pergunta aos alunos, estes respondem e o professor em seguida faz uma avaliação desta resposta.



Os estudos já realizados permitiram a identificação de alguns elementos como caracterizadores do tipo particular de interação que se desenvolve na sala de aula, no entanto, a questão central com que se defronta a investigação sobre o discurso em sala de aula na atualidade permanece sendo explicar como as ações de alunos e professores articulam-se com os processos psicológicos subjacentes de modo a incidir sobre o processo de apropriação, pelos alunos, dos conhecimentos escolares. Em outras palavras, é preciso identificar as pautas interativas, criadas pelo professor, que propiciam ao máximo o processo de construção de conhecimentos pelo aluno e revelar os mecanismos precisos mediante os quais a interação professor/ aluno incide sobre a aprendizagem. (Coll, 1985).

Para além destas questões, há ainda desafios de ordem teórica e metodológica a serem enfrentados pela pesquisa empírica do discurso em sala de aula. Para Mercer (1998), as questões de ordem teórica referem-se à adequação dos conceitos que estão sendo utilizados, como, por exemplo, o de zona de desenvolvimento proximal para explicar os acontecimentos em sala de aula. As de ordem metodológica referem-se à coerência entre os métodos investigativos que estão sendo utilizados e a perspectiva teórica sobre o uso da linguagem. Além disso, permanece o desafio de considerar a pesquisa que se faz sobre a sala de aula também como uma atividade discursiva, ou seja, que o conhecimento aí produzido também o é socialmente produzido (Mercer, 1998).

### **1.3 Objetivos e questão de pesquisa**

No contexto em que se insere esta investigação sobre o discurso em sala de aula e adotando uma perspectiva cognitivista do processo de ensino e aprendizagem, este trabalho pretende contribuir para a compreensão de como as intervenções do professor criam oportunidades para a aprendizagem. Mais especificamente, trata-se da investigação sobre as formas pelas quais as intenções do professor concretizam-se em ações na sala de aula e de como estas têm impacto sobre as oportunidades de aprendizagem para os alunos no contexto de aulas expositivo-participativas.

Assim, este trabalho está orientado por duas questões de pesquisa:

- a) Como a análise da interação professor-aluno em aula expositivo-participativa possibilita que se identifiquem as oportunidades de aprendizagem oferecidas?
- b) Quais as variáveis envolvidas no processo que vai das intenções de ensino às oportunidades de aprendizagem oferecidas?

A essas questões estão relacionados os seguintes objetivos específicos:

a) identificar os elementos do processo de análise da interação que possibilitam verificar as oportunidades de aprendizagem oferecidas;

b) identificar as variáveis que interferem no processo de concretização das intenções de ensino do professor e analisar como essas variáveis interferem nesse processo.

## CAPÍTULO 2:- REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 A aprendizagem de conhecimentos científicos na perspectiva da psicologia sócio-cultural

#### 2.1.1 As relações entre pensamento e linguagem

Para a Psicologia Sócio-cultural, a questão central é compreender a atividade humana mediada pelos signos. Por isso uma das proposições de Vygotsky refere-se à relação entre o pensamento e a linguagem. A raiz desta relação está na origem social de todos os processos psicológicos de ordem superior. Para Vygotsky, todas as funções psicológicas são, antes de tudo, relações sociais. Nas palavras de Luria (1986),

*para explicar as formas mais complexas da vida consciente do homem é imprescindível sair dos limites do organismo, buscar as origens desta vida consciente e do comportamento categorial, não nas profundidades do cérebro ou da alma, mas sim nas condições externas da vida e, em primeiro lugar, da vida social, nas formas histórico - sociais da existência do homem. (ibid, p. 21).*

Se as interações sociais estão na base do desenvolvimento do pensamento, a linguagem é entendida como uma ferramenta do pensamento, como uma forma social de pensar. Vygotsky descreve a linguagem como uma "*ferramenta psicológica, algo que é utilizado para atribuir sentido à experiência*" (Mercer, 1998).

Para Vygotsky, o que caracteriza a linguagem e o pensamento humanos é essa relação, que inexistente em outros animais, mesmo naqueles que apresentam linguagem e pensamento próximos aos humanos (Vygotsky, 1993), como é o caso dos macacos antropóides. Estes animais apresentam uma linguagem que em alguns aspectos assemelha-se à humana: são capazes de produzir sons semelhantes, são capazes de se comunicar com a linguagem e são capazes de exprimir estados emocionais com ela. São também capazes de desenvolver e empregar instrumentos para a resolução de tarefas. No entanto, diferentemente do homem, a linguagem e o pensamento nestes animais não têm conexão entre si, pois a sua linguagem não é simbólica e nem seu pensamento ideacional. Em outras palavras, estes animais não concebem os objetos que não estão ao seu alcance e os signos lingüísticos que usam não se referem a conceitos/ abstrações, apenas a estados emocionais.

Como explica Petrovsky (1980), a linguagem humana permite abstrair propriedades dos objetos e concretizá-las por meio das palavras ou outros signos lingüísticos. É por meio deles que as idéias se fixam, podem ser analisadas e melhor compreendidas. Este mesmo autor,

inclusive, lembra como alguns experimentos psicológicos demonstram que, muitas vezes, é necessária a formulação oral ou escrita dos raciocínios envolvidos na realização de uma tarefa para que ela seja concluída. Quanto mais clara estiver formulada uma idéia, tão mais precisa será a sua expressão em termos de linguagem. E o contrário também é verdadeiro, ou seja, quanto melhor estiver expressa uma idéia, mais clara e compreensível ela é para o sujeito que a enuncia.

Nos seres humanos, os processos de pensamento e de linguagem iniciam-se de forma independente, mas, de maneira geral, por volta dos dois anos de idade se cruzam (Vygotsky, 1993). Até este momento, o desenvolvimento da linguagem é afetivo-volitiva, ou seja, a função da linguagem para a criança é, como nos antropóides, expressar estados emocionais. A partir daí, o desenvolvimento do pensamento torna-se função direta da linguagem.

Com esta compreensão da relação entre o pensamento e a linguagem, Vygotsky estabelece, a partir de dados empíricos, etapas do desenvolvimento do pensamento conceitual. Estas etapas diferenciam-se a partir das diferenças existentes, em cada uma delas, na relação entre a palavra e o que ela significa.

Baseando-se em uma metodologia denominada *método de dupla estimulação funcional*, que procurava reproduzir as características naturais presentes no desenvolvimento de um conceito – a síntese dos traços que o definem e a utilização da palavra para representar esta generalização – Vygotsky demonstra como o desenvolvimento de um conceito é um processo psíquico explicável do ponto de vista do uso da linguagem.

Vygotsky parte da refutação da tese de que a aprendizagem de um conceito se dá apenas pela associação das palavras aos objetos que elas representam. Essa refutação tem base nos experimentos conduzidos por Ach (1921) e Rimat (1925), *apud* Vygotsky (1993), cujos resultados permitiram concluir que:

*(...) a velha idéia segundo a qual o conceito surge por mera associação, graças ao fortalecimento das conexões associativas que compreendem atributos comuns a um conjunto de objetos e à debilitação das associações correspondentes aos traços nos quais diferem esses objetos, não encontrou confirmação experimental (ibid., p. 122)*

*Os experimentos de Ach demonstram que o processo de formação de conceitos tem sempre caráter produtivo e não reprodutivo, que o conceito surge e se forma ao longo de uma complicada operação dirigida à resolução de uma determinada tarefa e que somente a presença de condições externas e de uma vinculação mecânica entre a palavra e os objetos é insuficiente para sua aparição (ibid., p. 122)*

Com estes experimentos, Ach conclui que o desenvolvimento de um conceito, o que significa dizer o desenvolvimento do processo psíquico que leva à formulação de um conceito, depende dos objetivos das atividades que se apresentam ao sujeito. Essas atividades não são necessariamente planejadas intencionalmente com esse fim (o de que o sujeito desenvolva determinado conceito), podem surgir de forma espontânea na interação do sujeito com o mundo (natural e social). Estendendo as conclusões de Ach para o tipo de atividade com a qual se ocupa a escola - tornar um conjunto definido de bens culturais propriedade de seus alunos - a sua importância recai sobre a escolha/ definição das atividades a serem conduzidas, fator determinante do desenvolvimento intelectual de seus alunos:

*São precisamente as tarefas que o entorno social apresenta ao adolescente, as necessidades que cria e valoriza, os objetivos que lhe sugere, o que lhe incita e obriga a dar esse passo decisivo no desenvolvimento de seu pensamento (ibid., p. 133)*

No entanto, embora a finalidade das tarefas seja de suma importância para o desenvolvimento de um conceito, ela não é o fator responsável por este desenvolvimento, pois uma tarefa concluída por adultos (que operam com conceitos) pode ser concluída de forma muito distinta por crianças (as quais não operam com conceitos). A chave para compreensão do processo está no uso das palavras. O desenvolvimento de um conceito, como processo psíquico superior, caracteriza-se pela presença de um elemento mediador da direção deste processo, que é o signo lingüístico, ou seja, antes de ser um símbolo do conceito, a palavra é um meio para sua elaboração. Isso significa dizer que a palavra é um meio de direcionar a atenção, analisar os objetos, abstrair os seus atributos e sintetizá-los (Vygotsky, 1993).

Estas características do processo de desenvolvimento de um conceito permitem diferenciá-lo de um processo associativo da seguinte forma: enquanto estes últimos são constituídos por atividades intelectuais imediatas, a elaboração de conceitos é uma operação mediada por signos (Vygotsky, 1993). Em outras palavras, as operações intelectuais que servem de base ao desenvolvimento de conceitos, como escolha, análise, abstração, generalização e reflexão, são orientadas pela palavra. Aprender o nome de uma pessoa, por exemplo, é um processo associativo: estabelece-se uma relação imediata entre o nome (Cristiane, por exemplo) e o objeto (a pessoa). Quando se está aprendendo o conceito de ser vivo, por exemplo, palavras como crescimento, reprodução e metabolismo orientam a seleção, análise e abstração dos atributos, dentre os tantos que os organismos apresentam, relevantes para a definição do que venha a ser um ser vivo, ou seja, a elaboração do conceito ser vivo é mediada por outros conceitos (reprodução, metabolismo etc.)

Por isso, o estudo de como a palavra é usada no decorrer do desenvolvimento de um conceito, das diferenças qualitativas que ela vai sofrendo ao longo do processo, conduz à compreensão da elaboração de conceito enquanto processo psíquico

Para Vygotsky, o pensamento materializa-se na linguagem não por uma relação de transferência direta e, sim, por meio de relações mais complexas, em um caminho que vai do pensamento ao discurso interno e deste ao externo (oral ou escrito). Neste percurso estabelecem-se relações muito particulares e intrinsecamente relacionadas à função da linguagem em cada uma destas instâncias (interna e externa) (Vygotsky, 1993).

Inicialmente, é preciso diferenciar o discurso externo do discurso interno. Esta diferença não se baseia na simples presença ou ausência do componente fonético, ou seja, do som (ou da escrita). Eles são funcional e estruturalmente diferentes. Funcionalmente se distinguem pelo fato de que o discurso externo é dirigido, sempre, a um outro, enquanto o interno é um discurso para si mesmo. O discurso interno desenvolve-se a partir do discurso externo. Vygotsky identifica o início do desenvolvimento do discurso interno com a fala egocêntrica da criança identificada por Piaget, no entanto, a explica de forma complementemente diferente deste autor. Enquanto para Piaget, a fala egocêntrica da criança é interpretada como um reflexo de seu pensamento egocêntrico, ou seja, da falta de socialização de seu pensamento, Vygotsky a explica como a fala socializada que está se individualizando na criança e que, no decorrer do desenvolvimento, vai diminuindo seu aspecto fonético, mas vai reforçando seus traços estruturais, os quais caracterizam o discurso interno do adulto (Vygotsky, 1993).

São de três categorias as características estruturais do discurso interno: fonética, sintática e semântica. O aspecto fonético diminui gradativamente à medida que o discurso egocêntrico se interioriza; semanticamente, o discurso interno é caracterizado pela predominância do sentido sobre o significado, pela aglutinação de unidades semânticas, pelo influxo de sentido das palavras e por sua natureza idiomática; sintaticamente é um discurso no qual predomina a predicação (Vygotsky, 1993).

Segundo Pauhlan, *apud* Vygotsky (1993), a diferença entre sentido e significado é que o sentido de uma palavra é evocado pelo contexto em que se encontra, sendo, portanto, uma formação instável, enquanto o significado é mais estável, não dependendo necessariamente do contexto. Devido à sua função (para si mesmo), o discurso interno é caracterizado pela abundância de sentido, enquanto o externo (dirigido aos outros) encontra mais restrições. Desta característica semântica do discurso interno derivam as duas outras: a aglutinação de palavras e o influxo de sentidos. Com aglutinação de palavras, Vygotsky refere-se à união de palavras a fim de formar uma expressão que funcionalmente e estruturalmente equivale a uma só palavra.

O influxo de sentidos do discurso interno é o processo inverso, ou seja, a tendência a fundir, numa única palavra, vários sentidos. O conjunto destes sentidos passa a ser expresso por essa única palavra. Conseqüentemente, o discurso interno pode ser denominado como idiomático porque, devido às suas particularidades semânticas, é compreensível apenas para o sujeito que o elabora. Finalmente, a última característica do discurso interno refere-se à sua predicação. Mais uma vez, essa característica está estritamente relacionada à função deste discurso: como é um discurso para si mesmo, o sujeito sempre sabe de quem ou do que ele fala e, portanto, o núcleo do discurso incide sobre o predicado, ou seja, sobre o que se fala a respeito de algo.

Portanto, como os dois discursos – o interno e o externo – são funcional e estruturalmente diferentes, a passagem de um para o outro não é simplesmente uma tradução direta ou uma questão de verbalização, mas uma total reestruturação:

*O discurso externo supõe a transição do pensamento à palavra, é um processo de materialização e objetivação do pensamento. No discurso interno observamos um processo de sentido oposto, um processo que parece dirigir-se de fora para dentro, um processo de evaporação da linguagem transformando-se em pensamento. Mas a linguagem não desaparece em absoluto em sua forma interior. (...). O discurso interno segue sendo, não obstante, linguagem; quer dizer, pensamento relacionado com palavras (Vygotsky, 1993, p. 339)*

Como a palavra não se identifica com o pensamento, há a necessidade de um mediador, que é desempenhado pelo significado. O significado é o mediador – intrasubjetivo - entre o pensamento e a palavra e estas são as mediadoras - intersubjetivas - entre os pensamentos. No entanto, o significado por si só não é suficiente para garantir a compreensão da fala de um interlocutor, pois o pensamento não nasce por si só, ele surge de motivações, de necessidades, as quais, no contexto da comunicação são fundamentais para se compreender os sentidos que estão sendo atribuídos aos signos lingüísticos (Vygotsky, 1993).

### **2.1.2 As diferenças entre conceitos cotidianos e científicos**

Vygotsky aponta diferenças em termos de estrutura e de desenvolvimento entre os conceitos científicos e os cotidianos. O ponto de partida para diferenciá-los é a experiência do sujeito em relação a cada um deles, ou seja, cada um destes tipos de conceitos desenvolve-se a partir de objetivos diferentes e com tarefas/ propósitos diferentes. As tarefas cotidianas caracterizam-se pela necessidade de conhecimentos que resolvam problemas de ordem prática, enquanto as tarefas que caracterizam a atividade científica estão voltadas para a produção de conhecimentos que resolvem problemas de outra natureza, problemas referentes à interpretação/

ordenação dos fenômenos da realidade que até podem vir a serem aplicados, no sentido de resolverem problemas de ordem prática (Vygotsky, 1993).

Às elaborações de conceitos nestas diferentes esferas (a cotidiana e a científica) subjazem distintos processos de generalização. A generalização empírica, própria do desenvolvimento dos conceitos cotidianos, é feita mediante a valorização das características externas dos objetos, enquanto a teórica requer uma análise das condições de construção iniciais de um sistema de categorias (Rubtsov, 1996).

Em outras palavras, enquanto no desenvolvimento dos conceitos cotidianos a relação com o objeto é imediata, nos conceitos científicos a relação é mediada por outros conceitos, em uma rede de conceitos sistematizados, formalizados pelo pensamento abstrato, ou seja, a relação com o concreto se dá no plano abstrato (Vygotsky, 1993). A instrução escolar é, por excelência embora não exclusivamente, o meio pelo qual se dá a aprendizagem ou a apropriação dos conceitos científicos e caracteriza-se principalmente pela definição verbal primária dos conceitos, o que não ocorre com os conceitos cotidianos, os quais são usados, via de regra, sem que sejam definidos formalmente.

A distinção fundamental entre o conceito científico e o cotidiano/ espontâneo é, portanto, a inserção do primeiro em um sistema de conceitos, ou seja, em uma rede de conceitos formalizada em um plano de relações abstratas. Essas relações são denominadas por Vygotsky de relações de comunalidade. Essas relações referem-se às semelhanças, diferenças e graus de hierarquia entre os conceitos. Vygotsky utiliza a metáfora das coordenadas geográficas no globo terrestre para explicar como compreende o sistema de conceitos. Cada ponto da superfície terrestre é determinado por sua posição em relação aos paralelos e meridianos. No sistema de conceitos, cada conceito pode ser descrito a partir de sua relação com: o grau de abstração e a abrangência em relação à realidade concreta. Vygotsky compara o grau de abstração com a longitude das coordenadas geográficas e o define como o grau em que o conceito distancia-se da realidade concreta da qual surgiu. A abrangência em relação à realidade é comparada com a latitude das coordenadas geográficas e é definida como a relação entre o conceito e os objetos concretos que designa:



*(...) a longitude do conceito caracterizará, portanto, em primeiro lugar a natureza do próprio ato de pensamento, do próprio abarcamento dos objetos nos conceitos, desde o ponto de vista da unidade do concreto e do abstrato encerrada nele. A latitude do conceito caracterizará, em primeiro lugar, a relação deste até o objeto, ao ponto de aplicação do conceito a um determinado ponto da realidade. (Vygotsky, 1993, p. 264)*

A estrutura de comunalidade determina quais as operações intelectuais que o sujeito é capaz de realizar com os conceitos que possui. Em outras palavras, a medida de comunalidade determina a relação do sujeito com o objeto. À medida que se desenvolvem as relações de comunalidade, o conceito torna-se mais e mais independente da palavra, da expressão verbal, o que dá maior liberdade, maior flexibilidade no uso dos conceitos. É esse desenvolvimento da estrutura de comunalidade que leva ao domínio e à consciência do conceito, ampliando as possibilidades de seu uso em diferentes contextos (Vygotsky, 1993).

Essa diferença entre os conceitos científicos e cotidianos conduz à diferença entre eles em relação ao domínio da consciência e voluntariedade, que ocorre antes em relação aos conceitos científicos que em relação aos cotidianos (Vygotsky, 1993). Isso foi comprovado em dados empíricos por Vygotsky e pode ser verificado concretamente, por exemplo, nas situações em que uma criança, em idade escolar, é capaz de definir verbalmente um conceito científico, embora tenha dificuldade de aplicá-lo em situações concretas; enquanto com o conceito cotidiano, embora tenha dificuldade de verbalizá-lo, utiliza-o com facilidade nas situações concretas.

No entanto, a aprendizagem dos conceitos científicos interfere no domínio da consciência e voluntariedade dos conceitos cotidianos, o que também foi verificado por Vygotsky experimentalmente. Ou seja, o domínio dos conceitos científicos permite uma reestruturação dos conceitos cotidianos, fazendo com que se elevem ao nível dos científicos (Vygotsky, 1993). Por isso é possível afirmar que o ensino formal pode incidir sobre o desenvolvimento intelectual, aumentando os níveis de consciência e voluntariedade dos conceitos cotidianos.

*Temos falado que a tomada de consciência dos conceitos se efetua através da formação de um sistema, fundado em determinadas relações de comunalidade entre os conceitos, e que a tomada de consciência destes leva à sua voluntariedade. Mas, devido a sua própria natureza, os conceitos científicos pressupõem um sistema. Os conceitos científicos são a porta através da qual penetra a tomada de consciência no reino dos conceitos infantis (Vygotsky, 1993, p. 217)*

### 2.1.3 A relação entre a aprendizagem e o desenvolvimento intelectual

O papel dos conceitos científicos no desenvolvimento da tomada de consciência e voluntariedade das funções psíquicas tem a sua máxima expressão nas relações que existem entre a aprendizagem e o desenvolvimento intelectual.

Vygotsky (1993) descreve as relações entre a aprendizagem e o desenvolvimento a partir de quatro pontos fundamentais.

O primeiro deles pode ser assim enunciado: a aprendizagem de uma disciplina qualquer apóia-se em processos psíquicos imaturos, os quais amadurecem ao longo do processo de aprendizagem. Discordando de Piaget, para quem a aprendizagem estava condicionada ao desenvolvimento de determinadas estruturas mentais, Vygotsky, apoiando-se em dados empíricos, afirma que os alunos, no início da aprendizagem de uma determinada disciplina não possuem desenvolvidas as funções psíquicas que fundamentam aquela disciplina (Vygotsky, 1993). Pelo contrário, estas se desenvolvem ao longo da aprendizagem. O próprio Vygotsky explica essa afirmação tomando como exemplo a aprendizagem da linguagem escrita, contrapondo-a a da linguagem oral. Estas se diferenciam em relação à espontaneidade, voluntariedade e consciência. Enquanto a linguagem oral é espontânea, involuntária e não consciente, a escrita é não espontânea, voluntária e consciente. No início da aprendizagem da linguagem escrita, os alunos não apresentam desenvolvidas as funções psicológicas que permitem a abstração e a simbolização dos signos orais em signos escritos, mas é no decorrer do processo de aprendizagem que estas funções amadurecem.

O segundo ponto, decorrente do primeiro, refere-se à relação temporal entre a aprendizagem e o desenvolvimento. Para Vygotsky, a aprendizagem antecipa-se ao desenvolvimento, pois propicia as condições necessárias ao amadurecimento das funções psíquicas (Vygotsky, 1993). Neste ponto, assim como no primeiro, Vygotsky opõe-se a autores como Piaget, para quem a aprendizagem está condicionada ao desenvolvimento de determinadas estruturas mentais, e a autores que identificam estes dois processos como se fossem um só. Vygotsky considera os dois processos como dependentes um em relação ao outro: o grau de desenvolvimento intelectual condiciona o tipo de aprendizagem e esta pode fazer avançar o desenvolvimento. Isto porque a aprendizagem é entendida como a aquisição de estruturas cognitivas que podem ser estendidas a outras situações fora daquelas nas quais foram aprendidas e é isso o que permite afirmar que a aprendizagem acelera o desenvolvimento (Vygotsky, 1993).

O terceiro ponto é a afirmação de que as distintas disciplinas escolares atuam reciprocamente durante o desenvolvimento do aluno, pois há uma semelhança no aspecto formal entre todas as disciplinas escolares (Vygotsky, 1993). Isso corresponde à existência de uma disciplina formal que permeia todas as disciplinas. Isso significa que as estruturas mentais que se desenvolvem no aprendizado de determinada disciplina podem ser estendidas a outras porque existe uma base psíquica comum a todas as disciplinas que corresponde à intelectualização do pensamento, ou seja, o desenvolvimento da consciência e da voluntariedade. Essa base psíquica comum permite o desenvolvimento de funções como a atenção voluntária, a memória lógica, o pensamento abstrato e a imaginação científica de uma forma integral a partir das diversas disciplinas (Vygotsky, 1993).

Um quarto e último ponto diz respeito à resposta que Vygotsky oferece à questão: se a aprendizagem antecede o desenvolvimento, sobre qual nível de desenvolvimento deve atuar o ensino? De acordo com uma perspectiva que coloca o desenvolvimento como anterior à aprendizagem, o ensino deve pautar-se nas funções psicológicas já amadurecidas, ou seja, deve-se colocar o aluno diante de situações possíveis de serem enfrentadas no seu atual nível de maturidade intelectual. Para Vygotsky (1993), o ensino deve atuar no sentido de criar condições para que o aluno supere este nível de desenvolvimento, fazendo-o avançar. No entanto, existe um nível máximo ao qual o aluno pode chegar em determinado momento e em relação à determinada tarefa. Esse limite é individual e é definido pelo que Vygotsky denomina de zona de desenvolvimento proximal, que é:

*a diferença entre a idade mental ou o nível de desenvolvimento atual, que se determina com ajuda das tarefas resolvidas de forma independente, e o nível que alcança a criança ao resolver as tarefas, não por sua conta, mas em colaboração. (Vygotsky, 1993, p. 239)*

Em outras palavras, a zona de desenvolvimento proximal é a diferença entre o que o sujeito é capaz de fazer autonomamente e o que é capaz de fazer com a ajuda de alguém com maior experiência do que ele na execução daquela tarefa.

Segundo Vygotsky, a zona de desenvolvimento proximal é a melhor forma de determinar quais as potencialidades de aprendizagem de um sujeito, ao invés de fazê-lo por meio da determinação de seu estado atual de desenvolvimento (à época em que Vygotsky desenvolveu seus trabalhos e durante muito tempo, feito por meio de testes intelectuais padronizados).

Entendendo desta forma a relação entre a aprendizagem e o desenvolvimento, o ensino só é efetivo quando se adianta ao desenvolvimento, em outras palavras, quando atua dentro da

zona de desenvolvimento proximal. Isto quer dizer que o processo de ensino deve criar oportunidades para que as estruturas que se acham em estado de maturação possam se desenvolver.

## **2.2 Análise das funções da fala do professor em atividades de ensino e de aprendizagem**

### **2.2.1 Formas de descrição das funções da fala do professor**

A literatura sobre a função da fala do professor no processo de apropriação de conhecimentos pelos alunos descreve alguns padrões de intervenção pedagógica mais freqüentemente utilizados pelos professores, os quais apresentam uma variedade de estratégias que vão desde as mais autoritárias (exposição direta) até as mais dialógicas. Em sua revisão, Scott (1998) relaciona algumas das formas, obtidas empiricamente, de descrever as intervenções do professor em sala de aula por meio de sua fala. Estas distintas formas de descrição das intervenções do professor baseiam-se em critérios distintos, mas identificam padrões semelhantes de comportamento interativo do professor.

Uma destas descrições é a feita por Edwards e Mercer (1987), *apud* Scott (1998), com foco nas relações entre os conteúdos temáticos das lições e as atividades práticas e discursivas por meio das quais estas lições são desenvolvidas. Estes autores identificaram seis tipos de intervenção, diferenciados segundo o nível de diretividade ou controle pelo professor. Estas categorias de intervenção são:

- Obtenção de contribuições dos alunos: caracterizada pela estrutura IRA de Sinclair e Coulthard (1975), *apud* Scott (1998).
- Destaque a conhecimento significativo: caracterizada por repetições, entonação ou expressão usada pelo professor para dar relevância a um determinado conhecimento.
- Obtenção induzida de colaborações dos alunos: também caracterizada pela interação IRA, com a diferença de que o professor, neste tipo de intervenção, oferece dicas aos alunos para as respostas às questões propostas.
- Paráfrases das contribuições dos alunos.
- Recapitulações: o professor redefine as respostas dos alunos de forma que se aproximem dos significados que foram planejados por ele.

- Exposição direta: pouca ou nenhuma contribuição é solicitada ou oferecida pelos alunos.

Outra descrição é a de Lemke (1990), *apud* Scott (1998), que, diferentemente de Edwards e Mercer, direcionou sua atenção para a forma pela qual os professores usam a linguagem para melhorar o que ele denomina de “padrão temático”<sup>3</sup> dos alunos, identificando as estratégias utilizadas pelos professores. Este autor descreve as intervenções do professor a partir do que denomina de ‘estratégias de desenvolvimento temático’. As estratégias de desenvolvimento temático são as estratégias usadas pelos professores para melhorar o padrão temático dos alunos, ou seja, aproximar as relações de significado construídas por este das que são corretas do ponto de vista científico. Estas estratégias estão divididas em dois grupos: as dialogadas e as monologadas.

Dentre as dialogadas estão:

1. Série de questões do professor: série de questões propostas pelo professor e estritamente relacionadas ao tema. A interação é do tipo IRA. Lemke (*ibid.*) considera que este tipo de intervenção é, na verdade, uma forma de exposição do conteúdo, pois não considera as elaborações dos alunos. Há relações claras com o que é denominado por Edwards e Mercer (*ibid.*) de “Obtenção induzida de colaborações dos alunos”. Lemke (*ibid.*) destaca dois tipos de intervenção do professor quando os alunos, neste tipo de interação, não respondem de forma correta: seleção e modificação das respostas dos alunos para amoldá-las a um padrão temático e reelaboração da resposta do aluno pelo professor de modo a situá-la em um diferente contexto temático (mudando seu significado).
2. Construção conjunta: o padrão temático almejado pelo professor é construído conjuntamente pelas contribuições de alunos e professor.

As estratégias que Lemke (*ibid.*) considera monologadas são:

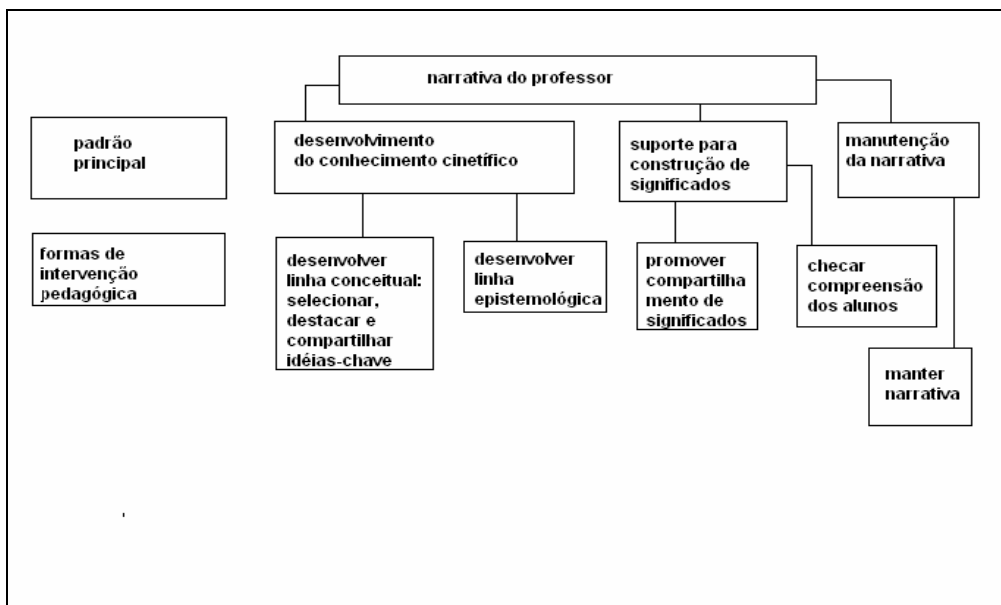
---

<sup>3</sup> Por padrão temático o autor entende as relações de significado do conteúdo científico

1. Exposição lógica: estabelecimento de conexões lógicas entre itens do tema e relações semânticas
2. Narrativa: estabelecimento de relações causais ou cronológicas entre eventos e ações.
3. Resumo seletivo: apresentação dos principais itens do conteúdo, contendo apenas os elementos e relações selecionados como os mais relevantes.
4. Definição de planos de relevância: apresentação de um resumo, marcando explicitamente alguns elementos como os mais importantes e deixando implícito que outros são secundários.

O próprio Scott desenvolveu o conceito de narrativa do professor (Scott, 1997b *apud* Scott, 1998) para descrever as intervenções do professor em sala de aula. Este conceito procura contemplar as intervenções docentes a partir da seguinte perspectiva: o papel do professor em sala de aula é o de conduzir os alunos desde suas concepções a respeito do conteúdo até o ponto de vista científico que é objetivo de ensino. Para ‘percorrer’ este processo, Scott (*ibid.*) considera que a narrativa do professor inclui três principais linhas de intervenção: desenvolver o conhecimento científico, oferecer suporte para a construção de significado pelos alunos e manter a narrativa. Cada um destas linhas apresenta formas de intervenção pedagógica distintas, como demonstrado no quadro 1.

Quadro 1: os elementos da narrativa do professor segundo Scott (1998, p. 56)



"Desenvolver os conceitos científicos" inclui duas formas de intervenções voltadas para a disponibilização dos conhecimentos em um plano interpsicológico, ou seja, no plano do discurso: conceitual e epistemologicamente. Para apresentar os conceitos, as intervenções do professor procuram construir, selecionar e dar distinção a idéias chave. Para referir-se aos aspectos epistemológicos do conhecimento científico – o que, aliás, destaca Scott (*ibid.*), é pouco freqüente nas aulas – as intervenções do professor estão voltadas a introduzir os alunos nos aspectos da natureza do conhecimento científico, como a sua generalização, por exemplo. Para oferecer suporte aos alunos na construção de significados, os professores usam duas formas de intervenção: promovem o compartilhamento de significados e verificam os significados que os alunos estão construindo, o que se constitui em um momento particularmente importante para a proposição de perguntas aos alunos. Para manter a narrativa, o professor faz intervenções para estabelecer linhas de continuidade no discurso. Isto é feito mediante: a colocação dos objetivos ou propósitos de cada parte da narrativa; antecipação de possíveis resultados; revisão do progresso da narrativa; estabelecimento do foco da discussão; estabelecimento de relações entre distintas partes da narrativa (Scott, *ibid.*).

Este conjunto de descrições das intervenções do professor refere-se às formas de tornar o conhecimento científico compreensível aos alunos, considerando que, em sala de aula, o professor faz intervenções com outros objetivos além deste (Scott, *ibid.*).

Para Scott (*ibid.*), as intervenções do professor também podem ser analisadas em termos do conceito de 'scaffolding'. Este conceito foi desdobrado por Mercer, 1995, *apud* Scott (*ibid.*), no que ele denomina de '*responsiveness*'<sup>4</sup> do professor, algo que poderia ser traduzido como a capacidade do professor de oferecer/ apresentar uma resposta diante de uma situação em que o aluno precisa de sua assistência para atingir os objetivos de aprendizagem propostos. Esta noção de '*responsiveness*' foi, mais tarde, desmembrada em três componentes por Scott (1997b), *apud* Scott (1998.): monitoramento, análise e assistência. Em outras palavras, as intervenções do professor em termos de '*responsiveness*' movem-se ao redor destes três elementos: monitorar a performance apresentada pelos alunos em relação à determinada tarefa; analisar as diferenças

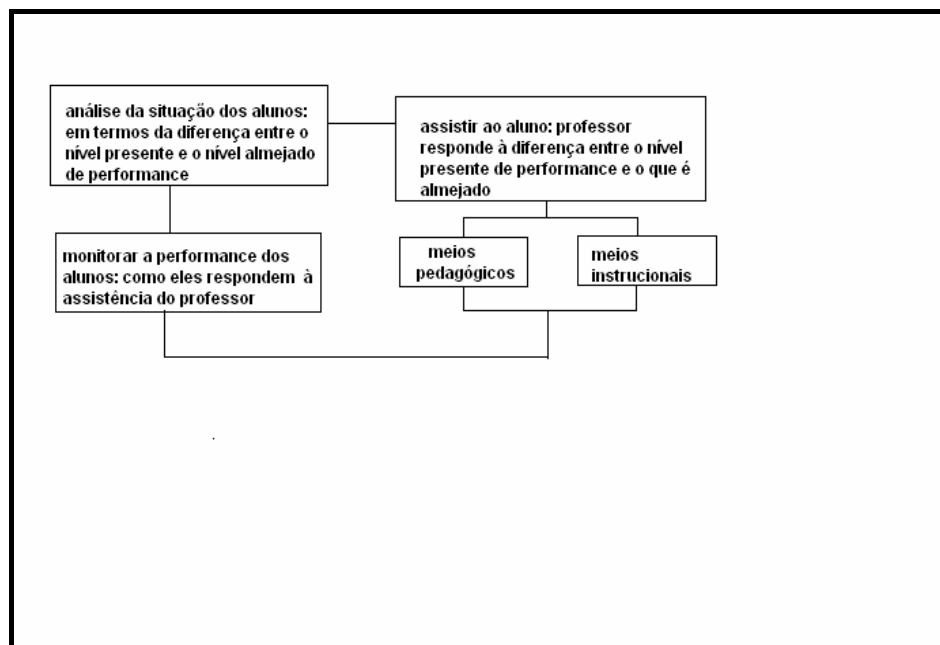
---

<sup>4</sup> O termo em Inglês "responsiveness" não tem equivalente em Português

entre as performances apresentadas pelos alunos e as necessárias para a execução da tarefa; responder às diferenças entre as performances apresentadas e as necessárias com intervenções que ajudem os alunos a atingir os objetivos da tarefa. Nestas intervenções, o professor pode empregar meios instrucionais ou pedagógicos, definidos, respectivamente, como as intervenções planejadas pelo professor antes da instrução (ensino) e as que surgem espontaneamente em reação à performance apresentada pelos alunos (Scott, *idib.*).

No quadro 2, a seguir, é apresentado o que o autor denomina de ciclo de 'responsiveness', incluindo seus elementos constitutivos e suas relações com os meios instrucionais e pedagógicos.

Quadro 2: Ciclo de 'responsiveness' (Scott, 1998, p. 56)



Quanto às potencialidades do conceito de 'scaffolding' para descrever/ analisar as intervenções do professor no plano interpsicológico, Scott (*ibid.*) considera que há limitações, uma vez que o conceito foi desenvolvido a partir de situações de interação diádica e a maior parte dos trabalhos que se ocuparam desta questão envolvem o professor trabalhando com um aluno individualmente ou com pares de alunos (Mercer, 1995; Cazden, 1988, *apud* Scott, 1998). Conforme já indicado na introdução deste trabalho, o conceito de 'scaffolding' foi desenvolvido por Wood, Bruner e Ross (1976), *apud* Scott (1998), para referir-se ao apoio (andaime) que o professor oferece ao aluno para a realização de uma tarefa. Este conceito tem relação com a proposição de Vygotsky sobre a zona de desenvolvimento proximal do aluno.



Na sala de aula, interagindo com vários alunos ao mesmo tempo, a maior parte das intervenções do professor identificadas nos trabalhos empíricos referem-se a situações em que o professor tenta tornar disponível, no plano interpsicológico, os conceitos e relações construídas pela ciência, com poucas intervenções que podem ser consideradas em termos do conceito de 'scaffolding' (Scott, *ibid.*).

Como o foco deste trabalho incide sobre as intervenções do professor por meio de perguntas aos alunos e de suas reações às respostas obtidas, consideramos que é possível analisá-las a partir do conceito de *responsiveness*. Estes tipos de intervenção podem ser categorizadas dentro do padrão que Scott (*ibid.*) denomina de “suporte para a construção de significados” quando têm como objetivos verificar os significados que estão sendo elaborados pelos alunos e /ou auxiliá-los na construção dos significados pretendidos<sup>5</sup>. Estas intervenções podem ser analisadas a partir do conceito de *responsiveness* porque têm objetivos diretamente relacionados à apropriação no plano intrapsicológico - e, portanto, em um plano que é subjetivo, individual. Embora não seja possível ao professor interagir com as elaborações de cada aluno, no momento em que faz perguntas e interage com as respostas obtidas está lidando com elaborações individuais. Por esse motivo, apesar de suas limitações para a análise do tipo de interação que é objeto deste trabalho, consideramos que o conceito de *responsiveness* pode ser uma ferramenta teórica adequada ao objetivo de analisar a performance do professor no que se refere às oportunidades de aprendizagem que cria por meio de suas perguntas e reações às respostas dos alunos em aulas expositivo-participativas.

Em síntese, de todas as descrições das intervenções docentes apresentadas neste capítulo, consideramos a proposta por Scott (1997b), *apud* Scott (1998), a mais abrangente, pois, diferentemente das demais, não se detém apenas no aspecto da diretividade do professor e nem na predominância da função discursiva. No entanto, é possível perceber que, embora com critérios distintos, as diferentes descrições apresentam categorias de intervenções do professor bastante semelhantes. Por isso, em nossa análise, embora privilegiemos a descrição de Scott (*ibid.*), referir-nos-emos também às descrições de Edwrad e Mercer (*ibid.*) e de Lemke (*ibid.*)

---

<sup>5</sup> Consideramos que na sala de aula o professor pode fazer perguntas com outros objetivos além destes. Inclusive o próprio Scott (*ibid.*) lembra que uma intervenção do professor pode servir, a mais de um objetivo

quando julgarmos mais adequado ou mais esclarecedor em relação ao aspecto da intervenção que pretendemos ressaltar.

### **2.2.2 A fala em sala de aula e as oportunidades de aprendizagem**

Se considerarmos que a relação estabelecida pelo aluno com o conhecimento é, em grande medida, dependente das oportunidades oferecidas pelo ensino, concordaremos com Edwards (1997) que esta relação estabelece-se a partir das formas concretas que o conhecimento adquire na realidade da aula.

Embora no planejamento seja freqüente que os professores refiram-se a objetivos de ensino que não se restrinjam à memorização de conhecimentos, mas também ao desenvolvimento de habilidades de raciocínio, de tratamento de informações, estas intenções adquirem forma concreta na interação que se estabelece entre aluno-professor-conhecimento contextualizada em sala de aula.

Segundo Edwards (1997), o conhecimento escolar é entendido como aquele que se concretiza na realidade da aula a partir da apropriação que dele se faz. Neste sentido, não apenas o conteúdo faz parte do conhecimento, mas também a forma pela qual é transmitido e apropriado. Forma de conhecimento é, para esta autora, a forma por meio da qual o conhecimento adquire existência social e material. Na constituição desta forma, confluem a lógica do conteúdo e a lógica da interação. A lógica do conteúdo refere-se aos pressupostos epistemológicos a partir dos quais tal conteúdo foi formalizado: nível de abstração, grau de formalização, pretensão de cientificidade e estrutura e delimitação do conhecimento. A lógica da interação refere-se às formas pelas quais os sujeitos escolares dirigem-se uns aos outros: o uso de perguntas, tipo de respostas consideradas válidas e recursos empregados pelos sujeitos para participar do discurso que se estabelece, entre outros.

A relação com o conhecimento é entendida por esta autora como a posição que o sujeito adota diante do conhecimento. Essa posição é construída na relação, ou seja, é influenciada pelas oportunidades de relação que o professor apresenta e também pela maneira como o aluno se coloca na situação (Edwards, 1997).

Para descrever a relação dos sujeitos com o conhecimento escolar, esta autora identificou três formas distintas de conhecimento às quais correspondem três formas distintas de relação com o conhecimento. Estas formas de conhecimento são: tópico, como operação e situacional.

O conhecimento tópico caracteriza-se

*pela identificação tópica da realidade (...) esse tipo de pensamento produz uma configuração do conteúdo cujos elementos são dados que estabelecem apenas uma relação de contigüidade e que se apresentam antes através de termos que de conceitos (Edwards, 1997, p. 73).*

A relação com o conhecimento tópico é uma relação de exterioridade ou alheia ao sujeito. A interação estabelece-se a partir das questões colocadas pelo professor que, comumente, têm uma resposta única. As elaborações pessoais dos alunos não têm espaço para se manifestar e “*saber significa lembrar de modo exato*”. (Edwards, 1997, p. 106). O papel do professor neste tipo de relação é fazer as perguntas, corrigir as respostas, garantir a atenção e garantir que o assunto seja dito, o que, muitas vezes se manifesta através de muitas repetições. Os alunos, para participar, orientam-se pelas pistas do professor.

Como exemplo desta forma de conhecimento e de relação com o conhecimento, a própria autora cita uma aula de Ciências na qual um professor solicita dos alunos que memorizem a seqüência dos órgãos no aparelho digestivo humano ao longo do percurso do alimento desde que é ingerido. Ali, o conhecimento é simplesmente uma denominação para um determinado lugar e o que deve ser aprendido é simplesmente uma seqüência de nomes.

O conhecimento como operação é uma forma de conhecimento na qual se opera com o conhecimento dentro de uma estrutura. Frequentemente, manifesta-se como a aplicação do conhecimento em uma rede de relações estabelecidas, baseada no pensamento dedutivo. A relação com o conhecimento como operação também, apesar de sua pretensa intenção de racionalidade, é de exterioridade, pois o sujeito deve saber usar o conhecimento como uma operação, independente do conteúdo, dentro de uma estrutura lógica definida por relações abstratas entre os elementos do conteúdo. Quando os alunos não dominam essas relações abstratas que a operação com o conhecimento demanda, apelam para que o professor forneça as pistas, assim como na relação com o conhecimento tópico. Um exemplo apontado por Edwards (1997) e, de certa forma, freqüente em aulas de Matemática, refere-se às situações nas quais o professor explica a resolução de um determinado problema e, em seguida, solicita que os alunos resolvam problemas semelhantes, que normalmente diferenciam-se apenas pelo conteúdo temático. Algumas vezes, a lógica intrínseca à resolução do problema não é apreendida pelos alunos e, por isso, quando diante de outros conteúdos temáticos estes alunos não são capazes de resolver os problemas, solicitando a ajuda do professor a qual, geralmente, se manifesta na forma de pistas, dando a impressão de que os alunos estão resolvendo os problemas com certa autonomia, o que, não ocorre, necessariamente (Edwards, 1997).

O conhecimento situacional tem um significado elaborado a partir do sujeito e “*estrutura-se antes em torno do interesse de conhecer uma situação*” (Edwards, 1997, p. 98). A relação com o conhecimento situacional exige do sujeito que faça uso de suas elaborações e, portanto, implica em uma relação de interioridade, com significados a partir do sujeito. O conhecimento é relativizado, sem a pretensão de se constituir em uma verdade inquestionável. Para exemplificar esta forma de conhecimento, a autora relata uma aula na qual o professor solicita dos alunos suas compreensões dos termos linguagem formal e linguagem coloquial. Nesta situação, os alunos explicam com suas palavras, inclusive dando exemplos, o que entendem significar estas distintas formas de linguagem. Ali, o que o professor está considerando como conhecimento é o significado atribuído pelos alunos a estes termos, não estando preocupado com uma memorização das definições que constam do livro didático.

Como já referido, estas distintas formas de relação com o conhecimento, além de dependerem da estrutura do conteúdo (lógica do conteúdo), são também oportunizadas pelo tipo de lógica que predomina na interação, como ressalta a própria autora. Portanto, a estrutura de uma atividade de ensino e aprendizagem não responde, sozinha, pelas oportunidades de aprendizagem que oferecem. A fala que se estabelece no desenvolvimento das atividades também é responsável por essas oportunidades.

Para alguns autores, a análise da fala em atividades de ensino e de aprendizagem é mais importante do que a análise da estrutura da atividade, quando o objetivo é compreender a relação entre os processos de ensino e de aprendizagem (Scott, 1998).

Leach e Scott (2002), por exemplo, argumentam a favor de uma mudança de foco nas pesquisas voltadas ao delineamento e avaliação de seqüências de ensino. Em seu trabalho, afirmam que a maior parte das investigações ocupa-se de uma análise dos constituintes das atividades que são propostas aos alunos e da estrutura do conteúdo nestas atividades. Para eles, a questão central para se compreender como as atividades podem incidir sobre a aprendizagem dos alunos repousa em como o professor atua como mediador entre as atividades e os alunos.

Essa proposta segue autores como Lemke (1990), Sutton (1996) e Solomon (1994), *apud* Sott (1998), os quais têm defendido a tese de que aprender Ciência é aprender a falar Ciência, aprender a fazer parte de uma comunidade (a científica), tendo domínio das formas pelas quais essa comunidade pensa e se expressa e que, portanto, o papel central do professor é tornar essa linguagem disponível aos alunos e auxiliá-los a dela se apropriarem.

Estes autores partem das diferenças estabelecidas por Vygotsky entre os conceitos espontâneos/ cotidianos e os científicos. Como os conceitos científicos não são entidades disponíveis no mundo material e apreendidas por meio dos sentidos e, sim, construções

elaboradas em um plano abstrato e situadas em um sistema de relações com outros conceitos, eles existem apenas nas práticas de linguagem e de pensamento características da Ciência (Leach & Scott, 2002).

Estabelecendo também relações entre formas particulares de pensamento e de linguagem, Mercer (1996) sugere que o tipo de discurso estimulado em sala de aula pode ter efeitos positivos sobre o desenvolvimento do raciocínio dos alunos. Embora este autor esteja se referindo às situações de interação entre alunos na resolução conjunta de uma tarefa, consideramos que estas relações podem ser atribuídos à situação de interação professor-alunos, desde que esta seja considerada a partir dos princípios enunciados por este autor:

*formas particulares de falar permitem certas formas de pensamento;  
formas particulares de pensamento são desenvolvidas em tipos particulares de relações colaborativas;  
relações colaborativas são 'delineadas' por definições da situação baseadas culturalmente. (Mercer, 1996, p. 369)*

Em outras palavras, o raciocínio é entendido como uma forma de prática social (Resnick et al, 1993, *apud* Wegerif et al, 1999), o que implica admitir que sua aprendizagem seja induzida por meio de práticas sociais nas quais se requer raciocínio, o que é convergente com as proposições de Vygotsky (1993) e de Petrovsky (1980) sobre as origens sociais do pensamento.

Que práticas sociais seriam essas?

Davis (1989), confrontando os diferentes sentidos com os quais o termo interação foi, e talvez ainda seja, empregado na área educacional, define o tipo de interação à qual pode ser atribuído um valor no desenvolvimento do pensamento a partir de elementos como: explicitação de significados, expansão de conhecimentos e negociação de significados.

Estes mesmos elementos estão presentes na caracterização que Mercer (1996) e Wegeriff *et al.* (1999) fazem do tipo de interação que consideram privilegiar uma forma social de pensar. Para estes autores, a interação deve apresentar determinadas características para que se possa considerar que tenha efeitos sobre o desenvolvimento do raciocínio, quais sejam:

- os participantes devem apresentar suas idéias de forma clara e explícita para que possam ser compartilhadas por todos e apreciadas conjuntamente;
- os participantes devem raciocinar de forma conjunta: os problemas analisados conjuntamente, possibilidades de resolução comparadas e decisões tomadas em conjunto.

Mercer (1996) considera que algumas condições precisam ser criadas pela tarefa para que ocorra este tipo de fala entre os alunos:

- a fala deve ser necessária para a realização da tarefa;
- a cooperação e não a competição deve ser estimulada;
- os participantes devem ter uma compreensão compartilhada da tarefa.

Em sua análise de interações entre alunos do ensino primário na Inglaterra, em situações nas quais a interação era necessária para a conclusão de tarefas propostas em um software, este autor identificou três tipos de falas entre os alunos. Estas categorias, como explica o autor, são empíricas e não esgotam todas as possibilidades de interação entre os alunos em uma atividade conjunta, mesmo porque a realidade concreta da atividade vai ser sempre resistente a uma categorização, mas podem ser considerados ‘embriões’ de modelos de três distintas formas de pensar. Os conceitos das três formas de interação entre os alunos podem ajudar a compreender se a fala é usada pelas pessoas para pensarem conjuntamente.

Essas formas são:

1. “*disputational talk*”: caracterizada pelo desacordo e tomada individual de decisões; predominância de asserções e contra-asserções.
2. “*cumulative talk*” – os participantes buscam construir um conhecimento comum por meio da acumulação de falas, sem crítica. Predominam as repetições, confirmações e elaborações.
3. “*exploratory talk*” – os participantes estão engajados de forma crítica, mas construtiva, ou seja, em cooperação. Avaliações e sugestões são oferecidas para apreciação conjunta.

Segundo este autor, as características do tipo de fala que ele denomina de ‘exploratória’ a aproximam do que pode ser considerado como raciocínio enquanto prática social. O discurso que caracteriza este tipo de fala é denominado por Van Zee & Minstrell (1997), *apud* Scott (1998), como discurso reflexivo. Estes autores consideram que um discurso é reflexivo quando se evidencia na interação um interesse de todos pela compreensão dos sentidos que estão sendo atribuídos, incluindo um esforço conjunto para que estes sentidos sejam explicitados. Portanto, um discurso que privilegia a negociação de significados.

A hipótese presente no trabalho de Mercer – de que a fala exploratória pode ter resultados positivos sobre o desenvolvimento do raciocínio – é confirmada pelo trabalho de Wegerif *et al.* (1999). Em uma investigação que relacionou a análise qualitativa do discurso entre alunos e o desempenho dos mesmos na resolução de problemas em teste psicológico de raciocínio não-verbal padronizado (Raven's Progressive Matrices) - em grupo e individualmente

- os autores apontaram relações positivas entre o tipo de discurso aprendido em sala de aula e o desempenho no teste, ou seja, os alunos que foram instruídos a trabalhar conjuntamente por meio do discurso exploratório obtiveram, individualmente e em grupo, melhor desempenho no teste. Neste trabalho, os autores acrescentam, às identificadas por Mercer (1996), as seguintes características pragmáticas da fala exploratória:

- grupo tem a responsabilidade sobre as decisões;
- razões são esperadas;
- mudanças são aceitas;
- todos no grupo são encorajados a falar para os outros membros.

Identificamos essa forma de discurso – exploratória ou reflexiva – com a forma de relação com o conhecimento situacional proposta por Edwards (1997), pois as características deste tipo de fala, nas quais as elaborações dos sujeitos são colocadas em pauta, implica em uma relação de interioridade entre o sujeito e o conteúdo.

Estas características pragmáticas do discurso são definidas na interação e o professor tem uma responsabilidade sobre a definição dos tipos de interações que terão lugar em sala de aula devido ao papel que representa como aquele que organiza/ oportuniza as relações entre os alunos e os conteúdos escolares. Nas práticas de ensino em que o professor estimula a participação dos alunos no discurso, essa definição de estrutura de participação materializa-se nos tipos de intervenções que o professor faz para promover a interação. No entanto, estimular a participação dos alunos, ou a interação com os alunos, não garante, por si só, a presença das características apontadas na literatura para que o discurso propicie a negociação de significados.

É preciso identificar características nas intervenções do professor que permitam avaliá-las do ponto de vista das oportunidades para estabelecimento de uma relação de interioridade com o conteúdo.

Uma destas características refere-se à função discursiva que prevalece na interação, se a autoritária, se a dialógica, e a sua relação com a aprendizagem. Na revisão feita por Scott (1998) sobre a investigação - na perspectiva sociocultural - das relações entre o discurso orientado pelo professor e a construção de significados em aulas de Ciências, o autor apresenta os traços (características empíricas) que diferenciam essas duas funções discursivas. Enquanto o discurso autoritário considera que a palavra tem significado fixo, o discurso dialógico considera que à palavra podem ser atribuídos distintos significados. O que se busca em um discurso dialógico é a negociação de significados por meio da persuasão e não da imposição, diferentemente do discurso autoritário. A definição da função discursiva que prevalece no discurso em sala de aula, de um modo geral, se dá em torno da legitimação ou não das ações dos alunos pelo professor. Como aponta Candela (1998), o professor legitima as ações dos alunos ao aprovar ou considerar suas intervenções. Ao contrário, quando o professor ignora as contribuições dos alunos, repete



perguntas que já foram respondidas, não retorna dúvidas e não resolve conflitos e mal-entendidos que surgem, não está legitimando as ações dos alunos.

Para a identificação do tipo de função discursiva que prevalece no discurso, Scott (1997b), *apud* Scott (1998), sugere uma caracterização da interação de acordo com: os traços gerais do discurso, a natureza das elocuições do professor e a natureza das elocuições dos alunos. Uma síntese dessa caracterização é apresentada no quadro 3, a seguir.

Quadro 3: Função Discursiva – quadro síntese elaborado pela autora a partir de Scott (1998), p. 66-67.

| traços gerais do discurso  |   |
|--|---|
| discurso autoritário   | discurso dialógico  |
| focado principalmente na voz que transmite informação  | envolve várias vozes  |
| Fechado: novas vozes (idéias) não são aceitas, a menos que dêem suporte à mensagem que está sendo transmitida pelo professor | aberto: novas vozes (idéias) contribuem com o ato de desenvolvimento do significado                   |
| propósito fixo: resultado controlado   | criação de propósito: resultados não podem ser antecipados  |
| natureza das elocuições do professor   |   |
| discurso autoritário   | discurso dialógico  |
| investido com autoridade, com a qual tende a desencorajar intervenções   | estruturado de uma forma aberta ao desafio e ao debate  |
| pretende transmitir/tornar conhecidas informações  | pretende atuar como artifício para o pensamento e a geração de significados                           |
| freqüentemente baseado em questões instrucionais (para as quais o professor espera uma única resposta)                       | freqüentemente baseado em questões abertas e genuínas, para as quais diversas respostas são possíveis |
| freqüentemente envolvendo revisões formais ou declarações factuais que oferecem poucas oportunidades para o diálogo          | conduzida através da manutenção do diálogo  |
| seletiva, valendo-se de outras vozes   | representa outras vozes   |
| natureza das elocuições dos alunos   |   |
| discurso autoritário   | discurso dialógico  |

## Continuação do quadro 3

|  |  |
|--|--|
| freqüentemente, em resposta às questões do professor   | freqüentemente, oferecido espontaneamente (não extraído pelo professor) e provocado por comentários de outros alunos |
| freqüentemente, consistindo de palavras soltas, destacadas e entremeadas à fala do professor | freqüentemente, consistindo de idéias expressas em frases completas e no contexto do curso do diálogo                |
| freqüentemente, asserções diretas  | freqüentemente, as sugestões provisórias estão abertas à interpretação e ao desenvolvimento por outros               |

Sobre essas duas funções discursivas, Mortimer (1998), *apud* Scott (1998), sugere que o discurso em sala de aula alterna-se entre ambas, as quais servem a propósitos diferentes:

*Enquanto o discurso persuasivo intrinsecamente segue explicações alternativas e versões contraditórias a serem consideradas por meio da argumentação e justificação, o discurso autoritário acentua [recapitulações de] conhecimento compartilhado já construído (Mortimer, *ibid.*)*

Portanto, as intervenções do professor em sala de aula estimularão um discurso mais ou menos dialógico em função, dentre outras coisas, dos seus objetivos para cada momento do desenvolvimento de um determinado assunto.

Wertsh (1991), *apud* Scott (1998), sugere que se questionem os motivos que levam os interlocutores, em uma interação, a fazerem suas colocações a fim de identificar que tipo de função (autoritária ou dialógica) prevalece no discurso.

Embora nos pareça que o discurso dialógico é o que cria melhores condições para uma relação de interioridade com o conhecimento, entendemos que a função autoritária tem o seu papel no ensino, em determinados momentos, notadamente naqueles em que novas informações devem ser oferecidas aos alunos e por isso concordamos tanto com as colocações de Mortimer (*ibid.*) sobre a alternância entre as duas funções quanto com Wertsh (*ibid.*) quando se refere aos motivos que levam ao estabelecimento de uma ou outra função.

Em nosso entendimento, a função discursiva pode ser relacionada ao que Mercer (1996) denomina de regras de base do discurso. Para este autor, as regras de base correspondem às normas implícitas e expectativas que necessariamente devem ser levadas em consideração para que se participe com sucesso do discurso. Essas regras de base, uma vez adquiridas, tornam-se senso comum e por isso, dificilmente são discutidas com os alunos, pois, de maneira geral, nem professores nem alunos são capazes de explicitar quais são elas, não têm consciência delas.

Resultados de pesquisas e a própria experiência em sala de aula demonstram como alunos têm compreensões diferentes das do professor a respeito das regras sobre as quais está pautada a interação e há evidências comprovando que quando os professores trazem as regras de base para discussão com os alunos, isto pode aumentar a motivação e os níveis de performance entre os alunos (Mercer, 1996).

Ora, os traços do discurso – elementos recomendados por Scott (*ibid.*) para a definição da função discursiva – podem ser entendidos como indicadores das regras que estão implícitas na interação. Se um professor, por exemplo, privilegia um discurso mais autoritário, validando/considerando apenas as respostas dos alunos que estiverem mais próximas do que ele considera como correto, o que fica dito aos alunos é que eles só devem participar quando puderem apresentar formulações convergentes com as expectativas do professor. Neste sentido, parece-nos possível a uma análise que busque caracterizar a interação em termos de função discursiva depreender as regras de participação da interação e, conseqüentemente, as oportunidades de relação com o conhecimento oportunizadas por esta interação.

## CAPÍTULO 3: METODOLOGIA E MÉTODO

A pesquisa sobre o discurso em sala de aula, como já referido, tem sido desenvolvida com diferentes objetivos e utilizando-se diferentes metodologias. De acordo com Mercer (1998), as mais utilizadas podem ser categorizadas em:

1. **observação sistemática:** refere-se à inclusão das falas e condutas não-verbais de professores e/ou alunos em categorias previamente estabelecidas a partir de um modelo de ensino. Esta metodologia, em uma abordagem quantitativa, permite compreender as normas de organização e modos de ensinar em amplos levantamentos, pois se pode trabalhar com dados provenientes de muitas aulas. A limitação desta análise é que ela não permite capturar a dinâmica do discurso, a negociação de significados que se constrói continuamente e, portanto, parece inadequada quando se adota uma perspectiva sociocultural nos processos de ensino e aprendizagem (Mercer, 1998) Essa metodologia tem suas origens nos sistemas de categorias desenvolvidos para a descrição da interação em sala de aula orientada pelo paradigma processo-produto.
2. **análise lingüística:** refere-se à compreensão da estrutura do discurso em sala de aula a partir de conceitos desenvolvidos na lingüística sistêmica e tem demonstrado algumas limitações quando aplicado à compreensão do discurso em sala de aula de uma perspectiva sócio-cultural: não distingue entre regras lingüísticas e relações sociais; simplifica o conceito de contexto, diminuindo seu papel na construção de falas coerentes e coesas e não é projetada para lidar diretamente com o conteúdo da fala (Mercer, 1998).
3. **pesquisa etnográfica:** essa metodologia, com origem na Antropologia Social, foi adaptada para a área educacional e não apenas às investigações sobre o discurso em sala de aula (Mercer, 1998). Sua relevância para a compreensão da dinâmica da sala de aula, segundo Mercer (1998), deve-se ao fato de que é uma metodologia sensível ao contexto, à cultura e à construção conjunta da atividade de aprendizagem. As críticas a essa metodologia referem-se ao seu processo analítico, difícil de ser explicitado, embora o pesquisador possa fazer um esforço, ao apresentar a

sua análise, de expor as alternativas interpretativas e como elas foram consideradas (Mercer, 1998).

Neste trabalho, optamos por um procedimento metodológico que se aproxima, em algumas características, ao que é denominado por André (1995) de 'tipo etnográfico'. Para esta autora, a metodologia de tipo etnográfico se diferencia da Etnografia desenvolvida e utilizada pela Antropologia. Algumas características que a definem e das quais a metodologia empregada neste trabalho se aproxima são:

- ênfase no processo, na descoberta de relações que vão surgindo no decorrer da análise;
- grande quantidade de material descritivo;
- formulação de hipóteses em lugar de teste de hipóteses.

No entanto, não consideramos que este trabalho possa ser considerado como de tipo etnográfico, preferindo denominar a metodologia aqui empregada de análise qualitativa descritiva.

### **3.1 Método**

#### **3.1.1 Participantes**

O participante desta pesquisa é um professor de Biologia, com seis anos de experiência de ensino em cursos pré-vestibulares e Ensino Médio. Este professor foi escolhido por desenvolver aulas expositivo-participativas em sua prática docente e pelo interesse e disponibilidade que demonstrou em participar do trabalho. Além disso, é considerado, nas instituições em que atua, como professor com bom domínio de conteúdo.

### 3.1.2 Procedimentos

Essencialmente, os dados levantados/ coletados nessa investigação referem-se à interação professor-alunos durante as aulas e às concepções do professor que o orientam na escolha da aula expositivo-participativa como procedimento de ensino. Para tanto, foram utilizados dois tipos de instrumentos para a coleta de dados: a observação e registro das aulas e a entrevista semi-estruturada.

Os dados da observação e registro das aulas referiram-se à interação professor-aluno-conteúdo que se dá por meio do discurso entre professor e alunos.

O registro das aulas foi feito por meio de gravação em fita cassete e anotações em diário de campo. Devido às limitações do equipamento utilizado para as gravações – que não permitia registrar as manifestações não verbais (gestos e expressões faciais) e nem todas as falas dos alunos – houve a necessidade de complementar o registro sonoro por meio das anotações, as quais se restringiram às falas dos alunos, principalmente dos que falavam em voz baixa e/ ou estavam distantes do gravador. As manifestações não verbais, tanto do professor quanto dos alunos, não foram registradas. Tentou-se, no registro escrito, identificar a procedência das falas dos alunos (a quais alunos correspondiam as falas) por meio de uma numeração. No entanto, esse registro foi precário nas situações em que vários alunos falavam ao mesmo tempo ou nas situações em que o intervalo de tempo entre uma fala e outra era muito pequeno. Os dados gravados em fitas cassete, complementados pelos registros escritos, foram transcritos para a análise.

O objetivo da entrevista foi o de buscar dados que pudessem contextualizar a prática docente do professor. Isso significa que estes dados, em si mesmos, não foram analisados, mas serviram como contexto interpretativo para a análise das aulas<sup>6</sup>.

Assim sendo, as questões propostas ao professor na entrevista referiram-se: às justificativas do professor para a opção pela aula expositivo-participativa; à experiência do professor neste tipo de aula; à formação acadêmica para desenvolver este tipo de ensino; à

---

<sup>6</sup> Candela (1998), referindo-se à interpretação de dados qualitativos na análise de seqüências interativas professor-alunos, afirma que a compreensão da interação requer a consideração de características particulares do contexto. Neste trabalho, as concepções do professor sobre a sua prática de ensino e sobre o conteúdo específico

natureza das questões que julga propor aos alunos e dificuldades que encontra para a elaboração e condução deste tipo de aula; à forma como o professor organiza os principais conceitos científicos e relações entre eles que foram objetos das aulas analisadas; aos problemas, de quaisquer natureza, por ele identificado nas seqüências interativas analisadas.

### **3.1.3 Situação de coleta de dados**

Foram registradas as aulas desenvolvidas por este professor em duas classes, no período de 17/10/2003 a 17/12/2003. Ambas as turmas eram compostas de forma heterogênea em termos de gênero, etnia e idade e possuíam cerca de 40 alunos. Semanalmente, o professor ministrava uma aula, com duração de 50 minutos, em cada uma das turmas escolhidas. Ao todo foram gravadas 13 aulas. As aulas escolhidas para análise, por motivos relativos à qualidade da gravação e representatividade em termos de dinâmica da interação professor-alunos, foram quatro.

## **CAPÍTULO 4: RESULTADOS**

Este capítulo apresenta os resultados provenientes da análise das 15 seqüências interativas incluídas em 04 aulas. Como já referido neste trabalho, foram observadas e registradas 13 aulas e, destas, 04 foram as selecionadas para a composição dos resultados.

Primeiramente, apresentamos o procedimento utilizado para a análise. Em seguida, relatamos os seus resultados, os quais estão apresentados da seguinte forma: a) a transcrição das seqüências interativas (dados brutos) acompanhadas de uma leitura analítica sintética; b) descrição e análise da estrutura conceitual (conhecimentos científicos) depreendida a partir das intervenções do professor; c) descrição e análise das formas de intervenção empregadas pelo professor com o objetivo de auxiliar os alunos a se apropriarem desta estrutura.

### **4.1 Procedimento analítico**

Primeiramente, foi feita uma leitura analítica das transcrições por meio de leituras sucessivas, as quais permitiram a seleção das seqüências interativas com maior riqueza de dados para compor o corpo do trabalho. Estas leituras também permitiram uma aproximação do material no sentido de identificar as possíveis unidades e categorias de análise.

Segundo Candela (1998), a análise do discurso em sala de aula deve atuar em dois níveis: um deles é a aula, entendida como o contexto no qual se dá a interação professor-alunos, e o outro nível é o das seqüências discursivas. Candela define seqüência discursiva a partir do tipo de atividade com a qual alunos e professores ocupam-se por um período de tempo. Segundo este autor, cada tipo de atividade conduz os alunos a uma forma de relação com o conteúdo. Com este sentido, a seqüência discursiva, nas aulas que observamos, coincidiria com a própria aula, uma vez que o único tipo de atividade observada foi a exposição do conteúdo intermediada por questões propostas pelo professor. No entanto, desde a primeira leitura, evidenciou-se que distintas formas de relação com o conteúdo eram criadas na interação em virtude do tipo de questão proposta e da forma como o professor interagiu com as falas dos alunos. Por isso, para uma primeira identificação das formas pelas quais poderia ser descrita a interação professor-alunos, diferenciamos os turnos de fala em seqüências interativas, definidas por nós neste trabalho como um conjunto de turnos de fala delimitados por uma questão inicial proposta pelo professor e pela seqüência de interações professor-alunos que finaliza, atingindo o objetivo da questão. A partir desta definição das seqüências interativas, neste trabalho, o termo interação



refere-se apenas à interação professor-alunos desencadeada pelas questões propostas pelo primeiro e por isso não consideramos nesta análise, ou melhor, não consideramos com objetivos de categorização, as intervenções do professor simplesmente voltadas à disponibilização de informações (exposições), as quais também poderiam ser consideradas formas de interação e, particularmente, seqüências discursivas.

Não definimos categorias de análise *a priori* por entendermos que, para uma análise qualitativa que esteja voltada para a apreensão dos significados, esta construção deve se dar *a posteriori*, como recomenda Candela (1998). Embora esta autora esteja referindo-se à Etnografia, que não corresponde à abordagem utilizada neste trabalho, entendemos que a forma de interpretação sugerida por ela aproxima-se da análise qualitativa descritiva utilizada neste trabalho, pois ambas estão voltadas para a compreensão da situação analisada a partir da própria situação e não a partir de categorias definidas previamente.

As leituras sucessivas permitiram identificar duas grandes categorias analíticas que nos pareceram as fundamentais para a análise de cada seqüência interativa como estratégia de mediação para a aprendizagem do conteúdo científico específico: **o conteúdo de ensino** (conhecimentos científicos objetos de ensino e de aprendizagem) e os **tipos de intervenção do professor**. Entendemos que estas duas categorias (o que se ensina e como se ensina, genericamente falando) não podem ser compreendidas separadamente, ou seja, não é possível analisar a forma pela qual um determinado conteúdo é ensinado sem levar em consideração as particularidades deste conteúdo. Em outras palavras, não nos parece possível compreender as formas pelas quais se dá a interação professor-alunos sem considerar sobre o que (conteúdo) trata esta interação.

Embora tenham base empírica – na leitura analítica dos dados – estas categorias poderiam até constituir-se em categorias previamente definidas, já que o papel do ensino escolar é o de proporcionar intervenções que permitam aos alunos apropriarem-se de um dado corpo de conhecimentos. No entanto, neste trabalho, estas categorias evidenciaram-se somente a partir das sucessivas leituras do material de análise e, por isso, foram consideradas categorias construídas posteriormente.

O conteúdo de ensino refere-se a um conjunto de conceitos científicos e relações entre eles que, juntos, formam uma estrutura. Como afirma Vygotsky (1993), os conceitos científicos diferenciam-se dos cotidianos principalmente por fazerem parte de um sistema, ou seja, de uma rede de relações, pois os conceitos científicos são elaborações que se dão, sempre, a partir de outros conceitos científicos. Portanto, a aprendizagem destes conceitos não significa associar

determinados nomes a objetos da realidade, mas sim apreender as relações, em plano abstrato, entre estes conceitos.

Assim sendo, o papel do professor, em qualquer estratégia de ensino, é o de criar condições para que os alunos se apropriem de uma estrutura conceitual, ou seja, de conceitos e relações entre eles. Em uma aula expositiva, essas condições criam-se por meio da explanação do professor, que busca apresentar por meio de sua fala as relações lógicas entre os elementos do conteúdo, tendo como pressuposto que a atenção a esta apresentação é condição suficiente para a aprendizagem. A aula expositivo-participativa, além de contar com os recursos presentes na aula expositiva (explicações, exemplos, analogias, esquemas), também procura criar essas condições por meio das perguntas que são feitas aos alunos e das relações estimuladas por elas. À medida que o professor opta por fazer determinadas perguntas, dar destaque a determinados fatos, sugerir aos alunos que tirem conclusões a partir de determinados elementos, ele dá ênfase a uns aspectos do conteúdo científico, em detrimento de outros, e possibilita o estabelecimento de algumas relações entre eles, em detrimento de outras. Essas opções do professor, mesmo que de forma implícita, orientam os alunos nas generalizações e sínteses que irão elaborar relativamente ao conteúdo científico em questão. Com essa perspectiva, este trabalho considera como conteúdo de ensino o conjunto de conceitos científicos e relações que o professor procurou tornar disponíveis por meio de suas perguntas e das formas pelas quais auxiliou os alunos a chegarem às respostas. Pela observação da exposição do professor e da interação com os alunos, depreendemos objetivos de ensino relacionados aos conteúdos de ensino tais como estão definidos neste trabalho. Não podemos afirmar que esta intencionalidade é concretizada – que estes objetivos são atingidos –, ou seja, transformam-se em conteúdo de aprendizagem.

A fim de que o leitor possa compreender a análise que fizemos do conteúdo de ensino desenvolvido por este professor, apresentamos no anexo 4 uma breve síntese do conteúdo científico que foi objeto de estudo nas aulas investigadas – o sistema circulatório sanguíneo dos animais vertebrados, com ênfase no grupo dos mamíferos.

Em relação à segunda categoria - os tipos de intervenção do professor - referimo-nos às diferentes classes nas quais puderam ser agrupadas as intervenções do professor em função de características como: o tipo de perguntas feitas aos alunos, os objetivos pretendidos pelo professor em cada intervenção, os traços discursivos etc.

## 4.2. Seqüências interativas: transcrição e leitura analítica sintética

Nesta seção, apresentamos as seqüências interativas selecionadas para análise mais detalhada, precedidas, cada uma, por uma leitura analítica sintética. Cada seqüência interativa, como já referido no início deste capítulo, corresponde à transcrição de um turno de falas que gira em torno de uma questão que é proposta pelo professor. As transcrições receberam uma codificação para a identificação da procedência das falas. As falas dos alunos estão identificadas pelo código **A** e as do professor pelo código **P**. O código **A**, quando acompanhado de "s" refere-se a um grupo de alunos e quando acompanhado de **números** refere-se a alunos específicos. O código **TI** significa trecho inaudível e **PI** palavra inaudível.

### **Aula 1 (17/10/03 - sala C): vasos sangüíneos**

Esta aula apresenta quatro seqüências interativas.

#### **Seqüência 1**

Esta seqüência faz parte da segunda aula sobre o sistema circulatório nesta turma. Na aula anterior, o professor havia apresentado a composição do sangue. Nesta seqüência, o professor solicita aos alunos que diferenciem o grau de resistência entre uma veia e uma artéria a partir das funções que estes vasos apresentam, as quais estão indicadas nas definições oferecidas por ele. No entanto, a simples definição dos vasos não é suficiente para compreender e estabelecer as relações que são solicitadas. O elemento fundamental para se relacionar a função dos vasos com sua morfologia é a diferença de pressão sanguínea a qual estes dois tipos de vasos são submetidos. Esse tópico (pressão sanguínea) foi apresentado em aula posterior.

#### Transcrição

P - Mas vamos continuar com os componentes do sistema circulatório. O próximo agora são os vasos sangüíneos. Então, vamos ver agora os vasos. Primeiro aqui, ó, a gente vai encontrar três tipos de vasos sangüíneos que são as artérias, as veias e capilares (...) Então, vou definir agora artéria. Por enquanto, ó, como eu posso começar a definir artéria?

As - (silêncio)

P – Bom, quando eu vou definir alguma coisa eu não começo, sempre eu vou falar o que é, não é isso? Então, que é uma artéria, por enquanto? Ela é o quê? Um vaso sangüíneo,

não é? É um vaso sanguíneo que leva ou que transporta sangue do coração para...onde será que ela vai levar?

A3 – Para o resto do corpo.

P – Para os? Órgãos do corpo. Ou para qualquer órgão do corpo, certo?(...) Vamos ver o que é veia, agora. Como eu começo definindo? Também é o quê? Um vaso. É um vaso sanguíneo que transporta sangue dos órgãos para o coração. Bom, a gente não viu ainda, mas a gente sabe que o coração é aquela bomba que transporta ou que faz que o sangue percorra pelos vasos. Lembra que impulsionava o sangue o coração? Certo? Vamos pensar um pouquinho aqui, ó, qual dos dois, foi o que a gente viu por enquanto aqui, com as duas definições, qual dos dois tipos de vaso [artéria ou veia] deve ser mais resistente?

As – Artéria

P – Por quê?

A4 – Passa mais sangue.

P – Passa mais sangue? Para ele passa mais sangue. Passa mais sangue em uma artéria do que em uma veia?

A (alguns) - Não.

P – Porque, ó, teoricamente, o que acontece? Todo o sangue que passa por uma artéria vai até um órgão, depois o mesmo sangue retorna por uma?

A (alguns) – Veia.

P – Veia. Não é isso? Então, eu posso dizer que numa artéria passa mais sangue do que numa veia?

A( alguns) – Não.

P – Será que essa é a diferença?

As – Não!

P – O mesmo sangue que foi até o órgão vai voltar depois por uma veia pro? Coração. Então, teoricamente, o que a gente tem é um percurso que é coração, órgão, coração, não é isso? (...) Então, ó, qual dos dois, qual dos dois lados, de novo vou perguntar, tem que ser mais resistente?

A - (silêncio)

P – Claro que é uma? Artéria. E por que será que uma artéria tem que ser mais resistente?

A1 – (responde algo como “artéria é que leva o sangue do coração para os órgãos, então, se romper a artéria, vai sair sangue do coração).

A3 – Para agüentar a pulsação do coração?

P – Isso! Eu vou juntar, ouviram o que ela estava falando?

As – Não!

P – Repete, por favor.

A3 – Para agüentar a pulsação do coração.

P – É isso, ó. Qual dos dois, artéria ou veia, então, pelo que ela falou, recebe maior força no sangue, tem maior força no sangue? (tempo) Ou tem que resistir à maior força do sangue?

A (alguns) – artéria.

P – Não é artéria? O coração acabou de bombear e vai pra uma artéria. Aí depois aquilo volta pelo? Pelo uma? Veia, até o coração de novo.

## Seqüência 2

O objetivo do professor era o de que os alunos diferenciasssem um corte transversal de artéria de outro de veia, a partir da diferença de espessura do tecido muscular presente em cada um deles. A primeira questão do professor para a turma nesta seqüência refere-se à verbalização do conceito de corte transversal, conhecimento que os alunos não precisariam dominar para identificar o que é um corte transversal. Ao mesmo tempo em que dá ênfase a essa verbalização, deixa de lado um elemento central que é a propriedade do tecido muscular de conferir elasticidade, flexibilidade para os órgãos. Ao simplesmente indicar o tecido muscular nos desenhos de corte transversal dos vasos que faz na lousa, deixa os alunos na dependência de seus conhecimentos pessoais sobre as propriedades do tecido muscular e como elas estariam relacionadas às funções de veias e artérias. Além disso, induz a uma relação se não equivocada, pelo menos secundária, entre a musculatura da artéria e sua função. A principal vantagem adaptativa das artérias é sua flexibilidade e não sua resistência, ou melhor, a sua flexibilidade confere ao mesmo tempo a possibilidade de manutenção do calibre e da pressão sanguínea e resistência.

### Transcrição

P - Vamos tentar agora, ó, fazer um corte nos vasos. Vamos pegar um vaso sanguíneo, uma artéria e uma veia, e fazer um corte transversal. Como seria um corte transversal, mesmo?

A4 – Cortado no meio .

P – Cortado no meio é uma boa explicação?

A4 – É!

A5 – (um pouco baixo, para a colega do lado) No meio pode ser nos dois sentidos (falando sem usar estes termos, mas fazendo gestos, dos sentidos longitudinal e transversal).

A4 – (falando ao mesmo tempo que A5) – Em diagonal.

P – Isso, ó! Se eu tiver isso daqui aqui, ó, uma artéria aqui, ó (fazendo desenho na lousa) [mostra figura representando um trecho de vaso sanguíneo e indicando duas direções de cortes: um longitudinal e outro transversal] *uma artéria que é um vaso, um tubinho, como que é cortar no meio? É assim ou é assim? A ou B?(...)*

A1 – Ôôô, você quer um corte transversal ou...

P – Eu perguntei assim, ó: como é cortar isso daqui no meio? A ou B?

A (alguns) – A.

P – A e B também. Ambos eu cortei no meio. Só que aqui, ó, se eu cortar em A, eu cortei o quê? Ao longo do eixo dele, não é isso? E aqui eu cortei perpendicular ao? Eixo dele, não é isso? E esse é o quê? Transversal e esse é?

A - (silêncio)

P – Lon...? longitudinal. Certo? Então, vou desenhar os dois aqui, e aí vocês vão dizer pra mim se é uma artéria ou se é uma veia. Então, num corte transversal como é que eu vou ver? Vou ver isso daqui e vou ver, também isso daqui, ó. Então, num corte transversal como é que vou ver? Vou ver isso daqui e vou ver também isso daqui, ó. Então, uma artéria e uma veia é como se fossem, lembram disso? (...) (desenhando). Que parte vocês estão vendo aqui do desenho [mostra figura que representa dois cortes transversais de vasos sanguíneos, um com parede mais espessa e outro com parede mais fina] que deve ser onde o sangue passa?

A3 – Dentro do buraco!

P – Dentro do? Amarelo, não é? O sangue passa aqui dentro. Também, ó o sangue passa aqui dentro (...) Vamos dar os nomes, então, nas partes aqui, ó. Essa parte aqui, ó, em amarelo, essa parte amarela é o quê? É a parte que reveste...? internamente o quê? A? O vaso sanguíneo. Vamos chamar aqui, ó, de endotélio. Conseguem para mim, dissociar essa palavra aqui: endotélio? E dizer para mim o que representa a palavra endotélio? Conseguem?

A4 – Endo, dentro.

P – Endo é?

A(alguns) – Dentro (quase em uníssono)

P – E télio?

A4 – Sangue

P – Télio é uma? Camada. Certo? Então, é a camada de? Dentro. Do que será que é formada? Essa camada de dentro? Esse endotélio?

A4 – Vilosidades.

P – É formado por várias? Células. Eu não estou vendo aqui, ó, mas se eu fosse olhar aqui melhor, eu tenho o quê? Várias células formando esse? Tecido aqui, ó, que é o endotélio, certo? Tudo bem? Você tá me ouvindo? Não! Mesma coisa aqui, ó, o que eu ia encontrar aqui? Nesse endotélio?

(burburinho. Alguém deve ter respondido baixinho, para quem o professor estava olhando)

P – Várias células! (em tom de quem está confirmando uma resposta correta). Então me definam melhor essa palavra, agora, a palavra endotélio. É um tecido de? Revestimento? Interno. Certo? Tudo bem? Se eu tivesse aqui [mostra figura representando corte transversal de vaso sanguíneo com indicações dos três tipos de tecido que o constituem; destes, o mais interno é o endotélio] formam os vasos e indicando o tecido mais interno, então, ó, uma artéria, ou uma veia, bem grande aqui, ó, no meio, onde passava o sangue, separando toda a artéria do sangue o que é que eu tenho? Esse? Endotélio, aqui. Tudo bem por enquanto? Mas, aqui, interno, ó, um pouquinho mais para dentro ainda o que que eu veria aqui, ó? Essa parte em azul. Aqui é, ó, musculatura. Lembram do tubo digestório? Que tinham vários músculos também? Ao redor pra o quê? Pra conseguir movimentar o alimento? Lembram disso? Então, a mesma coisa aqui, lógico que não vai ser da mesma forma. Não vou encontrar nisso daqui, ó, pulsação! Ela não vai pulsar igual ao tubo digestório. Só que eu vou encontrar um tecido muscular aqui em volta, da mesma forma que eu encontrava no tubo digestório, só que ele é bem diferente! Olha aqui, ó! E aqui eu tenho, eu vou chamar aqui de conjuntivo, tecido conjuntivo, que é basicamente de preenchimento. É o que vai mais ou menos dar forma para esses vasos daqui. Certo? Tenta olhar pra cá, ó, pra essas duas estruturas e me dizer: a letra A ou a letra B, qual dos dois deve ser uma artéria? [As letras A e B correspondem aos dois cortes transversais de vasos sanguíneos que estão na lousa. Diferenciam-se pela espessura da camada muscular, que é maior em A do que em B, pois corresponde a uma artéria, vaso sanguíneo com camada muscular mais espessa]

A3 – B.

A4 – A.

(Alguns outros falam A, outros B)

A4 – TI

P – Como que é?

A4 – Muscular do A é maior que do B.

P – Não entendi, desculpa, o que você falou.

A4 – Tecido muscular do A é mais espesso que o do B.

P – O A é mais resistente (TI) muscular?

A4 – Isso!

P – Como você percebe isso?

A4 - (TI) percebo mais massa.

P – Tem mais musculatura, então, que o A tem mais musculatura que o B. Não é isso?

Isso me leva a crer que o A seja uma artéria ou uma veia?

A(alguns) – Artéria.

P – Artéria, por quê?

A4 – Porque é mais (resistente).

A3 – Para agüentar o tranco da pulsação.

P – Isso! Ela vai ser mais resistente para quê? Para agüentar a pressão do? Coração.

Coração bombeia o sangue, isso é verdade. Isso aqui, ó, é uma? Artéria. Isso daqui e a outra, portanto, é uma? Veia. Isso daqui é uma? Veia, certo?

### **Seqüência 3**

Nesta seqüência, o professor pretendia que os alunos percebessem que a função de trocas com os tecidos não poderia ser realizada nem pelas veias e nem pelas artérias, uma vez que as paredes destes vasos são espessas, como uma forma de justificar a morfologia dos vasos que estudariam em seguida, os capilares. No entanto, a ênfase das intervenções do professor recai sobre o sentido do fluxo de substâncias nas trocas sangue-tecidos e tecidos-sangue, utilizando um desenho de corte de artéria e, portanto, induzindo os alunos a analisarem o sentido do fluxo ao invés de analisarem a possibilidades de que ocorressem trocas.

Ao mesmo tempo, em uma tentativa de criar condições para que os alunos pensem e realizem a análise pretendida e cheguem à resposta esperada, o professor utiliza uma analogia, a qual pode ser entendida como um meio pedagógico (Scott, 1998) empregado para dar assistência aos alunos, um a vez que estes demonstram não serem capazes de concluir a tarefa com os elementos que haviam sido oferecidos até então. Entretanto, a analogia empregada pelo professor induz a modificações de significado que comprometem a sua eficácia como mediadora da apropriação do conteúdo específico pelos alunos porque pode induzir a erros. Ela consiste de uma comparação entre um sistema de irrigação com mangueiras perfuradas e a circulação de sangue no organismo através dos vasos sangüíneos. Os vasos sangüíneos são comparados a mangueiras "furadinhas", quando, na verdade, os vasos sangüíneos não são perfurados, até

porque se fossem não haveria necessidade dos capilares; na analogia, o sangue só tem a função de ‘deixar’ substâncias nos órgãos e não de recolher, com exceção do intestino, e isso não é correto, pois o que ocorre entre vasos e tecidos é sempre uma troca; na analogia, os vasos passam próximos dos órgãos quando, na verdade, os órgãos são perpassados por muitos vasos sanguíneos (arteríolas, vênulas, capilares). Pode-se levantar como hipótese que a pergunta que um aluno faz (“*tá fora, né?*”) tenha relação com uma interpretação induzida pela analogia, ou seja, a de que os vasos estão ‘fora’ dos órgãos. Durante toda a explicação do professor usando a analogia, as artérias realizavam as trocas com os tecidos e em nenhum momento o professor criou uma situação para que os alunos atentassem para o fato de que a histologia das paredes das artérias (com uma espessa camada muscular) dificulta a difusão de substâncias e, por isso, a função de troca não poderia ser realizada por estes vasos.

#### Transcrição

P - Lembram, ó, que a gente viu o sistema digestório? Qual que era a função de alguns vasos sanguíneos? Não era absorver? Ó, lembra o sistema digestório? Que ocorreu a digestão, e depois o que aconteceu com os nutrientes? Eles foram para onde? Foram pro? Sangue. Então, eles entraram onde? Nos?

A4 – Vasos

P – Vasos, não foi? Então, os nutrientes passaram do aparelho digestório para os vasos? Sanguíneos. Qual seria o caminho deles aqui (indicando o desenho de corte transversal de artéria que estava na lousa), se eles tivessem que entrar numa artéria? Qual seria o caminho deles?

A4 – Para o pulmão

P – *Eles tariam daqui, ó, de 1 pra cá, para 2, ou 2 para 1? (1 refere-se à luz da artéria e 2 ao meio externo)* [mostra figura representando corte transversal de vaso sanguíneo com números que indicam o interior e o exterior do vaso]

A4 – para 2.

P – Os nutrientes entrando e indo pro sangue. Qual seria o percurso deles? De 1 pra 2 ou de 2 pra 1?

A1 – 1 pra 2.

Ani – Que que é o número?

P – Não, o espaço. O lugar 1, aqui é o lugar 2. O que tem aqui dentro?

A ni – Sangue!

(alunos falam ao mesmo tempo)

P – Calma, calma, calma, ó. Eu falei assim, ó, lembra quando ocorria a digestão dos alimentos e formava o quê? Formava o? Os? Nutrientes. Lembram que a gente viu que, no duodeno, ou melhor, no jejuno, não era bastante vascularizado? Para conseguir absorver os nutrientes? Ou seja, para pegar o que tava no jejuno e levar para onde? Levar pro? Sangue. Lembram disso ainda? Da absorção? Lembram? (TI), ó, para onde (TI) ser levado? Para 1 ou para 2, os nutrientes?

A1 – Mas não tá fora da célula?

P – Isso aqui para você, o que é isso daqui? Isso daqui é uma célula?

A1 – É.



P – Não, ó. Imagina, assim, ó. Vamos imaginar...imaginar um vaso, um vaso, não. Um cano, certo? Que ele tem que ...

A – Aqui, ó (mostrando uma caneta)

P – É, pode ser, só que, isso, quase isso. Mas imagina assim um cano que tenha que levar, por exemplo, cada um de vocês é um órgão, então, certo? Tenho que alimentar vocês com água. Então, tem um cano daqui, ó (colocando-se na frente da lousa, no meio) vai levar para todos vocês. Certo? Só que não vai chegar assim o cano e colocar na boca de vocês a água. Vai passar próximo a vocês. Isso! E tem um monte de furinhos, ali. O que acontece (PI) lá dentro do cano tem o quê? Como se fosse o sangue lá dentro, não é? Então, o sangue perco...ai, é o contrário, na verdade. O sangue percorrendo ele vai levar nutrientes para vocês, não vai? Quando levar nutrientes então, o sangue leva nutrientes para os órgãos. Então, imagina aqui essa sala inteiro aqui, ó, é um corpo de uma pessoa. Certo? Tudo bem (PI) é um corpo, cada um de nós é um órgão do corpo e percorrendo, circulando, todos os órgãos eu tenho o quê? O sistema? Circulatório. É o que vai levar o sangue. Vou colocar água no cano agora, certo? Só que esse cano vai levar para vocês, que seria as artérias, por exemplo, que vai percorrer todos vocês aqui tem furinhos por onde passa a água para vocês. Então, passa um cano por aqui, ó, e faz o que com a água, que seria o sangue? Vai sair do vaso e ir para ela (indicando uma aluna), não vai? Concorda? Então, qual seria o caminho aqui: ó, que eu representei? De 1 pra 2 ou de 2 para 1?

A3 – De 2 para 1

P – De 2 para 1. Só que como que isso foi parar lá dentro? Porque, vamos supor que um de vocês seja quem? Seja o intestino. Ao invés de só retirar eh ...nutrientes do sangue, o que que ele faz também? Ele ... coloca ....nutrientes no? Capilar. Ou melhor, no vaso? Sangüíneo. Então, vamos supor que ela seja o intestino. Acabou de ocorrer a digestão, o que ela vai fazer? Na hora que passar o caninho por aqui, ela não vai só receber a água que vai para ela. O que ela faz? Ela vai colocando lá dentro o que? Também os? Nutrientes. Entenderam? Então, qual seria o caminho dos nutrientes entrando no sangue? De 1 para 2 ou de 2 para 1 ?

As – 1 para 2.

P – De um para 2? E depois, quando os nutrientes vão para as células – esse é o trabalho deles, não é? Ser distribuído pelo corpo inteiro? Aí eles vão de 2 para? 1, depois.

Entendeu, ô..[diz o nome da aluna], entendeu?

A1 - (PI) tá fora, né (TI)

*P – na verdade, aqui, ó, isso não é fora, isso daqui, ó [mostra figura na qual uma retângulo representa o organismo e uma série de ramificações no interior do retângulo representam os vasos sanguíneos]. Aqui tá o corpo. Eu tenho várias artérias passando aqui, ó. Aqui tá o corpo da pessoa. Aqui tá o corpo que recebe e passam os vasos pelo corpo da pessoa. Lembra (TI) que eu mostrei na aula passada, que eu falei para explicar circulação aberta e fechada? Para diferenciar os dois? Finjam que aqui (a mesa) é um órgão. Essa mesa tem que receber os nutrientes . Então, vai chegar um caninho aqui que vai levar a água com nutrientes para esse órgão (PI) um cano, uma mangueira. Se fosse aberta a circulação? Como seria essa mangueira (PI) o que aconteceria com a água da mangueira? Nesse órgão?*

A - (silêncio)

P – Se fosse aberta? Se eu tivesse representando uma circulação aberta? Isso! É um órgão e a mangueira é a artéria, que leva sangue, por exemplo. Que faria se fosse circulação aberta? Essa mangueira chegando aqui, como que seria?

A5 – Seria uma coisa inteira...

P – (sem deixar aluna concluir) ela despejava, não despejava? Não ia jorrar água aqui dentro? (tempo) não ia jorrar água aqui dentro? Certo? Se fosse fechada como seria? Elas se dividiriam em vários tubinhos, não é? Que iam passar por aqui e cada tubinho ia liberar a água sem tirar o sangue de dentro do? Tubo. Lembram disso? Só que qual seria o problema para essa artéria aqui receber nutrientes? (tempo) teria problema para essa artéria receber nutrientes?

A3 – não.

P – Bom, vou responder então essa daqui. Teria, por quê? Olha o tamanho que os nutrientes têm que passar de coisas. Para poder vir para aqui, de fora, vamos supor que aqui seja, essa artéria passou no meio do intestino delgado, certo? O intestino tá onde, o intestino? Tá aqui, ó, aqui tá o intestino delgado (PI) o intestino. O que aconteceria? Os nutrientes aqui, ó, teriam que passar tudo isso aqui, não teriam? Não ia dificultar? Como que os nutrientes iam passar pelo músculo? Certo? Não é verdade, ó? Quando eu falo de artéria e veias, eu penso em transporte mesmo, ó. Transportando. Eu vou ter um outro vaso, que são os capilares, que são assim, ó. Se eu for olhar um capilar, ele é assim, ó. (desenhando um círculo com giz amarelo, a cor com que representara o endotélio das veias e artérias). Só isso, ou seja, o que eu representei lá? Do que ele é composto, o capilar?

A - (silêncio)

P – Somente pelo? Endo? Télió. Por quê? Porque é justamente é ele que vai fazer esse transporte aqui, ó, usei a palavra transporte com outro sentido agora, mas ele vai fazer a absorção dos nutrientes e vai levar para as células os? Nutrientes. Olha aqui, ó. Ele é só isso daqui, ó. Isso aqui, então, ó, é um capilar. Ou seja, ele só possui o quê? (tempo) Só possui? Endo? Télió. Certo? (o professor segue explicando que os capilares têm uma parede com apenas uma camada de células e ramificam-se bastante no interior de um órgão para que os nutrientes trazidos pelo sangue possam ser distribuídos para todas as células do órgão)

#### **Seqüência 4**

Nesta seqüência, o professor apresenta as válvulas venosas e a contração da musculatura esquelética dos membros inferiores (referindo-se aos seres humanos) como mecanismos de manutenção da circulação sanguínea nas veias destes membros. Justifica estes mecanismos a partir da força exercida pela gravidade contra o fluxo de sangue nestes vasos. No entanto, a presença das válvulas venosas compensa o fato de que a pressão sanguínea nas veias é pequena quando comparada a das artérias, pois mesmo as artérias que transportam sangue contra a gravidade não apresentam válvulas para impedir o refluxo de sangue porque a pressão é suficiente para garantir a manutenção do fluxo, o que não ocorre com as veias. O professor, no entanto, não dá ênfase a essa importante relação entre a pressão sanguínea nas veias e a manutenção do fluxo de sangue, substituindo-a pela relação entre a força exercida pela gravidade e a manutenção do fluxo.

## Transcrição

P - Qual dos dois, os dois vasos, a maior parte deles transporta sangue contra a gravidade?

A - (silêncio)

P – Nosso corpo, por exemplo!

(silêncio)

P – Artérias ou veias?

(Alguns dizem veias, outros artérias)

P – Contra a gravidade!

A3 – A veia.

P – São as?

(alguns dizem veias)

P – Todo mundo acha? Que são as veias? Ó, o coração tá aqui, não tá? Não chegamos nele (PI) o coração tá aqui, ó! O que sai dele? Sai um monte de artérias, não sai? Pra irrigar o corpo inteiro. Pra levar nutrientes pro corpo inteiro. Então, o que são daqui para baixo, é o quê? Tudo? Artéria! Uma pequena parte vai aqui pra cima, só, não é, contra a gravidade! E aí o que volta de lá, pro coração, é o quê?

(alguns dizem veia)

P – Veia! Então, a maior parte ó, tudo contra a gravidade, ó, certo? Veia! Então, a maior parte ó, tudo contra a gravidade, ó, certo? Olha aqui agora, ó. Vamos fazer um corte longitudinal (TI.)

A3 – Ah!

P -...um pouco menores (PI) Como que é esse corte agora? Vou pegar uma artéria, se fosse essa daqui (desenhando um vaso sanguíneo), por exemplo, ia fazer o que com ela? Não cortar assim mais e sim, de assim. Ao longo do? Eixo dela. Então, aqui (indicando a representação do endotélio nas veias)seria o quê, ó? (desenhando o vaso em corte longitudinal)Toda essa parte aqui...? Seria o quê? Seria o?

(alguns dizem endotélio)

P – Endo? Télió, concordam? (tempo) concordam?. Essa partezinha toda aqui (indicando a musculatura representada no desenho), ó, seria o quê?

(alguns dizem musculatura)

P – Isso! Essa parte (PI) em azul seria a? Musculatura (continua desenhando) e a parte branca seria? ... Para dar a forma. Forma, na verdade, ou preencher, tecido conjuntivo. Onde o sangue passa? O sangue passa por aqui, ó. Geralmente nesse sentido aqui, ó, o sangue. Geralmente nesse sentido das artérias. Tudo bem? Facinho, né? Como seria uma veia, com corte, agora?

A - silêncio

P – (fazendo o desenho)(TI) o amarelinho aqui? Não tem (PI) amarelinho aqui? (TI) fazer isso! Por que tudo amarelo? Por que eu vejo o fundo dela, que também é amarelo, que eu esqueci disso. Porque, ó, revestindo inteiro ele, ó, inteiro de assim, ó, eu vou encontrar o quê? Tudo? Endotélio, certo? E aqui, ó, (TI), isto aqui (tempo). Essa parte daqui é o quê? Vai proteger por dentro que é o? (tempo) Endo? Télió. Aqui, ó, uma camada muscular, uma camada muscular menorzinha em relação às artérias. Só que aqui, ó, qual é o problema? Das veias? O sangue flui geralmente em qual sentido? Esse daqui, não é? De baixo para? Cima. Qual é o grande perigo que pode ocorrer com as veias? É o sangue?

Ani – voltar.

P – Voltar. Com isso, ó, eu vou encontrar nas veias umas válvulas, aqui, ó. Assim, ó. Encontrar nas veias algumas válvulas, são as válvulas venosas que fazem o quê? Assim

que o sangue passa, ele passa por aqui mas não consegue, depois, voltar. Certo? Por que que é isso? Para evitar o? Refluxo de? Sangue (TI) tecido conjuntivo dela. Como que o sangue, geralmente, passa pelas artérias? Através do bombeamento do? Coração, ele passa pelas artérias. No caso das veias elas estão ligadas a músculos, aqui, ó. Finjam que é (*desenhando na lousa*) um músculo da perna, aqui, por exemplo, ó. Então, conforme eu ando, aqui, ó, não tem os músculos? Que estão com as? com as veias aqui, ó. Conforme eu vou andando, o que acontece com esses músculos aqui, ó? Eles vão contraindo ou vão relaxando. E essa contração, ela aperta aqui, ó. A hora que aperta esse vaso, o sangue acaba (PI) certo? Pelas? Veias. Então, a maior parte do sangue que flui pelas veias é por quê também? Pelo movimento dos? Músculos, certo? Tudo bem? (TI) isso. É, e vão pressionando, e vão impulsionando também o sangue por ali. Eu tenho que lembrar que a circulação nossa também é fechada. Então, como que o sangue flui? Pelas artérias e pelas veias, também? Pela força hidro? Dinâmica. Sabe macaco hidráulico? Tiveram em Física isso?

As – Não! (alguns, em voz baixa)

P – Isso daqui, assim, ó? (desenha vasos comunicantes) eu tenho isso daqui assim, tem um monte de água aqui. (fim da aula)

## **Aula 2 (17/10/03 – sala A): composição do sangue**

Esta aula apresenta duas seqüências interativas. O professor inicia a aula fazendo uma revisão da anterior, ressaltando que o sistema circulatório tem a função de transportar substâncias como nutrientes e resíduos metabólicos e que é formado por sangue, vasos e coração: o sangue, que transporta as substâncias, circula através do vasos impulsionado pelo coração. Em seguida, começa a apresentar a composição do sangue, afirmando que o sangue é um tecido aparentemente homogêneo, mas que por meio do processo de centrifugação mostra-se uma mistura heterogênea formada por duas fases: a menos densa denominada plasma e a mais densa denominada elementos figurados.

### **Seqüência 5**

Aqui, o professor solicita aos alunos que relacionem as diferenças de densidade entre as duas fases do sangue - o plasma e os elementos figurados - com o transporte dos diferentes tipos de substâncias presentes no sangue, concluindo dessa relação em qual das fases as substâncias são transportadas. Com esta questão o professor induz, ou muito provavelmente reforça, uma idéia de que apenas o plasma transporta substâncias, pois, sendo formado em grande parte por água, estas estariam todas nele dissolvidas. A própria fala de um aluno indica que tipo de relação os alunos poderiam estar fazendo para chegar à resposta desejada pelo professor: A2 - "plasma, porque se é algo que transporta tem que ser no plasma" .

Como os alunos ainda não haviam aprendido a função das hemácias e como o oxigênio é transportado no sangue, reforçam a sua idéia (intuitiva) de que todas as substâncias

transportadas pelo sangue estão dissolvidas no plasma, embora depois faça uma observação de que o oxigênio é transportado pelas hemácias.

O professor, nesta seqüência, não enfatiza um aspecto importante deste tópico que corresponde ao papel que as substâncias que estão no plasma têm na regulação da pressão arterial e em outras funções do sistema circulatório, como, por exemplo, a comunicação entre tecidos por meio dos hormônios que estão aí dissolvidos.

### Transcrição

P - Quando a gente viu, eh, uma das funções do sistema re...eh circulatório, a gente viu que tinha algumas substâncias que eram transportadas pelo? Sangue. Em qual parte, em qual das duas porções do sangue aquelas substâncias que a gente viu na aula retrasada estão?

A(ni) – plasma.

P – deve ser no plasma ou nos elementos figurados?

(ninguém)

A3 – elementos figurados (outros alunos concordam)

P – Por que nos elementos figurados?

(ninguém responde)

P – vamos ver que ...

A2 – (TI) plasma, porque se é algo que transporta tem que ser no plasma.

P – Isso! (TI) ia falar mais alguma coisa depois que ia ajudar vocês a responderem. Mas, sim. É água que transporta as coisas, a maior parte vai tá onde, então? Vai tá no? Plasma, exceto alguns gases, o O<sub>2</sub>, por exemplo, que vai ser transportado pelas? Hemácias, não é isso?

### Seqüência 6

Esta seqüência tem como objeto central os elementos figurados do sangue. Estes não são apresentados pelo professor como conceitos, mas como termos: sua fala não indica quais são as relações entre elementos figurados e série vermelha ou glóbulos vermelhos ou hemácias ou eritrócitos. O professor solicita aos alunos a conclusão de que as hemácias são células a partir da informação de que possuem moléculas protéicas (hemoglobinas), relação que está conceitualmente incorreta (célula não é o que possui moléculas). Grande parte da seqüência é dedicada a duas questões, uma delas menos central em relação ao assunto que estava sendo tratado e a outra irrelevante: a primeira refere-se às vantagens e desvantagens (do ponto de vista adaptativo-funcional) das hemácias de mamíferos por não possuírem núcleo; a segunda, à classificação das hemácias em relação às categorias de classificação eucarionte e procarionte. Em relação à primeira questão, respondê-la exigiria um raciocínio sofisticado por envolver relações entre conhecimentos que possivelmente não eram de domínio dos alunos. Tais

conhecimentos incluem: como ocorre o transporte de oxigênio nas hemácias, papel do núcleo na síntese de proteínas, vantagem adaptativa etc. Em relação à segunda questão, a tarefa proposta pelo professor - e à qual os alunos dedicam-se de fato, como demonstram as suas falas - não é possível do ponto de vista conceitual: o critério da compartimentalização celular (existência de estruturas membranosas, como é o caso do núcleo eucarionte, no interior da célula) é válido para uma classificação dos organismos, e não de células, como eucariontes e procariontes. Eucarionte e procarionte são conceitos que envolvem mais do que simplesmente a presença ou ausência de núcleo delimitando o material genético, refere-se a outros atributos, inclusive evolutivos, e não apenas morfológicos. A própria resposta do professor demonstra como o critério não se aplica na situação que ele propõe, pois, ao mesmo tempo em que afirma que as hemácias são eucariontes porque pertencem a uma ser eucarionte, diz que se sabe se uma célula é eucarionte ou procarionte verificando se o núcleo é delimitado ou não por membrana, ou seja, referindo-se a um 'estado' do núcleo.

#### Transcrição

P - Vamos ver aqui, ó. Os elementos figurados então, agora, no sangue (escrevendo) (...)  
Bom, ó, então, vou olhar o quê?

Só essa parte aqui [mostra figura representando um tubo de ensaio contendo sangue com as duas fases separadas em função de suas diferenças de densidade], agora, certo?

Eu vou olhar só essa porçãozinha aqui mais densa do sangue. Isso que eu vou ver agora.

São os? Elementos figurados. E vou encontrar aqui, ó, quem? Vou encontrar a série vermelha (escrevendo). Que é quem? É essa, realmente, essa parte que dá a cor do sangue mesmo, que são quem? São os glóbulos vermelhos, são os glóbulos vermelhos (escrevendo) ou posso chamar de eritrócitos ou ainda tem um outro nome ainda que eu posso chamar de? Ou ainda de? Hemácias. Então, a hemoglobina é uma molécula que está dentro das? Hemácias. Praticamente protéica, é uma proteína, basicamente, que tá aonde? Dentro das? Hemácias. Então, as hemácias são o quê? Então?

(ninguém responde)

P – como poderia falar, caracterizar isso biologicamente?

(ninguém responde)

P – as hemácias? Eh, digamos ...que parte do corpo são as hemácias?

(ninguém responde)

P – elas são o quê?

A (ni) Células?

P – elas são? Células! Certo? Então, as células são formadas por várias? Moléculas é isso o que compõe uma célula.. Uma das moléculas que compõem as hemácias é quem? São as? É a? hemoglobina, por exemplo, certo? Então, ela tá dentro da hemácia. Na verdade, a hemoglobina, dentro da hemácia é quem consegue transportar o? oxigênio. Então, essa hemoglobina, ela se liga ao oxigênio e leva ele para as outras, para todas as partes do corpo, como é a função do? Sistema, eh, circulatório. Vamos ver aqui, ó. Qual é a função disso daqui? é o transporte de? principalmente de? Oxigênio (escrevendo) Que, aí sim, é feita pela? He-moglobina! Certo?

(professor responde à questão de um aluno sobre a presença de ferro na hemoglobina)

A2 – Então é a hemoglobina que transporta o oxigênio?

P – isso! A hemoglobina, dentro das hemácias, é quem transporta o? oxigênio. Tanto que, nos mamíferos, (TI) isso, mas, nos mamíferos, as hemácias não possuem núcleo. Vamos ver uma vantagem para isso. Vamos discutir isso, então, agora; uma vantagem para as hemácias não possuírem núcleo?

A2 – Ai, eu lembro da aula de Sábado...

P – É o quê? Ela tem um maior espaço? Pra? Carregar? O oxigênio. Então, é uma vantagem isso. Qual a desvantagem que ela tem? Agora pensa na aula do [professor de Citologia]. Qual desvantagem uma célula tem se ela não possuir núcleo?

A3 – Material genético?

P – Ela não tem material genético, portanto...?

A (ni) - (TI)

A3 – não tem DNA.

P – não tem DNA. E daí? (tempo) Ela consegue fazer qualquer...ela consegue produzir alguma substância dentro dela?

(alguns alunos respondem não)

P – não! Por quê?

A1 – no caso ela fica só restrita, só ao transporte do...O<sub>2</sub>.

P – isso! Como que foi parar essa hemoglobina, que é uma proteína, tem que vir de um gene? Tinham visto já? Não, acho que ainda não, né? Não tiveram gene ainda. Tudo bem. Mas, ó, então, a princípio, achei que vocês tivessem tido isso já. O núcleo faz o que na célula? Ele que controla a atividade da? Célula, não é isso? É a partir do núcleo, das informações no núcleo que a célula consegue produzir? As suas proteínas, por exemplo. Então, como que a hemácia, que não tem núcleo, conseguiu fazer a hemoglobina, que é uma proteína? Por que um dia, ela teve núcleo. Ela só perdeu o núcleo depois para quê? Pra? Facilitar ou para aperfeiçoar a função dela que era transportar o? oxigênio. Então, ela teve núcleo um dia, não tem mais agora.

A(ni) – Como assim um dia?

P – quando ela é formada ela tem núcleo. Depois ela perde esse núcleo. Agora, uma outra pergunta: a hemácia é procarionte ou eucarionte?

(burburinho)

A (ni) – É, se ela não tem núcleo...!

A2 – Mas (dirigindo-se a colega ao lado) não é que ela tem núcleo definido ou não. Ela não tem núcleo. Entendeu?

(burburinho, alunos discutindo entre si)

P – Então, a hemácia é procarionte ou eucarionte?

A (ni) – procarionte!

P – Por quê?

A4 – qual que fabrica e qual que não fabrica?

P – Então, ó, a hemácia jovem, quando ela é formada, ela possui núcleo, a hemácia. Depois, quando ela começa ficar madura, ou seja, pronta para sua atividade, ela perde o núcleo, pra conseguir transportar o máximo possível de? Oxigênio. Pra ter mais espaço nela, certo? Aí, ela perde o núcleo, fica sem? Núcleo nenhum. Ela é uma célula procarionte ou é uma célula eucarionte?

A5 – ela é as duas.

A2 – nem uma, nem outra. (mais baixo)

P – não, tem que ser uma coisa ou outra (responde as A5).

A2 – Pode ser nenhuma?

A (ni) – Procarionte!

P – Pode! (respondendo para A2) (silêncio)

P - Na verdade, o único ser que não é nem procarionte ou eucarionte são os? Vírus. Que nem célula têm.

A2 – então é eucarionte, porque se ela foi eucarionte algum dia...

P – não, ela é eucarionte, por quê? Ela faz parte de mim que sou um ser eucarionte.. Ela teve núcleo um dia, ela só? Perdeu, o núcleo, certo? Então, ela é uma célula eucarionte, pelo amor de deus. Não confundam isso. Qual que é a , o (conceito) entre procarionte e eucarionte? é saber se o núcleo é delimitado por uma membrana ou? Não delimitado.

Porque ela tinha um núcleo, ela só perdeu pra quê? Pra? Que pudesse exercer melhor a sua função. Só que a célula original tem núcleo e tem membrana também, tem carioteca também. Então, ela é? Eucarionte. Mesmo porque, todas as células do meu corpo são? Eucariontes. Então, eu sou um organismo eucarionte. Certo? (TI) hemácias também são? Eucariontes. Certo? Tudo bem? (apaga lousa)

### **Aula 3 (07/11 – sala A): comparação entre os sistemas circulatórios de mamíferos e de peixes**

Esta aula apresenta cinco seqüências interativas. As três primeiras seqüências não se referem ao assunto da aula propriamente dito, mas a questões relativas ao tema da última aula que o professor havia ministrado para a sala.

#### **Seqüência 7**

Nesta seqüência, o professor solicita aos alunos que procurem 'imaginar' qual dos dois tipos de vasos sanguíneos (artéria ou veia) é mais superficial no corpo e por que (do ponto de vista adaptativo), pretendendo que os alunos estabelecessem uma relação entre a pressão e velocidade do fluxo de sangue nas artérias e a possibilidade de perda de sangue em caso de lesão. Como não orienta os alunos sobre estas relações antes da proposição da questão, cada um as faz ou não em função de seu repertório de conhecimentos. Apenas no decorrer da interação com os alunos é que o professor propõe questões que orientam os alunos a explicitarem as relações que estão estabelecendo.



### Transcrição

P - Vamos discutir, então, quais os dois tipos de vasos - artéria e veia - devem ficar mais superficiais no corpo? (silêncio) Se eu olhar o meu corpo aqui, será que eu vou encontrar sempre veias, que eu consigo ver, será que vão ser sempre veias? Sim ou não? (interrompe para questionar os alunos sobre recomendações médicas sobre a circulação sanguínea para pessoas que passam muito tempo em pé ou sentadas) Mais uma coisa importante, eu já falei já? Não, eu não falei ainda, eh, onde será que, eh, eu já falei, mas...ai! eu não sei o que eu falo (TI) eh, qual dos dois, uma artéria (risos) uma artéria ou uma veia deve ficar mais interna no nosso corpo?

As - Artéria.

P - Por que uma artéria? Era bom pra gente que nossas artérias ficassem na superfície do corpo?

A - (TI) qualquer cortinho...

P - Isso. Qual tem maior chance de matar a gente se for rompida? Uma artéria ou uma veia?

A - uma artéria.

P - uma artéria, por quê?

A5 - Maior fluxo de sangue.

P - porque o sangue tem maior pressão nas artérias, não é isso? Nas veias o sangue tem, tem uma pressão do coração? Não.

A - ele circula mais rápido, né?

P - ele circula mais rápido por quê?

A - Por causa da pressão.

P - isso (TI) associar que é a mesma coisa, por causa da pressão sanguínea que o coração exerce no sangue, nas? artérias, não é isso? Então, quais devem ficar mais internas no nosso corpo? Tem que ser as artérias, elas têm que tá mais protegidas, qualquer cortinho que tivesse elas iriam perder sangue adoidado, certo?

### Seqüência 8

As duas questões centrais que o professor propõe aos alunos nesta seqüência giram em torno das diferenças de pressão sanguínea em veias e artérias e se referem a recomendações médicas, uma das quais de domínio do senso comum (permanecer por um tempo com as pernas para cima, após longos períodos em pé) e a outra veiculada pela mídia recentemente (à época da aula), em função de um episódio ocorrido com uma passageira em avião. Entendemos que a presença destas questões na aula tem sentido - tomando como referência o papel do ensino dos conceitos científicos - não pelas recomendações em si, mas pela possibilidade de explicá-las a partir dos conceitos que haviam sido tratados em aulas anteriores. Para explicá-las é fundamental recorrer à causa para a diferença de pressão entre veia e artéria. Veias e artérias estão submetidas a diferentes pressões em função da relação que têm com o coração: enquanto as artérias recebem o sangue que sai do coração com alta pressão, as veias, não. Ao mesmo

tempo, as características morfológicas de artérias favorecem a manutenção da pressão e a das veias, não, e por isso a pressão sanguínea nestes vasos não é alta como nos primeiros. Portanto, não é apenas a força da gravidade que se constitui em obstáculo ao fluxo de sangue em algumas veias, mas também o fato de não haver nenhum mecanismo gerador de pressão para o sangue que entra nestes vasos. Nesta seqüência, a única causa identificada pelo professor para explicar a recomendação médica é a força exercida pela gravidade sobre o fluxo de sangue em algumas veias. Em relação à segunda questão, o professor está buscando explicar a manutenção do fluxo de sangue nas veias dos membros inferiores por meio da movimentação da musculatura esquelética dos membros inferiores (para movimentação dos pés). Não deixa claro como a movimentação da musculatura impulsiona o sangue através das veias e não se pode concluir tampouco se sua explicação coincide com a do aluno (A5) que responde "*por causa do músculo*", "*ele contrai*", pois permanece uma lacuna nestas respostas do aluno que explique o fluxo de sangue a partir da contração da musculatura.

#### Transcrição

P - Então, mais uma coisa, ó, é importante. É importante, por que que recomendam, pessoas que, que nem eu, que fica de pé o dia inteiro, que dou aula, por exemplo, chegar em casa, colocar a perna assim para cima?

A3- Pra ajudar a circulação.

P - de que maneira que isso ajuda a circulação?

A - Ah, o retorno do sangue...pro local do, pro coração.

P - Do coração. Por uma artéria ou por uma veia?

A4 - veia.

A3 - Veia.

P - Por uma veia. Então, se eu ficar em pé o sangue não retorna para o coração?

A - retorna.

P - retorna.

A3 -Com dificuldade, né?

P - Mas, tudo bem, é mais, um pouco mais difícil também dele voltar, só que ele volta, se não todo mundo ficaria com o pé inchado, não é isso? Então, se eu ficar assim o que acontece com ele? eu facilito o transporte de sangue pelas? Veias (PI) no? a força da gravidade tem sobre o? sangue voltar pro? coração, certo? Tem um outro, uma outra coisa que é, pessoas que viajam de avião muito tempo uma viagem muito longa ou de ônibus numa viagem muito longa, o que acontece com a pessoa? Ela acaba tendo problemas na perna, de acumular o sangue na perna, fica difícil de ele voltar porque ficou sentado - eu pressiono alguns vasos aqui - de voltar o sangue pra cá. Então, começa a acumular, muitas vezes, o sangue na parte inferior, né, nas partes inferiores, na parte debaixo na perna.

A4 - dá a sensação de formigamento.

P - Isso. Às vezes, dá essa sensação de dormência na perna quando tá meio ruim a circulação na perna ou no braço, ou (PI) de mal jeito, às, você acorda com o braço (TI) isso muitas vezes, é problema de circulação, não problema de circulação, mas faltou um

pouco de sangue naquele (PI) lugar. Mas o que tão falando, hoje em dia, pra tentar melhorar esse problema de acumular sangue, é que as pessoas fiquem fazendo exercício com as pernas, um movimento com as pernas para cima, os pés. (PI) ao invés de deitar a perna pra frente (TI) eu faço o quê? Eu posso ficar movimentando o pé para facilitar a circulação. E por que que isso facilita a circulação? Se eu movimentar o pé assim? Lá embaixo, mas com o pé assim. Por que será que facilita?(silêncio) Heim? Vocês?

A5 – Por causa do músculo?

P – isso! o que que o músculo faz?

A5 – Ele contrai.

P– Perfeito. Como, como que, qual a , de que forma mais, eh, de que forma também isso aqui vem do pé aqui pra cima? De que maneira? Lembra que nos músculos do esqueleto, no músculo da gente mesmo, músculos que a gente não consegue mexer, que eles vão pressionando o sangue nas veias e vai ter que impulsionar pra cima e o sangue não volta pelas veias porque tem aquelas válvulas venosas, lembram? Então, se eu começar a mexer a perna, eu vou movimentar esses músculos e aí conseqüentemente o sangue começa a? fluir mais fácil pelas? veias até chegar no? coração. Então, eles pedem pras pessoas que vão viajar por mais de 1, 2 ou 3 horas, a gente chega até 12 horas num avião ou 12h num ônibus, vai ficar? sempre movimentando, esticando para movimentar esse músculo, para ajudar a? circulação, para não acumular sangue lá embaixo.

## **Seqüência 9**

Nesta seqüência, que se inicia após o professor sistematizar a explicação sobre o porquê de as artérias serem mais internas ao corpo que as veias, a questão proposta pelo professor refere-se ao motivo pelo qual a tomada de pressão arterial é feita no braço esquerdo aproximadamente à altura do coração. Essa nos parece uma questão pouco relevante em relação ao conteúdo que está sendo tratado.

Além disso, para que de fato essa questão propiciasse condições aos alunos para estabelecerem as relações por ela sugeridas, deveria ser precedida pela disponibilização de informações que os alunos poderiam não ter, tais como: o que significa medir a pressão arterial, como funciona o equipamento médico usado para esse fim e o comportamento físico do sangue como um fluído dentro de um sistema de vasos. Sem estas informações, chegar à resposta esperada pelo professor é, para os alunos, um esforço de elaborar hipóteses a partir de elementos insuficientes.

Além disso, o próprio professor demonstra não ter domínio de conteúdo suficiente nem para responder à questão e nem para lidar com a hipótese apresentada pelo aluno. Em sua reação à resposta do aluno, reconhecendo que ela faz sentido - sobretudo considerando-se os conhecimentos que, provavelmente, o aluno possuía sobre o assunto - nem a reconhece como uma resposta correta e nem explica porque não seria considerada correta. Quando apresenta a resposta que consideraria correta, não consegue esclarecê-la aos alunos, mesmo quando um

deles indica claramente qual lacuna estava presente em sua explicação ("e qual é a diferença de estar na altura do coração?"). Em sua resposta a esta questão, o professor usa termos vagos, imprecisos, demonstrando a fragilidade de seu conhecimento sobre o assunto:

*"(...) é, tem a ver com pressão, com a energia potencial (...), com a altura (...), porque a energia potencial, no caso a distância, a altura do sangue aqui e aqui é bem diferente (...) Talvez a energia fosse a mesma no corpo inteiro. Então, talvez, não tivesse tanta influência (...)"*

Ao final da seqüência, a sua fala parece indicar que toma consciência dessa fragilidade, de que essas relações não estão claras para ele, pois se justifica para os alunos afirmando que a questão não tinha importância, era só uma curiosidade.

#### Transcrição

P - Mas é assim, a gente vai medir a pressão onde? Aqui? Aqui? (indicando pontos do braço esquerdo, mais ou menos distantes em relação ao pulso) Em que parte do corpo a gente mede? A pressão? Geralmente aqui em cima, não é? Por que será que é aqui em cima?

A4 – Porque o sangue vem primeiro.

P – O que tem a ver? (TI)

A3 – Porque onde o sangue tá com mais pressão.

P – Será que tem diferença entre as pressões aqui e aqui? Um pouco, né? Porque até ele chegar aqui embaixo, ele perdeu um pouco de energia, batendo nas paredes do vaso..Só que, ó, é justamente aqui que tá na mesma altura do coração, por isso que medem aqui, para ficar na mesma altura do coração. Então, eu poderia medir assim o braço (deitado e com os pés e braços para cima) (PI)? Poderia fazer isso? (PI) aqui mesmo, com o pé pra cima?

A7 – Não.

P – Braço, assim, pra cima? Por que não?

A4 – e qual é a diferença de estar na altura do coração?

P – É, tem a ver com pressão, com a energia potencial que é igual nessa região, nessa região. (TI) com a altura. Então a altura aqui é a mesma daqui. Por exemplo, ó, se eu medisse a pulsação no coração, na perna, embaixo, seria igual? Não, porque a energia potencial, no caso a distância, a altura do sangue aqui e aqui é bem diferente. Agora se eu medisse deitado, se eu tivesse deitado, se eu tivesse deitado, o que ia acontecer? Talvez a energia fosse a mesma no corpo inteiro. Então, talvez, não tivesse tanta influência a gente colocar, a gente podia medir até aqui, agora, é a mesma altura do coração, certo? Isso é só curiosidade, na verdade. Então, vamos lá! É que uma aluna perguntou (TI) também.

## Seqüência 10

Nesta seqüência, o professor recorre a comparações entre o sistema circulatório dos mamíferos para descrever o sistema circulatório em peixes. A maior parte das perguntas que faz referem-se a conceitos específicos que foram trabalhados anteriormente (sangue venoso, sangue arterial, átrio, ventrículo etc.), e que deveriam ser utilizados pelos alunos para reconhecer (denominar) as cavidades do coração, determinar o percurso do sangue e o tipo de sangue que circula em cada trecho deste percurso no sistema circulatório de peixes.

Algumas questões exigem dos alunos um maior nível de domínio dos conceitos, ou seja, exigem não apenas a aplicação de conceitos, mas também a capacidade de formulá-los. A seqüência em que o professor faz as perguntas procura estabelecer relações causais para a definição do percurso do sangue pelo corpo dos peixes. Por exemplo: se uma cavidade do coração é identificada como sendo um átrio, conseqüentemente está associada a uma veia, o que significa que transporta sangue venoso; este sangue provém dos órgãos e, uma vez que é pobre em nutrientes, recebe oxigênio nos órgãos respiratórios antes de circular novamente pelos tecidos corporais e assim sucessivamente.

Nesta comparação entre os sistemas circulatórios de peixes e mamíferos, uma relação problemática que é induzida pelas intervenções do professor refere-se ao o tipo de sangue que circula pelas cavidades do coração. Como os peixes têm circulação simples, o único tipo de sangue que passa no interior de suas cavidades é o venoso. O sangue torna-se arterial somente após a passagem pelas brânquias e daí não volta para o coração para ser bombeado, segue para o corpo do animal. Diferentemente, nos mamíferos, os dois tipos de sangue (venoso e arterial) circulam pelas cavidades do coração. O sangue venoso que passa pelo coração segue para o pulmão e, posteriormente, já arterial, retorna ao coração para ser impulsionado para todo o corpo, caracterizando uma circulação de tipo dupla. Nesta seqüência, o professor, para manter sua narrativa em seqüência causal, propõe uma questão aos alunos para, com a sua resposta, justificar porque o sangue, nos peixes, sai do coração e vai para as brânquias. Esta questão é "*O sangue pode sair, daqui do coração, venoso?*". No entanto, no caso dos peixes, o sangue não só pode como, de fato, sai do coração venoso. A relação causal que a questão tem implícita (que o sangue deve sair do coração arterial para ser distribuído por todo o corpo) só é válida para os animais com circulação dupla, e este não é o caso dos peixes. Essa pergunta do professor pode induzir os alunos a estabelecerem uma relação direta entre o que ocorre com os mamíferos e os peixes, como parece indicar a resposta dada por um aluno a uma outra pergunta do professor:

*(...)Que sangue chega aqui no ventrículo? Ninguém quis falar pra mim...*

*A – arterial.*

*P – Bom, o sangue, a princípio, tem que sair arterial*

A resposta esperada pelo professor, e que estaria correta, é sangue venoso, que é o único tipo de sangue que circula pelo coração dos peixes. No entanto, entendemos que a resposta dada pelo aluno pode ter sido induzida a partir das relações que o professor estimula entre a circulação de peixes e mamíferos explicada acima.

Diferentemente do que é declarado pelo professor em sua entrevista, não são estabelecidas relações entre o tipo de circulação dos peixes e a taxa metabólica e tipo de respiração que estes animais apresentam. Os objetivos do professor, segundo o que ocorre nesta seqüência, restringem-se a uma descrição do sistema circulatório nestes animais.

### Transcrição

*P - Vamos lá. Vamos começar pelos peixes. Vamos ver como é o coração dos peixes (desenhando) Ó [refere-se à figura que está desenhando e que representa a circulação nos peixes], (TI) aqui com o nosso [mostra figura representando circulação em mamíferos] para comparar com o que nós vamos ver agora, (PI) o nosso, o que seja o nosso, o coração dos mamíferos (desenhando). Bom, esse aqui é o coração dos peixes. É estranho, não é? Quantas cavidades ele tem?*

*A (dois alunos) – tem duas.*

*P – tem duas cavidades, essa e essa , não é isso? Qual que é o átrio da direita, para vocês, vai, da direita ou da esquerda, qual que é o átrio? Ou os dois são átrios? Ou melhor, como é chamada a cavidade direita (TI) Olha, olha aqui, ó, o que é isso daqui ? [aponta, na figura representando a circulação em peixes, cavidades do coração]*

*A – uma veia.*

*P – É uma?...*

*A – Veia*

*P – Veia. Isso aqui é uma...?*

*A – veia*

*A – artéria.*

*P – artéria. Associada à veia tenho o quê?*

*A – Átrio.*

*P – isso. E esse é o? associado à veia, bom, a veia, o que a veia faz, então? Ela transporta sangue de onde pra onde?*

*A – Dos órgãos para o coração.*

*P – dos órgãos para o coração. Então, o sangue entra por onde? Ele entra por aqui, né, certo? O sangue entra por aqui, no coração. Então, isso aqui é o quê?*

*A – um átrio (alguns alunos respondem em tempos diferentes)*

*P – direito ou esquerdo?*

*A – direito.*

*P – isso aqui é o quê?*

*(interrupção na gravação)*

*P – o que acontece aqui? Pode chegar sangue arterial ou venoso aqui?*

*A – venoso. (alguns outros alunos respondem em tempos diferentes)*

*P – por que venoso?*

(alguns alunos falam, TI)

P - Por que é veia?

A - Não. (alguns alunos respondem em tempos diferentes)

P - eu posso falar que é o sangue venoso porque é veia?

A - Não.

A3 - Não.

P - Por que não?

A - (TI)

P - se eu (PI) da artéria veno, da artéria pulmonar, a artéria pulmonar transporta que tipo de sangue?

A - venoso.

P - venoso. Como que eu vou saber se é artéria ou veia? É o sentido do sangue nesse vaso. E eu acho (TI) etc., não é? Então aqui pode correr sangue venoso ou arterial? Eu vou dizer pra vocês que chega sangue venoso aqui [referindo-se ao átrio]. Então, nos peixes chega o sangue venoso, que vem de onde, então? Se chega sangue venoso, esse sangue vem de onde?

(TI)

P - Heim?

A - dos órgãos.

P - ele veio dos órgãos do peixe e entrou aqui. Então, veio dos? órgãos. E esse sangue aqui vai pra onde? Já que ele entrou aqui e ele é venoso, ele vai chegar (PI) de que maneira? Venoso ou arterial? Do átrio para ventrículo aconteceu alguma coisa com a circulação do sangue? Ele vai virar arterial agora?

A4 - Não.

P - Do átrio para ventrículo, ou não? (TI) Ele pode sair daqui venoso?

A - Não (baixo)

P - O sangue pode sair, daqui do coração, venoso?

A - ele não poderia sair venoso daí.

P - ãh?

A - ele não poderia sair venoso daí.

P - e agora, um momentinho, que eu tô segurando um negócio na minha mão.

A3 - ele tem que passar em um lugar pra...enriquecer ele de oxigênio.

A - Não. Pulmão não (risos)

P - Onde que vai passar?

A - Nas brânquias.

P - Nas brânquias, não é isso? Então, aqui vai chegar sangue no ventrículo esquerdo, ô, no ventrículo? Que sangue chega aqui no ventrículo? Ninguém quis falar pra mim

A - arterial.

P - Bom, o sangue, a princípio, tem que sair arterial.

A - Isso.

P - tem que chegar no corpo arterial, não é? Só que para chegar arterial no corpo, ele tem que passar por (TI) que são as brânquias, não é isso? Para oxigenar. Só que existe brânquias no coração?

A - Não!

P - Não! concordam? Então, ele vai chegar de que maneira no (PI)?

A5 - venoso?

P - venoso! Não tem o que fazer. Não existe uma brânquia dentro do coração, ou o coração, o coração é um órgão respiratório?

A - Não!

A - Não!

P – Então, vai chegar sangue venoso aqui e vai sair venoso pela artéria, tá vendo, ó? Então, para onde tem que ir esse sangue de qualquer maneira, agora? Ele vai sair por essa artéria, que eu vou chamar de artéria branquial (TI) e vai para onde? Vai pras...brânquias, vai pras brânquias (escrevendo). Chega sangue venoso nas brânquias e ele vai se transformar em que tipo de sangue?

A – arterial.

P – em sangue arterial que vai para os órgãos. Aí, sim, ó, chegou nos órgãos, o que acontece nos órgãos que sai sangue venoso agora?

A – Oxida.

P – Ah? Oxida o sangue?

A - (TI)

P – Isso. O que aconteceu aqui, ó? O sangue daqui, rico em oxigênio, deixa oxigênio onde? Nas células dos órgãos e retira das células dos órgãos o..

A – CO<sub>2</sub>

P – CO<sub>2</sub> (TI) então?

A4 – Da respiração celular.

P – a respiração celular de cada uma das células? dos órgãos. Então, aqui nas brânquias, o que acontece aqui, ó? Sai CO<sub>2</sub> para o ambiente mesmo e entra o quê? Entra oxigênio. Não é isso? O que que é aqui fora? O que que é aqui? Aqui é a água, né? Onde o peixe vive, certo? Tudo bem por enquanto?

### **Seqüência 11**

Nesta seqüência, a solicitação feita aos alunos é para que classifiquem a circulação nos peixes de acordo com três critérios: a permanência ou não do sangue em um sistema fechado de vasos sangüíneos (aberta ou fechada); a mistura ou não entre sangue arterial e venoso no coração (completa ou incompleta) e o número de vezes em que o sangue passa pelo coração para completar um ciclo (simples ou dupla). Estes critérios não são disponibilizados, no início da tarefa, na fala do professor, por entender que, como já havia explicado à turma a classificação para a circulação dos mamíferos, os alunos seriam capazes de lembrar-se e, por comparação, classificar a dos peixes. Portanto, é possível que os alunos tenham respondido às questões do professor, de forma correta inclusive, sem terem, de fato, feito uma classificação, mas simplesmente comparando as circulações de peixes e de mamíferos. Em outras palavras, se a circulação dos mamíferos tivesse sido classificada pelo professor, em aulas anteriores, como completa e a dos peixes lhes parecesse diferente, esta seria, então, incompleta. Certamente, nem todos os alunos que responderam o fizeram desta forma, no entanto, acreditamos que seja possível levantar essa hipótese porque nos parece que os alunos têm pouca consciência dos critérios, a concluir por suas respostas ao professor quando este lhes pergunta o que significa aberta/ fechada e completa/ incompleta. As respostas apresentadas nestas situações são vagas, pouco precisas e requerem a intervenção do professor para uma formulação mais correta. No entanto, mesmo nestas falas do professor, os critérios não são explicitados. O que se explicita é



uma descrição de determinados atributos da circulação que permitem classificá-la como uma coisa ou outra, mas não são explicitados os princípios aos quais está subordinada a escolha destes atributos, ou seja, os critérios. Entendemos que abordar uma atividade de classificação em um nível compatível ao dos conhecimentos científicos, requer mais do que aplicar a classificação a um grupo de objetos, requer um nível de consciência dos critérios, o que é superior ao uso que deles se faz.

### Transcrição

P - Vamos classificar a circulação dos peixes, então. Vamos dar um nome para elas. Quais são os tipos? Pode ser aberta ou? fechada. Ela é aberta ou fechada?

A4 – fechada.

A – Vixi! Fechada.

P – isso. Lembra que a gente viu que todos os vertebrados têm circulação fechada? O que significa ter circulação fechada?

A – Tem a presença de veias...(TI)

P – isso, o sangue permanece sempre dentro de? vasos. Aí eu posso (TI) ficar mais fácil, né? (TI) Então, a circulação é? fechada porque o sangue nunca sai dos vasos. O que sai dos vasos? São os nutrientes e os gases, e os resíduos também. É isso o que passam, o que passa através dos vasos, consegue sair e entrar. Mas o sangue, de maneira geral, não sai, não é isso? Ou seja, as células, os, as hemácias tão sempre onde? Sempre dentro dos vasos. Nunca saindo deles. Se saiu, eu corto aqui, logo o corpo trata de fechar isso daí para que não perca sangue sem parar, eu não posso perder sangue. Tem que permanecer ele sempre dentro de vasos. Fechada. Ela é completa ou incompleta? (silêncio) Nos peixes a circulação é completa ou incompleta?

A4 – completa.

P – Por que completa?

A – Porque te, deixa eu ver...eh...consegue passar (TI)

P – (TI) para comparar. Mas tá. Olha o nosso, olha os nossos órgãos (TI). Ela é completa ou incompleta?

A – Incompleta.

*P – completa? Por que completa?* [o professor compreendeu que o aluno havia respondido completa]

A – acho que é incompleta.

P – Então agora volta à definição do que que é completa e incompleta (TI)

A – Esse daqui não mistura, o sangue arterial não mistura com o sangue venoso.

P – Bom, completa é...isso (TI) completa. E incompleta é o quê?

A - Quando o sangue venoso mistura (TI)

P – quando existe mistura de sangue venoso com arterial onde?

A – em algum ponto.

P – Não. No coração especificamente. Não coloquei isso, acho?

A – Não! Você colocou no coração

P - No coração, no coração. E nesse caso aí, existe mistura de sangue venoso?

A – Então essa é completa e a do ser humano é incompleta?

P – A nossa é completa ou incompleta? Olha...o nosso é completa ou incompleta? (TI)

Mistura, no coração, o sangue?

A – (TI)

P – olha aí, olha no desenho de vocês, mistura ou não?

A – que sai, que existe uma veia que, que passa sangue venoso (PI) chega a, assim a se misturar sangue arterial e sangue venoso.

P – Não chega, chega?

A – não.

P – porque, ó, do lado esquerdo do coração é totalmente separado do lado direito, não é? O lado esquerdo só vai sangue arterial, do lado direito só vai sangue venoso, eles nunca se encontram, só ocorre o quê? A transformação deles, aí, sim, a transformação deles ocorre, nos órgãos. Mas por quê? Ora, entra oxigênio, ora CO<sub>2</sub>. (TI) perde CO<sub>2</sub> e ganha oxigênio. Nos órgãos é o contrário, perde O<sub>2</sub> e ganha CO<sub>2</sub>, não é isso? Então aqui, é completa ou incompleta? Aqui é?...com?...pleta. por quê? (TI) Porque não houve mistura de?

A – Sangue arterial com venoso.

P – sangue arterial. Com venoso. Ela é simples ou dupla?

A3 – Simples.

P - A nossa é simples ou dupla?

A3 – Dupla.

P - A nossa é...dupla. por quê? Cada vez que o sangue passa, o sangue passa uma vez por cada órgão, ele passa duas vezes pelo coração. Aqui, não, ó. O sangue passa, a cada vez que ele passa nos órgãos, ele passa uma única vez no coração, não é isso? Então, aqui é simples. Vamos rever aqui uma coisa, ó. Vamos ver nosso sangue, como que é. Nosso coração tá aqui. Aqui vamos supor que é o átrio esquerdo, átrio direito, ventrículo esquerdo, ventrículo direito, certo? (desenhando) Daqui do ventrículo esquerdo sai sangue de que jeito da gente? (silêncio) do ventrículo esquerdo sai sangue de que jeito?

A – arterial.

P - Arterial, né, que vai para onde? Arterial e vai para os órgãos do... corpo, não é isso? Nos órgãos

A – isso.

P - certo? Daqui (desenhando), ele sai de que man, ele volta de que maneira agora? Ele volta...

A - venoso.

P - venoso e vai pra onde?

A3 - Para o átrio direito.

P - Isso. Ele vai para o átrio...direito. Do átrio direito ele vai pra onde?

Ventrículo...

A - Esquerdo. Direito.

A - Direito. direito.

P - Direito, né? Não tem comunicação entre os dois lados. vai para onde agora?

A3 - Pulmão.

A - Pulmão.

(TI)

P - Ah, tá. Não, mas tem que ver o, isso aqui é como tá assim para vocês, é como acontece mesmo. Pulmão. Do pulmão vai pra onde?

A - Para o átrio esquerdo.

P - Do átrio esquerdo vai pra onde?

A - Ventrículo esquerdo.

P - Isso aqui é um percurso só, isso aqui tudo, certo? Vamos contar, vamos marcar um ponto aqui, ó, para começar, ponto de saída e chegada do sangue, certo? Cada vez que ele passa por um órgão, a gente vai gritar, tudo bem? Num único percurso, cada vez que ele passar por um órgão, a gente vai gritar, certo? Vamos ver? Vocês me ajudam? Então,

vamos lá! (traçando no desenho, com o giz, o percurso do sangue. Grita. Continua traçando o percurso até voltar ao ponto de início). Eu gritei quantas vezes? Eu gritei quantas vezes?

A – uma, uma.

P - Vou contar agora, no mesmo percurso, quantas vezes ele passa pelo coração, tudo bem? Vamos gritar juntos? (traçando no desenho, com o giz, o percurso do sangue. Grita. Continua traçando o percurso com o giz. Grita. Continua traçando o percurso do sangue até voltar ao ponto de início) passou quantas vezes?

A - duas.

P - Duas. Então, ó, num único percurso, o sangue passou duas vezes no coração e uma vez pelo? cada órgão do corpo, não é isso? E aqui, ó, (PI) vou marcar aqui 'saída' e 'chegada', num percurso só, (PI) vamos gritar quando ele passar nos órgãos do corpo. (traçando no desenho, com o giz, o percurso do sangue. Grita) ...pelo coração (Continua traçando o percurso com o giz. Grita). Olha lá, em cada percurso o sangue passou uma vez pelo coração e uma vez, também, pelos órgãos. Circulação, então...simples. A nossa circulação...?

A - dupla.

A - dupla.

#### **Aula 4 (12/12 – sala C): resolução de exercício**

Esta aula apresenta quatro seqüências interativas. Todas giram e torno de algumas questões elaboradas pelo professor a partir de um texto de História da Ciência. O texto, escrito por Descartes, descreve como este autor compreendia o funcionamento do sistema circulatório nos seres humanos. Após uma leitura do texto, o professor solicita dos alunos uma síntese, em seguida uma análise e depois que os alunos identifiquem as divergências entre o que o autor afirma e o que haviam aprendido em aulas anteriores sobre o sistema circulatório.

#### **Seqüência 12**

Nesta seqüência, o professor solicita que os alunos façam uma síntese do texto. Diante da aparente dificuldade dos alunos em apresentar esta síntese, o professor orienta os alunos para uma análise do texto, para que identifiquem as principais idéias nele contidas, o que constitui uma etapa anterior à síntese.

## Transcrição

P - ...legal, vamos estudar mesmo, leiam o texto em voz alta, vocês mesmos. Vocês pegam mais, mais coisas. (silêncio) Vamos ler então o texto. Aliás, ó, alguém lê o texto para mim, alguém pode ler?

A – TI

P – (TI) lê?

A - "Todos aqueles que possuem até mesmo o mínimo de conhecimentos médicos sabem como o sangue circula facilmente da veia cava para o lado direito do coração e daí é transportado ao pulmão pelo vaso que chamamos de artéria venosa e depois volta do pulmão para o lado esquerdo do coração pelo vaso chamado veia arterial e finalmente passa dessa para a grande artéria, cujas ramificações se estendem por todo o corpo. O novo sangue que entrou no coração é então imediatamente purificado da mesma maneira que o que o precedeu e é isso que causa a pulsação ou batimento do coração e das artérias, e este batimento se repete conforme o novo sangue entra no coração. E é isso também que produz o movimento do sangue e causa o fluxo constante e rápido em todas as artérias e veias, enquanto carrega o calor que adquire no coração para todas as partes do corpo" (TI).

P – (...) Bom, se eu tivesse que...se eu tivesse agora que explicar para alguém ou resumir isso que a gente leu aqui, o que eu poderia falar pra pessoa? (silêncio) Resumir a idéia só, sem, sem... julgar se está correto ou errado, o que tá certo, o que tá errado. Se tivesse que explicar para a pessoa o que o Descartes falou, nesse pedaço.

A - O entra e sai do sangue do coração é que faz ele bater.

P – Ele falou só isso? Ele falou isso.

A – Resumidamente

(silêncio)

P – O que mais? Alguém acha outra coisa? Não está errado, não, está correto...

(silêncio)O que ele explicou aí? (tempo) Como...ele supunha que era no? corpo humano, certo? Vamos ver parte por parte dele agora aqui, agora. Vamos ver...conseguem extrair quantas idéias ele expôs aqui?

(silêncio)

A – Veia, artéria...

P –Como assim?

A – Entrou na veia, entrou na artéria... (TI)

P – Ele mostrou o quê? Qual a idéia que ele mostrou aqui? Ele mostrou o caminho do sangue. Não foi? Isso é uma idéia que ele tá colocando aqui. Outra idéia era o quê? Que é o que a Érica falou que era como o coração... como o sangue, ele..., eh, flui através dos? vasos, tá certo?

## Seqüências 13 e 14

As duas seqüências interativas seguintes, embora tratando de conteúdos específicos distintos, apresentam semelhanças em relação à abordagem com a qual o professor trata as informações do texto, o que tem implicações sobre as oportunidades de aprendizagem que são criadas nestas seqüências.

A abordagem escolhida pelo professor é uma análise do texto que não parte da elocução, ou seja, da perspectiva do autor, mas sim de reconhecer, dentre aquelas idéias colocadas no

texto, alguns 'termos' que haviam sido tratados anteriormente. Em outras palavras, o texto é um pretexto para o exercício de memória, para que os alunos tentem lembrar-se dos 'nomes' que haviam aprendido em aulas anteriores (grande circulação, pequena circulação e os nomes dos vasos sanguíneos etc.). Nas questões que propõe sobre o texto, a ênfase que busca é nos "erros" cometidos pelo autor. Usamos aqui a palavra “erros” entre parêntesis, pois o professor deixa claro que estes não devem ser considerados erros no sentido de falhas que foram cometidas pelo autor, em outras palavras, o que hoje, à luz dos conhecimentos atuais pode parecer erro é, na verdade, o conhecimento que tinha em uma determinada época, a partir das observações que haviam sido possíveis. Um primeiro 'erro' é a denominação dada pelo autor a alguns vasos sanguíneos, diferente da que é utilizada atualmente. No entanto, o professor deixa claro que essas diferenças não devem ser vistas como erros, pois uma nomenclatura é passível de transformações, o que não quer dizer que as denominações anteriores estejam erradas. Outro “erro” são as explicações que o autor do texto oferece para a manutenção do fluxo de sangue. Para ele, esse fluxo é mantido pela purificação que o sangue sofre quando entra nas cavidades do coração e pela contração das artérias. De fato, essas explicações já não correspondem à realidade e hoje, devido à evolução do conhecimento na área, sabe-se que os batimentos cardíacos são gerados a partir de um estímulo autônomo.

Com esta abordagem na utilização do texto, as oportunidades de aprendizagem criadas restringem-se a 'recordação' - talvez para alguns alunos, memorização – de certos elementos do conteúdo, perdendo-se a oportunidade de aprendizagem de aspectos epistemológicos do conhecimento científico oportunizada por uma outra leitura. No entanto, é importante ressaltar que o professor parece conduzir a atividade dos alunos de uma forma que permita a estes completarem as etapas necessárias para a resposta às questões escritas: primeiro uma análise do texto, depois uma síntese e, somente após essa visão mais integral do texto, responder às questões. Neste sentido, é possível afirmar que o professor dá conta de oferecer aos alunos a assistência de que necessitavam para completar a tarefa que havia sido solicitada.

#### Transcrição da seqüência 13

P - Vamos olhar a primeira parte aqui. “Todos aqueles que possuem até mesmo o mínimo de conhecimentos médicos sabem como o coração está composto e como o sangue circula facilmente da veia cava para o lado direito do coração e daqui é transportado a outro vaso que chamamos de artéria venosa e depois volta para o pulmão, para o lado esquerdo do coração pelo vaso que chamamos de veia arterial e finalmente desta para a grande artéria cujas ramificações se estendem por todo o corpo. Que tipo de circulação ele falou aqui?” (silêncio) ...que tipo de circulação? (TI) tem vários, várias formas de classificar a circulação, umas quatro, por exemplo.

A – assim, se é completa, incompleta...

P – ele tá falando de circulação completa, incompleta aqui?

(alguns alunos respondem, baixo, “não”)

P - Ele tá falando de? pequena e grande circulação . Qual que é essa que ele se refere aqui?

A – Pequena, não?

P – se referiu (TI) a maior parte, à pequena. De onde a onde é a pequena circulação? (silêncio) Vamos destrinchar esse texto aqui, agora. (silêncio)

A – O sangue é do ventrículo direito ao átrio esquerdo?

P – Como que é? Desculpa.

A – tem que passar sangue do ventrículo direito ao átrio esquerdo?

P – isso, isso. Pode ser, mas aqui a parte que ele falou é, que vai da veia cava até? onde?

Até o lado esquerdo do? coração. Certo? Que daí já parte pra? grande circulação, certo?

Quem que é aqui, nesse caso, essa artéria venosa? A quem ele se referiu?

P – quando ele falou artéria venosa.

A1 – veia cava.

A – Artéria pulmonar.

P - A veia cava? Vamos lá. Todos aqueles papá-pá que o coração está composto e como o sangue circula facilmente da veia cava para o lado direito do coração. Ele colocou aqui, ó, olha o caminho que ele faz: veia cava (escrevendo)para o lado direito do coração e daqui para onde? Para essa artéria venosa e da artéria venosa pra onde?

A – Pulmão.

P – Para o pulmão e do pulmão para onde?

A – veia arterial.

P – para veia arterial. E da veia arterial para onde?

(TI)

A – Coração.

P - Para o lado esquerdo. Não é isso? E depois para a grande artéria. Com o conhecimento que tem hoje de anatomia e histologia humana, tá correto o que ele falou? vozes simultâneas:

A1– Não.

A – Tá.

A – Sim

P – ãh? Não? Qual o erro aí?

A1 – Artéria venosa não é artéria pulmonar?

P – vamos pensar, então, daqui. quem seria a que ele se referiu ? (silêncio). Essa artéria venosa. Quem seria ela? Bom, não pode ser a veia cava, porque a veia cava tá antes. Se não ele falaria a veia cava de novo. Ele não falou isso. Quem que é essa artéria venosa?

A1 – Artéria pulmonar?

(silêncio)

P– ãh?

A 1– a artéria pulmonar?

P – ela pode ser a artéria pulmonar? Artéria pulmonar (anota lousa). Quem seria essa veia arterial?

A – ãh?

P – quem seria essa veia arterial?

A2 – a veia pulmonar.

P – A veia pulmonar, concordam? Veia pulmonar (escrevendo)Tá errado o que ele falou? (silêncio)Poderia chamar de? Solange da Silva e pulmão vai da veia Cristina ferreira (TI). O nome é puramente para a gente se localizar, só. Então, de acordo com o

nome talvez ele tenha errado, mas o que que ele falou aqui? Por que será que ele falou artéria venosa? Não parece uma contradição isso? Parece uma contradição ou não parece?

A – parece! (alunos acenam sim com a cabeça)

P – parece? Mas eu posso achar um sentido correto para ele falar artéria venosa? (silêncio)

A3 – carrega sangue venoso.

P – não entendi. (silêncio)O que você falou? Pode falar.

A3 – que carrega sangue venoso?

P – Isso, que carrega sangue venoso. É uma artéria. É uma artéria?

A – É.

P - É, é artéria pulmonar que carrega sangue?

A – venoso.

P - venoso. Não tava errado. Ele acertou. O caminho tá certo, não tá? Vai da veia cava para (TI) do coração...

A4 – lado esquerdo, não é?

P – Ah?

A4 – lado esquerdo.

P – vamos ver aqui, ó (desenhando) Qual lado do coração é mais musculoso? Qual ventrículo é mais musculoso?

As – esquerdo.

P – é o esquerdo, não é? Olha aqui, ó, o que vou fazer aqui? Desenhar aqui muito mais musculoso. Se o esquerdo é muito mais musculoso, o que eu posso imaginar dele? Tem que bombear o sangue mais fortemente ou mais, ou menos forte?

As – Mais forte.

P - Com mais pressão?

(alunos dizem “com mais pressão”)

P - Tem que ser com mais pressão, não tem? Se é com mais pressão, aqui no átrio esquerdo, para onde vai isso daqui? Vai para todo o?

(alunos dizem “corpo”, baixo)

P - corpo. Portanto deve ter sangue arterial ou venoso aqui dentro?

A1 – arterial.

A2 – arterial.

P – deve ter sangue? Arterial, que vai por aqui, vai para o corpo e volta para onde? Volta por aqui pelo lado? direito, trazendo o sangue?

(Alunos dizem “venoso”)

P - venoso. O problema é: o sangue venoso aqui, ele vai sair por uma? artéria que chamou artéria venosa, talvez porque ele soubesse já que aqui transportava sangue?

A – venoso.

P – Venoso. Uma artéria que carrega sangue venoso. Talvez esse nome aqui esteja correto, então. Artéria venosa, porque carrega sangue venosos. E esse daqui? É uma veia? Arterial. Por que será? Porque é uma veia que vai de um órgão que é o pulmão de volta para o? coração, que carrega sangue?

(Alunos dizem “arterial”)

P - arterial, certo? (TI) o lado esquerdo do coração, aqui, ó, ele volta para o lado esquerdo do coração e pode mandar sangue arterial para o corpo inteiro, certo? Quem que é essa grande artéria?

(Alunos dizem “aorta”)

P - Essa daqui é a? aorta. Artéria aorta, certo? Que indicações aqui, que parte do texto ele dá a indicação de que realmente é a grande circulação?

A – É a grande ou é a pequena?

P – Não, a primeira parte é a pequena circulação, a primeira parte, a gente falou (PI) aqui. Mas agora, qual a indicação que ele falou no texto referente, então, à grande circulação, agora?

A – Grande artéria que se estende por todo o corpo.

P - Concordam? (silêncio) Alguém mais achou isso daí? Ó, grande artéria cujas ramificações se estendem por todo o corpo. Que é essa a? Eh, circulação? sistêmica ou? grande circulação, que ela vai do lado esquerdo do coração, do ventrículo esquerdo, daí através da aorta ela vai para todo o corpo levar sangue? arterial, certo? Então, esse trecho do, do, esse trecho aqui que está correto, a princípio, certo? Vamos ver outro trecho, embaixo. Bom, aí vamos ver a letra a. Nós já respondemos a letra a. Poucas pessoas conseguiram responder as questões do simulado. A, pelo conhecimento atual sobre anatomia a quais vasos sanguíneos Descartes se referiu quando ele nomeou de artéria venosa, veia arterial e a grande artéria? Respondemos já, não foi? No vestibular como deveria fazer isso aqui? Como são muitas afirmações, melhor coisa. Letra a o que eu ponho? Artéria venosa se refere a? artéria pulmonar, veia arterial se refere, põe o nome na frente e coloca depois coloca. Não precisa ficar escrevendo também artéria venosa, artéria pulmonar que leva o sangue pápápá... não precisa colocar tudo isso. Vocês vão acabar errando se colocar muito mais coisas, ou melhor, aumenta a chance de errar se colocar mais coisas. De repente a pessoa vai corrigir vai achar que vocês não sabem por que se eu perguntei o que você gosta de beber no almoço? Ah, eu adoro macarrão, feijão, papapá e um suco. Você entendeu a pergunta que eu fiz? Talvez entendeu, mas respondeu outra coisa, não respondeu? Que gosta de suco, só que a resposta não coloquei macarrão, feijão, papapá. Não é essa a pergunta, então isso pode tornar a resposta errada, concordam? Então respondam somente aquilo que foi perguntado. Então, a artéria venosa hoje em dia ou o conhecimento de anatomia se refere pápápáà artéria pulmonar, a veia arterial se refere a (TI) se refere à artéria aorta. Acabou a resposta, não precisa ficar enrolando com mais coisa. Tem que pensar que no vestibular eles vão corrigir mais de 3 milhões de provas, não vão querer uma resposta muito longa geralmente, então ponham o mínimo possível que responda o que perguntou, só. Não fica enrolando, corre o risco de errar um monte de coisas depois.

Transcrição da seqüência 14

P - Bom, vamos responder a B agora. Para Descartes o que causa o batimento cardíaco e das artérias? primeira pergunta. Agora procura no texto isso.

A – Quando o sangue entre no coração? (tom de quem procura confirmação da resposta)

F – ãh?

A - Tá dizendo que os batimentos repetem-se conforme o novo sangue entra no coração

P – Perfeito. É isso (TI). Como ele chama o que acontece aí?

A - Pulsação e batimento (TI)

P - Para o Descartes, o que acontece quando, então, o sangue entra no coração? Pro Descartes?

(ouvem-se vozes que dizem “purificação”)

P - Ele é? purificado. O que será que quer dizer isso?

A - Fica (TI) carregado de O<sub>2</sub>?

P - Talvez seja isso, né? Ele acha isso. Talvez ele achasse que o sangue se transformava em arterial quando passava pelo coração. Parece que é isso que ele entende. Qual o erro? Ou melhor, o que acontece com, qual a modificação que o sangue sofre quando passa pelo coração? Qual modificação o sangue sofre quando passa pelas câmaras do coração?



A1 - Nenhuma. (alguns outros também dizem)

P - Ãh?

A1 - Nenhuma.

P - Não ocorre nenhuma modificação com o sangue no coração?

A5 - quimicamente não, né?

P - Quimicamente? (ouve-se um “ts ts”). Nenhuma perfeito. Fisicamente, ocorre?

A1 - Pressão.

P - A pressão, né? Que pode ser mais rápida ou mais devagar, mas modificação química não ocorre nenhuma com o sangue no coração, certo? Ou melhor, quando ele passa pelas câmaras do? coração. Porque ele pode passar nos músculos do coração como um órgão, não pode? Lembram disso? Como o coração consegue ter energia para bater ou para contrair os músculos? Só se chegar sangue nele, mas não o sangue que vem por aqui e sim o sangue quê? Vem da, da aorta e se abre uma arteriazinha e vem para cá, ó! Quem que é essa artéria? Artéria coronária, que vai irrigar o músculo sangüíneo e não passar pelas cavidades do coração, certo? Aí sim, haverá modificações, mas se não passa pelas cavidades do coração não sofre nenhuma modificação. Então, para Descartes o que causa batimento cardíaco e das artérias? É a entrada de sangue no? coração e a sua? purificação, é essa a resposta. A segunda parte da questão B, ainda: Corrija o pensamento de Descartes de acordo com os conhecimentos atuais de biologia e anatomia humanas. O que tinha de errado nessa idéia dele?

A1 - Que o coração purifica o sangue.

P - Isso, o coração não purifica o sangue, certo? Bom, começou, super, super, como se diz... arrogante, no começo, “qualquer um sabe que funciona (TI) tá errado, coitado, só que ele não tinha o conhecimento que a gente tem hoje (TI) ele chegou bem perto. Mas como que eu vou corrigir essa frase dele? Além de falar que o sangue não é purificado no coração, como posso deixar isso, não ocorre nenhuma alteração química no sangue quando ele passa pelo coração, certo? O que tá mais errado aí? Ou como que eu explico como que é o batimento ou a pulsação no sangue? Como o sangue é pulsado?

A3 - Pelo músculo.

P - pelo músculo? que músculo?

A - (TI)

P - Ãh?

A1 - Miocárdio.

P - Miocárdio? É, o miocárdio. É um músculo, miocárdio é um músculo cardíaco. (TI) Mas o que tem que acontecer com o músculo cardíaco para haver a pulsação do sangue?

A5 - Contrair.

P - Ele tem que? Como que é?

A - (TI) contrair (TI)

A - Contrair e? relaxar?. Como chama esse nome aqui mesmo?

A2 - Sístole e diástole.

P - Sístole e? diástole. Ele recebe sangue - diástole e depois bombeia o sangue - sístole, que é contração e? relaxamento do músculo? cardíaco. Então é assim que bombeia o sangue... Tem mais um erro aqui, grande, nessa mesma frase, achem aí. Esse é mais sutil. Vou ler alto para vocês a segunda parte. “O novo sangue que entrou no coração então imediatamente purificado, da mesma maneira que o que o precedeu”, ou seja, aquele que veio antes (TI) do coração. Daí, o que chega lá é purificado, tá errado isso. A gente já viu isso. E é só isso que causa a pulsação ou o batimento do coração e das artérias.

A1 - (TI) [provavelmente, o aluno referiu-se ao "é só isso que causa a pulsação"...] ]

P - Ãh?

A – (TI)

P - A gente viu que não é, nem é isso na verdade, né? Então, não é só isso, nem é isso mas tem outro erro aí, nessa mesma frase.

A – (TI)

P – Isso! Ouviu o que ele falou? Ouviu, Cristiane? Ele falou o batimento das artérias. Alguma, a artéria tem contração? que permita o sangue correr por elas? Sim ou não? (alguns alunos dizem “não”)

P - Não tem. Como que o sangue circula pelas artérias, então, se elas não conseguem bombear?

A – (TI)

P - Por pressão de quem?

A – (TI)

P - pela própria força do? Ventrículo? Esquerdo (TI) que falou. Foi você quem falou?

A3 – Fui eu.

P - Que bom. Então, como que o sangue flui através das artérias?

A (TI)

P - (TI) Como que ele conseguiu fluir? pelas artérias? Porque houve batimento do coração que? impulsionou o sangue e ele vai percorrer as artérias. Ele (TI) alguma, nesse ponto, coisa importante. A artéria, ela é? Elástica. Ela recebe o sangue e depois se fecha de novo, isso daí impulsiona um pouquinho o sangue pelas artérias, certo?(...).

(sinal de que a aula acabou)

### Seqüência 15

Nesta seqüência, toda ela em torno de uma dúvida apresentada por uma aluna, a narrativa do professor busca estabelecer relações causais para explicar/ apresentar o percurso do sangue na circulação dos mamíferos. Isso porque o professor havia compreendido que a aluna não havia entendido este percurso. Basicamente, o professor descreve o percurso do sangue usando uma abordagem que é comum no ensino de Fisiologia, que é a de justificar o funcionamento do organismo a partir das necessidades que ele tem para sobreviver . Um exemplo de como o professor faz isso nesta seqüência é: o sangue tem de passar pelo coração porque precisa de adquirir pressão para fluir através dos vasos; o sangue tem de passar pelos órgãos porque estes precisam de nutrientes como o oxigênio que estão presentes no sangue; o sangue tem de passar pelos pulmões porque precisa receber o oxigênio e etc.

#### Transcrição

A – Como chama a grande artéria?

(ouve-se, baixo, “aorta”)

P - Como chama a grande artéria? Como chama?

A – não sei nada disso daí.

P – Por que será que chama aorta? Por que que é ess, não porque que chama aorta, não dá pra saber, (TI) quiser porque alguém colocou esse nome, mas como que eu atribuí o

nome grande artéria à artéria aorta? O que me deu no texto, eh, indicativos que me permitissem chegar a essa conclusão? (silêncio) Falei com você, Érica.

A – Eu? Ah, eu não entendo, é um negócio que vai para um lado, outro negócio que vai para outro, depois volta... Tá um rolo na minha cabeça, confundo tudo isso daí...entra de um lado, depois sai sangue venoso, aí sai pro pulmão, depois volta para não sei quê.

Embananou tudo... na minha cabeça tá um rolo

P – qual é a função do coração?

A – Bombear sangue.

P – Bombear sangue, né? Se não houvesse coração haveria bombeamento do sangue? (ouve-se “não”)

P - Não haveria. Então, portanto, a função de passar sangue pelo coração sempre é o quê? (silêncio) Qual é a função do sangue passar pelo coração, então?

A – Ser bombeado.

P – É ser bombeado, certo? O que acontece com um sangue quando passa por um órgão? Por que o sangue passa pelo órgão? Ou por um órgão, né?

A – Levar nutrientes e oxigênio.

P – Levar nutrientes e oxigênio. Então, ele leva oxigênio para o órgão. O que acontece com o oxigênio? Fica no órgão, não é isso? E o órgão elimina CO<sub>2</sub> no sangue. Esse sangue pode agora, rico em CO<sub>2</sub> e pobre em oxigênio, ele pode voltar para um órgão de novo?

A – (acena que não com a cabeça)

P – Não. Por que não? (silêncio) Por que não?

A - Porque o dever é voltar para o coração, não, ah, sei lá porquê.

P – Não. Por que o órgão, o, o sangue que tá sem, perdeu uma grande parte de oxigênio e ficou cheio de gás carbônico e não pode voltar para o órgão de novo?

A - Porque ele tá pobre em nutrientes.

P - Pobre em nutrientes e pobre em O<sub>2</sub>. Adiantaria ele voltar? Pra um órgão? Não.

Então, para onde vai esse sangue, agora? Ele volta para o coração, porque o coração tem, que bombear isso de novo. Só que não (PI) bombear para o órgão, porque ele não tem como ir para o órgão. Então, para onde deve (PI) esse sangue agora?

A - Pulmão?

P - Por que para o pulmão?

A - para pegar oxigênio.

P - Para eliminar CO<sub>2</sub> e pegar oxigênio, não é isso? Então, o sangue voltou para o coração, ou por aqui[indicando, no desenho na lousa, uma das cavidades do coração], ou por aqui, tanto faz, mas vamos falar o certo agora, tanto fazia, né, se ele voltasse por aqui ou por aqui. A gente sabe que ele volta pelo lado direito, mas podia ser pelo lado esquerdo, não podia? Podia, mas o correto, a gente conheceu, sabe hoje em dia, é que ele volta pelo lado direito, certo? Vou por pra cá. Aí, vai para onde? Como ele está pobre de oxigênio, ele vai para onde agora? Para o pulmão, no pulmão ele elimina CO<sub>2</sub> e recolhe mais oxigênio e já pode mandar para os órgãos já? O pulmão tem forças para mandar o, o sangue para os órgãos? Não tem força. O que ele faz? Volta para quem? Para quem tem essa função, que é o coração e aí ele pode mandar para os órgãos de novo. Aí quando chegar nos órgãos do corpo o que acontece? De novo fica pobre em oxigênio e volta para o coração de novo, aí é o percurso. Entendeu?

A - mas eu, eu não consigo guardar o nome, esse negócio de..., qual é a veia arterial, vai para onde a veia venosa...

P – Não, hoje em dia, a gente não (PI) não chama assim mais, a gente não chama assim mais. Daí chama de quê? De artéria e veia, mas qual é? cava, aorta, pulmonar, carótida

e mais um monte de nome (TI), agora. (dá instruções para a monitora fazer desenho do coração e explicar para a aluna em sua carteira).

#### 4.3 Os conteúdos de ensino nas seqüências interativas: análise e discussão

A partir dos dados apresentados, parece-nos evidente que o domínio da estrutura conceitual do conteúdo de ensino e os conseqüentes problemas de planejamento são elementos que comprometem as intervenções do professor enquanto mediadoras das oportunidades de aprendizagem pretendidas.

Primeiramente, é preciso esclarecer como pudemos nos aproximar da estrutura de conceitos apreendida das falas que se estabelecem entre professor e alunos e a partir de quais critérios avaliamos o domínio que o professor apresenta das relações entre os conceitos científicos que são objeto de seu ensino. Para isso, recorreremos à caracterização do processo de pensamento formulada por Petrovsky (1980) – análise, síntese e generalização - e a alguns elementos apontados por Vygotsky (1993) relativos à estrutura dos conceitos científicos.

Consideramos que para o professor selecionar e estruturar o conteúdo de ensino deve realizar uma análise dos elementos que o constituem (identificá-los), elaborar uma síntese (relacioná-los) e fazer uma generalização (a partir da identificação dos elementos e relações substanciais, estender a todos os casos aos quais se aplicam). Essas operações intelectuais são dependentes do nível de consciência que o professor tenha dos conceitos e relações subjacentes ao conteúdo científico em questão. Isso porque, retomando o que afirma Vygotsky (1993) a respeito da estrutura de comunalidade dos conceitos científicos, é esse nível de consciência da estrutura conceitual que determina quais as operações intelectuais são possíveis ao sujeito realizar com os conceitos que possui. Assim sendo, quanto mais desenvolvidas estiverem para o professor as relações de comunalidade relativas a um determinado conteúdo, maior será sua habilidade para selecionar, organizar, relacionar e destacar as idéias centrais referentes àquele conteúdo.

Nossa análise nos permitiu identificar algumas características no desenvolvimento do conteúdo científico por parte do professor que parecem comprometer as oportunidades de aprendizagem pretendidas. São quatro características, que serão descritas a seguir.

Uma dessas características é a ênfase em conceitos ou relações que não são os fundamentais para os tópicos de ensino em questão. Em algumas seqüências interativas, as questões do professor insistem em aspectos do conteúdo que, embora corretos, não são os mais relevantes, mais centrais. Considerando que o ensino dos conceitos científicos deve orientar os alunos para uma generalização teórica e considerando, ainda, que o tempo, como apontado pelo

professor em sua entrevista, é um fator que limita suas possibilidades de diálogo com os alunos, as questões propostas aos alunos deveriam estar centradas nas relações fundamentais e não em aspectos secundários do objeto de conhecimento.

Outra característica, e que diz muito a respeito de como o professor entende as relações entre os conceitos, é a seqüência que estabelece para a organização dos elementos do conteúdo. Essa seqüência interfere de forma significativa nas possibilidades dos alunos estabelecerem ou não as relações que são solicitadas pelas questões do professor. Isso pôde ser verificado nas seqüências interativas nas quais se levanta como hipótese que os alunos não conseguem responder às questões propostas pelo professor por não estarem disponíveis elementos que seriam objeto de estudo em aulas posteriores. Ou seja, ao propor estas questões aos alunos, o professor pareceu não ponderar suficientemente as relações entre os elementos de conteúdo necessários para respondê-las e o quanto essas relações eram compatíveis ou não com a organização que havia adotado para o desenvolvimento do conteúdo.

Uma terceira característica refere-se às condições que o professor oferece aos alunos quando deles solicita que cheguem a uma conclusão a partir de determinados conhecimentos - ponderar informações e levantar hipóteses, como ele declara em sua entrevista. Estamos nos referindo aqui às idéias que o professor disponibiliza (ou não) aos alunos para que cheguem às conclusões desejadas. Como apontado na leitura analítica de algumas seqüências interativas, o professor algumas vezes não disponibiliza todos os elementos do conteúdo que são necessários à resposta esperada ou disponibiliza elementos que não são os relevantes. Ou seja, permanecem lacunas na proposição das perguntas aos alunos e, conseqüentemente, esse tipo de questão acaba por não exercer a função planejada pelo professor que é, como ele declara, fazer com que os alunos pensem, pois só consegue respondê-la o aluno que, devido a seu repertório de conhecimentos prévios, possui os elementos/ informações que o raciocínio para a resposta demanda, mas que não estão disponíveis na interação de forma explícita.

A apresentação de determinados elementos do conteúdo como termos e não como conceitos é uma outra característica da narrativa do professor que se relaciona com seu domínio da estrutura conceitual. De acordo com Edwards (1997), a apresentação do conteúdo em termos e não em conceitos leva ao estabelecimento da forma de conhecimento denominada por ela de tópica. Os termos, diferentemente dos conceitos, não são apresentados a partir das relações lógicas e hierárquicas com outros conceitos. Os termos são simplesmente palavras com as quais se denomina algo, nas palavras de Edwards (1997) são palavras que definem um *topos*, ou seja, um lugar. Ou seja, quando os elementos do conteúdo apresentam-se como termos e não como conceitos, os seus significados não estão sendo considerados. Para apresentar conceitos é

necessário que se tenha um domínio consciente sobre a generalização representada pela palavra e do sistema de relações do qual fazem parte estes conceitos.

Uma outra característica na narrativa do professor referente ao desenvolvimento do conteúdo científico - e esta, parece-nos, mais central pois permeia todas as seqüências interativas e está diretamente relacionada ao objeto do ensino escolar - é a ausência de condições para que os alunos apreendam a generalização teórica da qual fazem parte os conceitos que estão sendo disponibilizados. É possível, ainda, levantar algumas hipóteses para explicar a ausência destas condições.

Conforme aponta Davidov, 1972 e 1986, *apud* Rubtsov, 1996, o ensino escolar está voltado para a construção do saber teórico, ao qual corresponde um tipo de pensamento que é o pensamento teórico. Dentre as características apontadas por estes autores para descrever o pensamento teórico, está a generalização teórica. Diferentemente da generalização empírica, que se dá mediante uma comparação entre os objetos pertencentes a uma classe e suas representações, a generalização teórica ocorre mediante a identificação da relação abstrata que permite incluir determinado objeto em uma classe. Em outras palavras, é a identificação da relação particular-particular mediante uma relação geral<sup>7</sup>. Portanto, quando se trata de ensinar algo que é produto do pensamento teórico sobre a realidade, trata-se de ensinar as formas pelas quais esta realidade foi organizada em categorias de pensamento, que são entidades abstratas. Ou seja, não basta apresentar essas categorias e oferecer exemplos delas, é necessário explicitar as relações gerais as quais permitiram construí-las. Além disso, explicitá-las pode criar condições para que os alunos, ao lidar com outros sistemas de conceitos, busquem identificar os princípios gerais que organizam essas outras estruturas conceituais.

Rubtsov (1996), explicando com base em Davidov as diferenças entre a elaboração do saber empírico e do saber teórico, afirma:

---

<sup>7</sup> A relação geral, por exemplo, que permite identificar a relação entre todas as células dos seres vivos não advém de uma comparação de semelhanças morfológicas entre elas, embora elas existam. A relação geral, e que corresponde à generalização por detrás do conceito de célula, é que as células são as menores unidades que podem ser consideradas vivas, o que permite defini-las como as unidades morfo-fisiológicas dos seres vivos

*"O conhecimento empírico é elaborado quando se comparam os objetos às suas representações, o que permite valorizar as propriedades comuns dos primeiros (...) Já o saber teórico repousa numa análise do papel e da função de uma certa relação entre as coisas no interior de um sistema" (ibid., p. 129)*

Esse tipo de generalização não está presente nem nas explanações e nem nas questões do professor e são ilustrativas as situações em que solicita dos alunos definições/ conceituações e nas quais o objeto de ensino e de aprendizagem são categorias de classificação biológica.

Sobre a primeira situação, na aula 1, por exemplo, em que o professor apresenta aos alunos os três tipos de vasos sanguíneos, o princípio a partir do qual os vasos sanguíneos são categorizados (que é a função de cada um deles) não é explicitado. Obviamente que a função dos vasos sanguíneos está presente porque faz parte da definição, no entanto, não se explicita que é este atributo dos vasos sanguíneos (a sua função) que constitui o princípio para a sua classificação. Se partirmos da suposição de que o professor é capaz de responder corretamente se questionado sobre qual seja este princípio, podemos levantar três hipóteses para explicar porque este princípio não é explicitado aos alunos: ou o professor considera que isto (a explicitação do princípio) não é relevante para ensinar aos alunos; ou este princípio não está disponível na consciência do professor de maneira que possa considerá-lo na preparação ou no desenvolvimento da aula; ou, para ele, bastam as definições para que este princípio esteja disponível aos alunos. As causas deste comportamento do professor (o de não explicitar o princípio, embora tenha conhecimento dele) podem ser atribuídas ao nível de consciência que tem o professor deste princípio; aos conhecimentos do professor em relação às particularidades do conhecimento teórico; às concepções do professor sobre o ensino e a aprendizagem de conhecimentos teóricos. O nível de consciência do professor em relação ao princípio organizador das categorias pode ser insuficiente para que ele se dê conta de sua relevância para o ensino. Por outro lado, sem conhecimentos sobre a estrutura da generalização teórica e nem sobre as condições que devem ser oferecidas pelo ensino para que os alunos se apropriem desta estrutura, é realmente improvável que o professor considere esse aspecto no preparo e desenvolvimento de suas aulas.

Sobre a segunda situação, um exemplo ocorre na aula 3, a qual tem como objeto de ensino um sistema de categorias de classificação biológica. Nesta aula, o que parece ocorrer, na realidade, é uma atividade de comparação entre dois objetos (os sistemas de circulação em mamíferos e em peixes). Para que se criassem as condições favoráveis a uma atividade de

classificação, ou mesmo de ensino de categorias de classificação (aliás tão comuns em Biologia), entendida como atividade de generalização teórica, seria necessário que, primeiramente, se explicitassem os critérios de classificação. Nestes termos, classificar o sistema circulatório dos peixes, por exemplo, em simples ou duplo, não se restringiria a compará-lo com o sistema circulatório dos mamíferos (conhecimento específico que já havia sido conteúdo de ensino em aulas anteriores) e, a partir de uma semelhança ou não com este último, identificar a qual categoria pertencia. Essa classificação deveria partir do critério, a saber, o número de vezes em que o sangue passa pelo coração para completar o trajeto coração-órgão respiratório-tecidos corporais. Esse critério, em outras palavras o princípio organizador das categorias dentro deste sistema<sup>8</sup>, corresponde ao que Rubtsov denomina de "*função de uma certa relação entre as coisa no interior de um sistema*" (1996, p. 129) Para a situação exemplificada aqui também é possível formular as hipóteses que foram levantadas para explicar o comportamento do professor na situação descrita no primeiro exemplo. Ou seja, embora o professor possa ter conhecimento dos critérios que são usados para a classificação dos sistemas circulatórios de vertebrados, esse critérios não são explicitados aos alunos ou devido ao nível em que estão presentes na consciência do professor (relação do professor com o conhecimento) ou porque lhe faltam conhecimentos pedagógicos que lhe permitam orientar os alunos para este tipo de generalização (relação do professor com conteúdo a ser ensinado).

Em síntese, é possível fazer algumas afirmações sobre como a estrutura de conteúdo específico interfere nas oportunidades de aprendizagem pretendidas.

Primeiramente, parece interferir de forma significativa o nível de consciência/ reflexão do professor em relação à estrutura de conteúdo que transforma em objeto de ensino. Quanto maior o nível de consciência dos conceitos e relações entre eles, melhores são as condições para que o professor planeje aulas expositivo-participativas de forma a dar ênfase, de fato, aos aspectos mais relevantes e a adequar as suas questões, e intervenções de modo geral, à estrutura de conteúdo que é objeto de ensino.

---

<sup>8</sup> Sistema de categorias quaisquer



Em segundo lugar, também é possível afirmar que há conhecimentos pedagógicos que podem elevar este nível de consciência do professor, a despeito do tipo de formação que ele tenha tido nas disciplinas de formação específica<sup>9</sup>. Tais conhecimentos referem-se às particularidades da estrutura dos conceitos científicos e à sua aprendizagem, bem como conhecimentos sobre planejamento de ensino. Estes conhecimentos podem auxiliar o professor, principalmente na etapa de planejamento, a ter maior clareza de quais são as idéias relevantes, quais as relações hierárquicas entre elas, quais os princípios organizadores das categorias de que tratam, quais e de que tipos são as relações que subjazem à estrutura de conceitos etc.

#### 4.4 Descrição e análise das formas de intervenção do professor

A análise das oportunidades de aprendizagem que são oferecidas pelo professor na interação com os alunos completa-se com uma análise das formas pelas quais as suas intervenções efetivam-se em sala de aula. Estas formas referem-se ao tipo de discurso e de relação com o conhecimento que são estimulados pelas intervenções. Para atingir esse objetivo, nesta segunda parte da análise, procuramos: identificar as semelhanças, no aspecto formal, entre as diferentes intervenções do professor a fim de caracterizar alguns padrões no seu comportamento instrutivo; analisar estes padrões a partir dos elementos da *'responsiveness'* docente (Scott, 1997b, *apud* Scott, 1998), das formas de interação em sala de aula (Mercer, 1996) e das formas de relação com o conhecimento (Edwards, 1997).

As categorias definidas por Edwards (*ibid.*) e por Mercer (*ibid.*) nos nortearam na análise dos padrões de interação, no entanto, concordando com estes autores que essas categorias não esgotam todas as possibilidades de interação em sala de aula, elas serviram apenas como pontos de partida para inferir a respeito do tipo de fala e de relação com o conhecimento que o professor estimula por meio de suas intervenções.

Para proceder à identificação e descrição dos padrões de interação nos baseamos nas descrições das intervenções do professor apresentadas por Scott (1998). Primeiramente,

---

<sup>9</sup> Tomamos como pressuposto que a maior parte dos cursos de licenciatura apresentam disciplinas de formação específica que privilegiam uma relação do aluno com o conhecimento pautada na memorização de fatos e definições e não em uma compreensão dos princípios organizadores dos sistemas de categorias específicos da área.

buscamos identificar, em cada seqüência interativa: os tipos de questões feitas pelo professor; com que objetivos foram por ele utilizadas para que auxiliassem os alunos na apropriação do conhecimento científico; e quais as formas de reação do professor diante das respostas/intervenções dos alunos (se considerou ou não estas repostas, se procurou explorar seus significados, se recorreu a analogias/ explicações, se recorreu a novas perguntas etc.). Estamos considerando questões de tipos diferentes em função das ações cognitivas (operações intelectuais) que eram demandadas dos alunos, como por exemplo: recuperação de informação, elaboração de hipótese, análise, síntese etc. Buscamos também identificar os traços discursivos predominantes na interação professor-alunos a fim de caracterizar a função discursiva predominante (autoritária/ dialógica).

Em seguida, as intervenções do professor foram agrupadas em função de características em comum e as categorias criadas foram denominadas de padrões de ação.

Cada padrão de ação foi analisado, enquanto estratégia de mediação do ensino, a partir dos elementos da '*responsiveness*' do professor da maneira descrita a seguir.

O elemento monitoramento do desempenho dos alunos foi entendido como as possibilidades que as intervenções do professor criaram no sentido de oferecer a ele informações a respeito do nível de desempenho dos alunos. Esse nível de desempenho, no contexto das aulas que foram analisadas, referiu-se às elaborações dos alunos a respeito do conteúdo científico em questão e expressas nas respostas que apresentavam ao professor. Em outras palavras, analisar o monitoramento nas intervenções do professor significou, neste trabalho, analisar o quanto as suas perguntas foram adequadas ou não ao propósito de fazer com que os alunos explicitassem as suas elaborações a respeito do conteúdo que estava sendo tratado.

O elemento assistência referiu-se ao aspecto das intervenções do professor relacionado às condições que criou para que o nível de desempenho dos alunos se aproximasse do esperado por ele como objetivo de ensino. De forma mais concreta, quando estamos nos referindo a este elemento da *responsiveness* do professor, estamos nos referindo às condições criadas por ele para que os alunos se apropriassem do conteúdo científico. Essas condições são criadas tanto em algumas de suas perguntas quanto nas suas formas de reagir diante de respostas incorretas ou distantes do padrão temático (Lemke, 1990, *apud* Scott, 1998) esperado por ele e ao usar determinados exemplos, analogias, esquemas e explicações.

A partir das formas de monitoramento e assistência, foi possível depreender se houve ou não condições para que o professor realizasse a análise a respeito da diferença entre o desempenho apresentado pelos alunos e o esperado como objetivo de ensino. No entanto, não

nos foi possível inferir sobre como esta análise se deu, pois para isso seriam necessários outros procedimentos metodológicos. No máximo, pudemos identificar quais intervenções melhor propiciaram elementos para que o professor fizesse esta análise.

Quanto à análise das formas de interação que as intervenções do professor propiciaram, nos baseamos nos elementos apontados por Mercer (*ibid.*) como os mais relevantes para se avaliar se estão sendo criadas oportunidades para que, por meio da fala, os alunos raciocinem. Estes elementos são o grau de explicitação e de avaliação conjunta de idéias que as intervenções do professor propiciaram.

Para definir o tipo de relação com o conhecimento orientada pelas intervenções do professor, utilizamos os conceitos e categorias de Edwards (1997): relação de interioridade e relação de exterioridade; relação com conhecimento tópico, relação com conhecimento como operação e relação com conhecimento situacional.

Em seguida, apresentamos a relação dos padrões de ação que puderam ser identificados para este professor, seguida da descrição e análise de cada um deles. Foram sete os padrões identificados, a saber:

- I- estimular os alunos a estabelecerem relações causais
- II- propor perguntas para manter a lógica da apresentação do conteúdo
- III- propor perguntas para que os alunos explicitem suas elaborações/ significados
- IV- empregar de analogias
- V- oferecer pistas aos alunos para que estes respondam às suas questões
- VI- negociar significados com os alunos
- VII- não promover confrontos entre distintos significados

O primeiro padrão é a proposição de perguntas que procuram levar os alunos a estabelecerem relações causais (I), o que tem relação com a forma do professor abordar o conteúdo científico específico. Como exemplo, as perguntas do professor para que os alunos inferissem a morfologia de estruturas biológicas a partir de informações sobre a função que estas estruturas desempenham no organismo. O inverso ocorre algumas vezes, ou seja, inferir a função a partir da morfologia, mas é menos freqüente.

Esse tipo de questão, de acordo com a caracterização de Scott (1998) para diferenciar os discursos dialógicos dos autoritários, aproxima-se mais de um discurso dialógico, pois, embora seja objetivo do professor que os alunos cheguem a uma única resposta correta, o fato de não propor a questão de forma direta, mas apenas indicar os elementos que devem ser considerados para respondê-la, faz com que, ao menos potencialmente, seja uma questão aberta ao debate.

Utilizando uma expressão do próprio Scott, esse tipo de questão "*tem a intenção de atuar como artifício de pensamento ou geradora de significados*" (Scott, 1998, p.66), o que permite situá-la em um baixo nível de diretividade ou controle pelo professor segundo a classificação de Edwards e Mercer (1987), *apud* Scott (1998). Enquanto forma de assistência, este tipo de questão tem características que permitem auxiliar os alunos a estabelecer relações entre elementos que o professor disponibiliza na interação (informações, conceitos, situações) para chegar à elaboração de novos conhecimentos. Ou seja, ao invés de expor como informação, o professor disponibiliza elementos e orienta o raciocínio dos alunos (chamando a atenção para estes elementos) para que cheguem ao conhecimento por seus próprios meios. Ao mesmo tempo, esse tipo de intervenção permite ao professor monitorar o desempenho que têm os alunos no estabelecimento de relações entre os elementos que disponibiliza.

No entanto, aqui é necessário retomar a importância que tem a estrutura do conteúdo para o uso efetivo deste tipo de questão em sala de aula, pois para que os alunos sejam capazes de chegar à conclusão desejada pelo professor, este deve cuidar para que os elementos necessários (informações, conceitos, suposições etc.) estejam disponíveis aos alunos, sem o que eles não têm 'matéria-prima' sobre o que pensar, ou melhor, pensam cada qual a partir de seu repertório, chegando a conclusões as mais diversas em relação às intencionadas pelo professor. O que se quer dizer aqui é que não basta fazer este tipo de pergunta aos alunos, como se elas, por si mesmas, fossem capazes de criar as condições adequadas para que os alunos pensem. É necessário que tenham informações a partir das quais extraírem conclusões. Como exemplo desta situação, podemos citar o que ocorre nas seqüências interativas de números 1 (um) e 2 (dois), nas quais o professor solicita dos alunos a conclusão de que as artérias devem ser mais resistentes do que as veias e, portanto, devem ter uma camada de tecido muscular mais espessa. No entanto, para que os alunos chegassem a essa conclusão deveriam relacionar informações que não haviam sido disponibilizadas, tais como a pressão sanguínea nas artérias e nas veias, o calibre destes vasos e as propriedades do tecido muscular.

Um segundo padrão é o uso de perguntas para manter a lógica da apresentação do conteúdo (II). As seqüências que se caracterizam por este tipo de interação são aquelas nas quais o professor faz uma série de questões objetivas, que demandam dos alunos pouca elaboração - algumas vezes o domínio de conhecimentos específicos - com possibilidade única de resposta. As questões do professor, entremeadas às suas explicações, vão criando relações lógicas entre os conteúdos das respostas e, desta forma, desenvolvendo a estrutura conceitual. A lógica da interação que prevalece nestas situações caracteriza-se por traços apontados por Scott (1998) referentes a um discurso autoritário: tem a pretensão de transmitir informações, propõe questões

instrucionais (uma única resposta esperada como a correta), freqüentemente envolvendo revisões ou declarações factuais, com pouca possibilidade de discussão. Esse tipo de questão pode ser relacionado àquelas que o professor apontou em sua entrevista como questões para que os alunos acompanhassem o seu raciocínio. Nesse tipo de estratégia, a interação não cria condições para que se considerem as elaborações dos alunos sobre o assunto que está sendo tratado. Ela simplesmente define uma dinâmica entre o professor e os alunos, impedindo que a fala esteja o tempo todo nas mãos do professor. Portanto, não permite um monitoramento significativo das elaborações dos alunos, no entanto, em termos da assistência que oferece para que os alunos se apropriem do conteúdo científico, ela permite uma disponibilização, no plano interpsicológico, das relações lógicas que regem a organização, a sistematização do conteúdo. Por estes traços, consideramos que este tipo de intervenção assemelha-se ao que Lemke (*ibid.*), denomina de 'série de questões do professor' e Edwards e Mercer (*ibid.*), de 'obtenção induzida de colaborações dos alunos', indicando um nível intermediário de controle pelo professor. Segundo Lemke (*ibid.*), este tipo de intervenção, embora conte com a participação dos alunos, é na verdade uma forma de exposição do conteúdo. No entanto, é necessário ponderar que, embora essas questões refiram-se a conhecimentos específicos e não ofereçam oportunidades para explorar os sentidos que estão sendo atribuídos pelos alunos, estes conhecimentos são (ou pelo menos deveriam ser) os mais centrais, mais relevantes dentro de determinado assunto e daí a importância de que sejam reforçados pela fala do professor.

Um terceiro padrão é o uso de perguntas para a explicitação de significados (III). Estas perguntas, geralmente, seguem-se a respostas corretas apresentadas pelos alunos para as questões propostas pelo professor. Com elas, o professor estimula o aluno que justifique sua resposta e/ ou explicita as relações que estabeleceu para chegar até ela. Este tipo de questão, potencialmente, cria possibilidades para o estabelecimento de um discurso com traços mais próximos da função dialógica, pois, ao buscar os significados que os alunos estão construindo, abre o discurso a novos significados. Ao mesmo tempo, ocorre também uma seleção de significados por parte do professor, pois ele apenas estimula a explicitação por parte dos alunos que respondem corretamente. Por isso, é possível considerar este tipo de intervenção em um

nível intermediário de diretividade do professor, segundo a classificação de Edwards e Mercer (*ibid.*).

Segundo categorização de Scott (1998), são questões que podem servir a objetivos tanto de desenvolvimento dos conceitos quanto compartilhamento de idéias e verificação da compreensão dos alunos<sup>10</sup>. Em um plano interpsicológico, criam condições para a exposição do conteúdo científico, pois permitem o destaque a determinadas idéias e também oferecem suporte para a construção de significados (verificando os significados que estão sendo elaborados pelos alunos e promovendo o compartilhamento destes significados).

Do ponto de vista do conceito de *responsiveness*, este tipo de intervenção, portanto, pode criar condições para que o professor monitore o desempenho do aluno (que responde) e ofereça assistência (aos demais alunos) para que compreendam as relações que estão sendo estabelecidas. Além disso, em um plano intrapsicológico, cria oportunidades - aos alunos que estão respondendo às questões - para a tomada de consciência das relações que estão estabelecendo. A necessidade que o professor cria de verbalização estimula a transferência das relações no plano do pensamento para as relações no plano do discurso externo, o que, de acordo com Vygotsky (1993), é um processo de materialização do pensamento. Essa objetivação do pensamento na linguagem possibilita, em graus variados, a tomada de consciência dos conceitos e das relações entre eles. Quanto maior esse grau de consciência, mais o sujeito é capaz de fazer uso destes conceitos e relações de forma flexível.

Os quatro próximos padrões (IV, V, VI e VII) relacionam-se a quatro tipos distintos de comportamento do professor diante de respostas consideradas incorretas por ele. De um modo geral, nestas situações, o professor procura 'elevar' estas respostas dos alunos às respostas esperadas por ele como as corretas, o que é descrito por Lemke (*ibid.*), como uma estratégia para aproximar as respostas dos alunos do padrão temático definido como objetivo de ensino. Frequentemente, são séries de questões também relacionadas ao que o professor denominou na entrevista de "questões de condução". O que diferencia os quatro padrões entre si é a

---

<sup>10</sup> Na entrevista, o professor refere-se a um tipo de questão que tem como finalidade "verificar se eles entenderam". Consideramos que este tipo de questão identificada pelo professor assemelha-se a este padrão

predominância de traços discursivos mais autoritários ou mais dialógicos e/ou uma forma específica que adquirem, como é o caso do emprego de analogias.

Este padrão caracteriza-se pelo emprego de analogias (IV) como suporte para a construção dos significados pretendidos pelo professor em relação a uma determinada questão. O tipo de discurso que se estabelece neste tipo de intervenção apresenta traços do discurso autoritário e aproxima-se da forma denominada por Lemke (*ibid.*), de monologada. Suas características indicam um nível alto de diretividade, próxima do que Edwards e Mercer (*ibid.*), denominam de “exposição direta”.

As analogias têm grande importância para o ensino de um modo geral e, em especial, para o de Ciências em função da possibilidade que criam para que o professor possa representar de uma forma mais concreta relações que estão em alto nível de abstração. Nestes termos é que a analogia pode ser compreendida como um elemento de assistência da *responsiveness* do professor, ou seja, ao verificar que os alunos não conseguem realizar determinada tarefa porque as relações que demandam estão em nível de abstração não disponível aos alunos, o professor pode recorrer a uma analogia por meio da qual estas relações passem para um nível mais concreto, mais disponível aos alunos. Nas aulas analisadas, o emprego de analogia como forma de assistência foi verificado na seqüência interativa de número 3 (três), na qual, após algumas tentativas sem sucesso de que os alunos estabelecessem as relações entre o sistema circulatório e o sistema digestório nos animais vertebrados, o professor recorre ao emprego de uma analogia. No entanto, a analogia escolhida, além de suas inadequações, conforme já discutido neste capítulo, pareceu não corresponder ao tipo de assistência da qual necessitavam os alunos, pois o problema residia na formulação das questões que o professor propunha e não na capacidade de abstração dos alunos. Ou seja, a forma da assistência pareceu não corresponder ao tipo de ajuda que os alunos necessitavam naquele momento.

O quinto padrão pode ser descrito como uma série de questões que, pelo conteúdo ou pela entonação com a qual são feitas, caracterizam-se como pistas (IV) para que os alunos apresentem uma determinada resposta. Nestas situações, levantamos como hipótese que os alunos podem responder às questões simplesmente porque o professor dá indícios explícitos do conteúdo das respostas que espera, ou seja, reagem com um comportamento de seguir as pistas do professor e não com um produto que, necessariamente, tenha origem em um raciocínio. Este padrão assemelha-se a um outro padrão já descrito (perguntas para manter a lógica da apresentação do conteúdo), no entanto, aqui estão sendo consideradas as situações nas quais o professor reage a respostas incorretas ou distante do padrão temático desejado por ele. Os mesmos traços de função do discurso que foram identificados para o padrão II estão aqui

presentes: questões instrucionais, ênfase na transmissão de informações, pouca possibilidade de discussão e respostas de conteúdo pouco elaborado, muitas vezes restringindo-se a palavras soltas. O tipo de discurso que se estabelece apresenta, portanto, traços do discurso autoritário e aproxima-se da forma denominada por Lemke (*ibid.*), de dialogada mas que, na verdade, pode ser considerada transposição para o diálogo da exposição do professor. Segundo a categorização de Edwards e Mercer (*ibid.*), essas características referem-se ao tipo de intervenção denominada de “extrair dos alunos contribuições induzidas”, indicando um nível intermediário de diretividade. Este padrão pode ser associado ao que o professor denominou na entrevista de “questões de condução”, utilizadas, segundo ele, quando a relação que os alunos devem estabelecer parece estar distante de suas possibilidades. Seu objetivo, portanto, é o de oferecer um suporte aos alunos para que cheguem às relações que deseja. No entanto, diferentemente de nossa análise, o professor não considera (pelo menos não na entrevista) que suas intervenções possam ter um elevado nível de diretividade.

Interpretadas do ponto de vista do conceito de *responsiveness*, não podem ser entendidas como forma de assistência, pois, como as questões propostas pelo professor não buscam os significados que estão sendo elaborados pelos alunos (não permitindo, portanto, monitoramento) não são, necessariamente, formas de intervenção coerentes com as necessidades de assistência dos alunos. O professor, possivelmente, pressupõe que algumas idéias presentes em suas questões sejam conhecidas ou compreendidas pelos alunos.

O sexto padrão caracteriza-se pela negociação de significados (VI) entre o professor e o aluno ou um grupo de alunos, partindo das respostas destes. Partir das respostas dos alunos, aqui, significa partir dos significados que estes procuram expressar com suas respostas, ou buscar primeiramente quais são estes significados para, a partir deles, estimular relações que levem às respostas corretas. Este padrão pode ser identificado com o tipo de intervenção que é denominada por Edwards e Mercer (*ibid.*), de obtenção de contribuições dos alunos, e por Lemke (*ibid.*), de construção conjunta. A interação, por buscar uma negociação de significados, apresenta algumas características que a aproximam de um discurso dialógico: as questões do professor convidam os alunos a refletir sobre os significados que estão sendo colocados, não têm uma resposta única esperada como a correta e as respostas apresentadas pelos alunos não consistem de palavras soltas, mas de frases elaboradas. Estas características associam este tipo de intervenção, segundo Edwards e Mercer (*ibid.*), com níveis baixos de diretividade pelo professor.

Como forma de assistência, diferentemente do padrão anterior, esta padrão de intervenção oferece aos alunos melhores subsídios para que identifiquem o que está incorreto



em suas respostas e sejam capazes de chegar à correta. As questões feitas pelo professor permitem monitorar o desempenho dos alunos porque buscam os significados por detrás de suas respostas e isso oferece ao professor melhores elementos para analisar estas respostas e buscar formas de assistência mais coerentes com as necessárias.

O sétimo padrão refere-se à forma como este professor age enquanto mediador do discurso em sala de aula nas situações em que mais de um aluno responde à sua questão e os conteúdos das respostas apresentadas são diferentes, alguns dos quais corretos e outros, não. Nestas situações, raramente o professor promove confrontos entre os distintos significados (VII) que surgem, confrontos aqui entendidos como possibilidades de chegar a um acordo por meio da persuasão e não da imposição. Mais comumente, o professor discrimina, ou melhor, indica para os alunos a sua distinção entre qual é a resposta certa e qual é a errada, por meio da legitimação que dá ou não a cada uma delas. Em algumas seqüências, a legitimação da resposta correta é feita mediante a seleção desta resposta e o compartilhamento com a turma de seu significado. Em outras, o professor dá indícios, por meio de pistas, de que a(s) resposta (s) está (ão) incorreta (s). Estas características permitem associar esse tipo de fala com um discurso autoritário e com maior controle por parte do professor, pois não se privilegia a persuasão (no sentido de aportar argumentos que se confrontem), mas sim a imposição de significados por meio de falas (do professor) que desencorajam os alunos a defenderem seus pontos de vista. Nas palavras de Scott (1998), as falas simplesmente dão suporte a uma mensagem a ser transmitida, elas não buscam desenvolver e negociar significados. Neste sentido, o tipo de interação presente aproxima-se do tipo de fala que Mercer (*ibid.*) denomina de "cumulativa" e na qual, embora se busque a construção de um conhecimento comum, não se criam condições para o raciocínio, a reflexão coletivos, uma vez que não há estímulo para a explicitação e apreciação conjunta de idéias divergentes das consideradas corretas pelo professor. Lemke (*ibid.*) chama a atenção para este tipo de intervenção como estratégia de seleção e modificação das respostas dos alunos a fim de situá-las no padrão temático pretendido pelo professor. Segundo Scott (1998) também é uma forma de o professor desenvolver o conteúdo em uma linha conceitual, pois é uma forma de selecionar e dar destaque a idéias chave.

Analisando este tipo de intervenção do ponto de vista do conceito de *responsiveness*, a assistência oferecida aos alunos restringe-se a indicar aos alunos quais respostas estão corretas e quais não estão (do ponto de vista dos objetivos pretendidos pelo professor). Logicamente, indicar ao aluno que sua resposta está incorreta também é uma forma de confronto, no entanto, este tipo de intervenção, se não vier acompanhada de outros elementos que auxiliem o aluno a

identificar seu erro e procurar a resposta correta, constitui uma forma de assistência pouco compatível com uma abordagem cognitivista do ato de ensinar.

É necessário ressaltar que é compreensível a opção do professor, mesmo que pouco consciente, por essa forma de intervenção, uma vez que está lidando com variáveis como o tempo de duração da aula e o número de alunos. Esta é, inclusive, uma das dificuldades apontadas pelo professor, na entrevista, para condução de aulas expositivo-participativas: “*ouvir, considerar e valorizar todas as respostas dos alunos*”. Este tipo de situação em sala de aula é, sem dúvida, uma das que mais desafiam a *responsiveness* do professor em aulas expositivo-participativas.

Em síntese, considerando as formas de relação com o conhecimento e tipo de discurso entre alunos e professor presentes nos padrões de ação descritos e analisados, é possível concluir que se alternam tanto o tipo de relação (de maior ou menor interioridade com o conhecimento) quanto o tipo de fala (mais ou menos reflexiva/ exploratória). Interferem nesta alternância: a estrutura de conteúdo específico (lógica do conteúdo) e a *responsiveness* docente, a qual, por sua vez, é definida em função dos conhecimentos para o ensino que o professor possui, tanto os de conteúdo específico quanto os de conteúdo pedagógico. Essa afirmação aponta para as conclusões deste trabalho, que apresentaremos no próximo capítulo.

## CAPÍTULO 5: CONCLUSÕES

Retomando o que aponta Coll (1995) como o principal desafio com que se defronta o estudo do discurso em sala de aula, a questão central refere-se a como as articulações entre as ações de professores e alunos podem incidir sobre os processos psicológicos subjacentes à apropriação do conhecimento científico. Este trabalho nos permitiu identificar alguns aspectos desta articulação em aulas expositivo-participativas.

Tendo como objeto as ações docentes, em aulas expositivo-participativas, enquanto mediadoras da aprendizagem de conceitos científicos, procuramos sistematizar nossas conclusões, respondendo às questões iniciais desta pesquisa: a) Como a análise da interação professor-aluno em aula expositivo-participativa possibilita que se identifiquem as oportunidades de aprendizagem oferecidas?; b) Quais as variáveis envolvidas no processo que vai das intenções de ensino às oportunidades de aprendizagem oferecidas?

Assim, na primeira parte deste capítulo procuramos explicitar os elementos do processo analítico que possibilitaram a identificação das oportunidades de aprendizagem e, na segunda parte, procuramos sistematizar a caracterização das variáveis intervenientes no processo de concretização das intenções de ensino e a análise de como essas variáveis interferiram neste processo.

Podemos dizer que a identificação das oportunidades de aprendizagem foi realizada em três etapas: a definição das seqüências interativas, a identificação e análise da estrutura do conteúdo de ensino e a identificação e análise dos padrões de ação docente.

A primeira etapa consistiu na identificação dos objetivos específicos/intermediários de ensino em diferentes momentos da aula. Cada seqüência interativa (turnos de fala professor-alunos) foi definida em função de um único objetivo específico.

A partir da identificação dos objetivos de ensino que o professor pretende atingir com suas perguntas/ explicações é possível chegar às idéias, aos elementos de conteúdo, que estão sendo destacados, bem como das relações e tipos de relações entre eles. Em outras palavras, chega-se à estrutura do conteúdo de ensino.

Em um terceiro momento, dentro de cada seqüência interativa, ou seja, para cada objetivo específico de ensino, foram identificados e analisados os padrões de ação utilizados pelo professor para tentar atingir estes objetivos.

Os padrões de ação que puderam ser identificados neste trabalho constituem categorias empíricas que podem auxiliar a compreender como o professor usa a fala, em aula expositivo-

participativa, para propiciar condições de aprendizagem. Estes padrões não correspondem à totalidade das ações docentes possíveis e/ ou praticadas pelos professores, nem mesmo se nos referirmos apenas ao sujeito de nossa investigação. Isto é, a análise de outras aulas deste mesmo professor pode evidenciar padrões distintos dos que foram identificados neste trabalho. Portanto, a relevância da identificação destes padrões não está em utilizá-los para descrever comportamentos do professor em aulas expositivo-participativas, mas sim em apresentar uma forma por meio da qual as intervenções do professor podem ser descritas e analisadas do ponto de vista das oportunidades de aprendizagem que possibilitam. Em outras palavras, sua relevância não está em seus produtos, mas sim em seu processo ou na análise de seu processo.

Nesta etapa, os elementos do ciclo de *responsiveness* docente mostraram-se profícuos para a análise destes padrões de ação e, portanto, para a identificação das oportunidades de aprendizagem, pois permitiram analisar as intervenções do professor: quais suas funções no ensino, se permitiram ao professor analisar, monitorar ou dar assistência aos alunos; quais tipos de assistência foram oferecidas diante da verificação de que os alunos não conseguiram responder às questões; qual o nível de diretividade destas assistências; quais formas de monitoramento os distintos padrões de ação evidenciaram e quais destas formas melhor poderiam subsidiar o professor na análise das divergências entre o desempenho dos alunos e o esperado por ele.

Embora concordemos com Scott (1998), que alerta a respeito da limitação do conceito de *scaffolding* (do qual derivam os elementos do ciclo de *responsiveness* docente) para analisar o discurso do professor quando em interação com uma classe, estes elementos nos parecem úteis para analisar o quanto as intervenções do professor em aula expositivo-participativa (entendidas em termos das questões que propõe e das formas com as quais reage às respostas dos alunos) criam possibilidade de monitorar o desempenho dos alunos, analisá-lo e oferecer assistências condizentes com suas necessidades. Estes elementos permitiram estabelecer critérios e definir as características que devem ser buscadas ou podem ser levantadas na interação para a identificação das oportunidades de aprendizagem oferecidas. São, portanto, profícuos para uma análise de situações concretas de interação, sob a perspectiva de construções teóricas como ZDP e *scaffolding*, nas quais o discurso entre professor e alunos seja entendido como mediação para a aprendizagem e não se constitua apenas como uma dinâmica de interação afetivo-relacional.

Fazer perguntas aos alunos, por exemplo, sempre – a menos que sejam apenas questões de retórica – possibilita ao professor monitorar o desempenho dos alunos, ou seja, conhecer o que sabem, o que compreendem na interação com o conteúdo de ensino. No entanto, como monitorar o desempenho dos alunos é apenas um dos elementos do ciclo de *'responsiveness'* do

professor, é desejável que as perguntas não se restrinjam a identificar o nível de desempenho presente. É necessário também identificar a natureza deste desempenho e, para isso, não são úteis quaisquer tipos de questões. Estas devem ser capazes de indicar ao professor que tipos de ajuda o aluno necessita para atingir o desempenho esperado e, para isso, devem incidir sobre as causas que fazem com que o aluno responda de determinada maneira, estabeleça determinada relação, compreenda de determinada forma etc. Dentre os padrões de ação que puderam ser identificados neste trabalho, consideramos que ‘fazer perguntas aos alunos para que explicitem significados’ (padrão III) e ‘negociar significados com os alunos’ (padrão VI) são padrões que, potencialmente, fornecem ao professor melhores subsídios para monitorar e analisar o desempenho dos alunos.

Além de monitorar, as perguntas, quando bem conduzidas, podem incidir de forma positiva sobre os processos mentais necessários à elaboração do conhecimento pelos alunos e exemplo disso são as questões identificadas neste trabalho com o padrão de ação I (‘estimular os alunos a estabelecerem relações causais’). Neste caso, constituem-se como formas de assistência condizentes com a perspectiva de que o discurso em sala de aula deve articular-se com o pensamento de forma a mediar a aprendizagem de conhecimentos científicos.

Retomando nossa primeira questão de pesquisa, concluímos que a identificação das oportunidades de aprendizagem criadas por meio de perguntas aos alunos e reações às suas respostas em aulas expositivo-participativas é possível mediante a análise da articulação entre a lógica do conteúdo e a lógica da interação, conforme já apontado por Coll (1996), para quem esta articulação é fundamental a fim de que a interação cumpra seu papel como mediadora da aprendizagem. Neste trabalho, esta articulação deu-se mediante a articulação entre a estrutura conceitual do conteúdo científico – entendida a partir da caracterização de Vygotsky da estrutura dos conceitos científicos – e as ações do professor - entendidas em termos dos elementos do ciclo de *responsiveness* docente.

Entendendo oportunidades de aprendizagem como as condições criadas pelo professor para a aprendizagem dos conhecimentos científicos por meio de perguntas (o que inclui suas reações às respostas dos alunos), elas somente podem ser analisadas a partir da interpretação de como estimulam nos alunos as relações subjacentes à estrutura conceitual objeto de ensino. Estas relações estão – ou deveriam estar - no centro das decisões do professor dentro e fora (nos momentos de planejamento e avaliação) da sala de aula. A análise destas decisões, tendo em vista a aprendizagem das relações acima citadas, pode ser feita a partir dos elementos do ciclo de *responsiveness* docente, apesar das limitações já apontadas para este tipo de análise. Ou seja, as oportunidades de aprendizagem podem ser identificadas na resposta às questões: como as

intervenções do professor oferecem assistência aos alunos para que aprendam estas relações?; como as intervenções do professor monitoram quais relações estão sendo estabelecidas pelos alunos e o quanto aproximam-se ou não das que constituem objetivos de aprendizagem?; como as intervenções do professor lhe propiciam elementos para proceder à análise da diferença (se esta existir) entre o desempenho atual dos alunos e o esperado por ele?

Em síntese, a análise de como as intervenções do professor incidem ou podem incidir sobre os processos mentais de apropriação do conhecimento científico permite identificar as oportunidades de aprendizagem que são oferecidas. Ou, como aponta Coll (1996), a lógica da interação e do conteúdo são negociadas e articulam-se no decorrer da atividade de ensino e de aprendizagem e é essa articulação que cria as oportunidades reais de aprendizagem.

Conforme indicamos neste trabalho, estas oportunidades de aprendizagem podem divergir das que são explicitadas pelo professor. No processo que vai das intenções do professor à ação em sala de aula interferem muitas variáveis. Nesta segunda parte do capítulo, trataremos de sistematizar as conclusões a este respeito, ou seja, apontar algumas destas variáveis e apresentar hipóteses para explicar como elas interferem neste processo.

Como indicam os resultados, é possível verificar que distintas formas de relação com o conhecimento são oportunizadas pelas intervenções do professor, mesmo quando sua intenção é a de que os alunos estabeleçam com o conhecimento uma relação significativa, de interioridade, nos termos em que a propõe Edwards (1997).

De uma forma geral, é possível concluir que o professor procura, como declara na entrevista, propor questões aos alunos para que pensem e procura considerar os significados que estão sendo elaborados por estes. Exemplos disso são as perguntas que faz aos alunos estimulando que relacionem características funcionais e aspectos morfológicos das estruturas biológicas (estimular os alunos a estabelecerem relações causais) e algumas de suas intervenções que estimulam a explicitação dos significados que os alunos expressam em suas respostas. Estas intervenções do professor, ao menos potencialmente, aproximam-se das características do que Edwards (1997) denomina de relação com o conhecimento como situação, da qual o sujeito que aprende participa ativamente. No entanto, também é possível verificar que existem dificuldades em manter um discurso dialógico e criar condições para o estabelecimento desse tipo de relação entre alunos e conteúdo, o que faz com que o professor, algumas vezes, recorra a um discurso mais autoritário. Convergindo com Mortimer (1998), *apud* Scott (1998), a função autoritária do discurso predomina nas situações em que o objetivo do professor é expor informações (novas ou como revisão). Mas, além destas, verificamos um discurso autoritário predominar nas situações em que o professor se defronta com distintos significados

apresentados pelos alunos (diferentes respostas às suas questões) e/ ou significados divergentes ou distantes daqueles intencionados por ele como objetivos de ensino. Nestas situações, ele recorre ao emprego de intervenções mais diretivas, como transmitir informações, dar pistas aos alunos ou ignorar suas respostas. Consideramos, portanto que, nestas situações, a sua *responsiveness* o faz recorrer a um tipo de discurso contrário às suas concepções de ensino, distanciando sua prática de suas intenções. No entanto, conforme discutiremos em seguida, muitas vezes a alternância entre as funções dialógica e autoritária é intrínseca à atividade de ensino e, portanto, o fato de predominar, em alguns momentos do processo de ensino, um discurso mais autoritário, não significa, necessariamente, que o processo não leve em conta as elaborações dos alunos e não se pretenda dialógico.

Algumas variáveis do contexto interferem de modo a que outras formas de relação como o conhecimento sejam estabelecidas. Como a nossa análise recai sobre um recorte do contexto em que se dá a interação em sala de aula – recorte este que corresponde às ações do professor - dentre estas variáveis, podemos apontar duas categorias que, embora distintas, se relacionam.

Estas categorias referem-se aos conhecimentos do professor e como ele os aciona e articula em sua prática: os conhecimentos do domínio específico (estrutura dos conhecimentos científicos ou lógica do conteúdo) e os de domínio pedagógico.

Em relação aos conhecimentos científicos, é possível afirmar que a própria estrutura destes conhecimentos é uma das variáveis que interferem de forma significativa nas oportunidades de aprendizagem que podem ser oferecidas. Nem todos os aspectos do conteúdo possibilitam o estabelecimento de um discurso dialógico, sendo necessário que o professor, muitas vezes, apresente (exponha) informações aos alunos, sem as quais não lhes seria possível raciocinar e construir determinados conhecimentos. Nos referíamos a esta condição quando, anteriormente, apontamos a alternância entre as funções dialógica e autoritária do discurso em sala de aula. Há determinados momentos do processo de ensino nos quais é necessário expor aos alunos determinadas informações, sendo um equívoco acreditar ser a exposição de informações algo de que o ensino prescindia ou deva evitar. Neste sentido, no que se refere a aulas expositivo-participativas, é necessário que o professor discrimine entre informações que serão expostas aos alunos e informações às quais os alunos podem chegar por meio do estabelecimento de relações entre os conhecimentos que possuem ou entre as informações que foram apresentadas. O professor que foi investigado, por exemplo, destaca um tipo de conteúdo que propicia um discurso dialógico: são as relações causais entre aspectos morfológicos e funcionais das estruturas biológicas. Nas aulas analisadas, os aspectos referentes à morfologia das estruturas que foram objeto de estudo ou as suas funções constituíam informações que eram

expostas aos alunos (com exceção de algumas situações já discutidas no capítulo 4) para que, a partir delas, o professor pudesse oportunizar a reflexão sobre determinada relação. Em outras situações, no entanto, em que não estiveram disponíveis aos alunos os elementos de que necessitavam para estabelecer as relações solicitadas pelas questões do professor, estas questões conduziram a uma relação com o conteúdo como operação. Nos termos em que a descreve Edwards (*ibid.*), a operar com o conteúdo a partir de relações abstratas entre os elementos deste conteúdo, as quais não estão disponíveis aos alunos. Nestas situações, o professor acaba recorrendo ao fornecimento de pistas aos alunos, conforme a própria Edwards aponta, a fim de que estes concluam a tarefa proposta a eles, a qual se transforma em simplesmente responder à sua pergunta. Além destas situações, há outras também nas quais a lógica do conteúdo comprometeu a efetividade das intervenções do professor, tais como seqüências de exposição do conteúdo que não respeitavam as relações hierárquicas entre seus elementos ou analogias que podem ter induzido a erros conceituais.

Estes resultados permitem concluir como a estrutura do conteúdo deve ser levada em consideração no planejamento e condução de aulas expositivo-participativas a fim de que se concretizem as intenções do professor no sentido de que os alunos pensem, estabeleçam relações entre elementos do conteúdo de forma significativa. Considerar esta estrutura significa levar em conta quais são os elementos de conteúdo centrais (elementos-chave), quais as relações e de que tipos estabelecem entre si e, portanto, quais informações devem ser apresentadas/expostas aos alunos para que, a partir delas e orientados por questões adequadas, sejam capazes de elaborar conhecimentos. Sem este tipo de consideração, a aula expositivo-participativa pode incorrer no equívoco de reduzir-se a uma situação na qual a fala é estimulada mas não se constitui em oportunidades para aprender por meio dela.

Com relação aos conhecimentos do domínio pedagógico, os resultados levam a algumas conclusões a respeito de como alguns destes conhecimentos interferem nas oportunidades de aprendizagem que são criadas pelo ensino. Particularmente, os resultados apontam para a forma como estes conhecimentos podem incidir sobre a relação que o professor estabelece com o conteúdo específico. Destes conhecimentos, destacamos três: planejamento de ensino, processos de generalização teórica (aprendizagem de conceitos científicos) e relações entre pensamento e linguagem nas situações de interação.

O planejamento de aulas expositivo-participativas, além, é claro, de envolver decisões relacionadas aos objetivos gerais de ensino, à seleção e ao seqüenciamento do conteúdo – decisões básicas em qualquer planejamento de ensino - é entendido em termos dos objetivos que o professor pretende com suas questões e as oportunidades de aprendizagem que deverão ser



oferecidas por meio delas. Isso significa que as perguntas em uma aula expositivo-participativa devem ser planejadas, o que, até aqui, não se constitui em nada de novo. No entanto, em que deve consistir este planejamento? Consideramos que esse planejamento deve ser orientado por alguns critérios: quais são os conceitos e relações fundamentais; quais questões podem levar à explicitação destes conceitos e relações; quais e como as questões podem incidir sobre o processo cognitivo de apropriação destes conceitos e relações; como e em que momento da aula elas devem ser formuladas; de que elementos (informações, conceitos, dados etc.) os alunos necessitam para respondê-las; que tipos de raciocínios são demandados e como dar assistência aos alunos para desenvolver estes raciocínios.

Esse nível de consciência durante o planejamento pode, em certa medida, ajudar o professor a lidar com as circunstâncias imprevistas. Quanto maior for a sua clareza dos propósitos que estão sendo perseguidos com as suas questões, maior será a sua capacidade de considerar as situações imprevistas sem, com isso, perder-se do rumo pretendido. Em outras palavras, e pensando de uma forma inversa, quanto menor essa clareza, maiores são as chances de que a aula encaminhe-se para uma direção divergente da idealizada pelo professor e de que ele tenha de recorrer a recursos não desejados. Nas situações analisadas neste trabalho, por exemplo, o professor, algumas vezes, recorre a estratégias como fornecer pistas aos alunos, empregar analogias pouco adequadas ou desconsiderar algumas respostas/ falas de alunos como formas de assistência diante da verificação de que os alunos não respondiam da forma esperada por ele. Estas estratégias caracterizam uma interação onde predominam traços de uma relação com o conteúdo como operação e, portanto, pouco significativa e distante da que é intencionada pelo professor. Não estamos aqui pretendendo afirmar que seja possível ao professor prever tudo o que irá acontecer no desenvolvimento da aula. Como já afirmamos neste trabalho, é intrínseco à dinâmica da aula expositivo-participativa um alto grau de incerteza em relação às contribuições dos alunos e, conseqüentemente, em relação aos rumos que a interação professor-alunos pode tomar. O que estamos afirmando é que se os objetivos que se pretende atingir estiverem a todo momento presentes, inclusive para os alunos, criam-se melhores condições para que o professor considere as intervenções destes, analisando seu desempenho em comparação com o que espera deles, assim como analisando o seu próprio desempenho em relação às condições de aprendizagem intencionadas.

Para que este planejamento ocorra, outros conhecimentos são necessários. Dentre eles, aqueles que podem auxiliar o professor a estabelecer com o conteúdo de ensino uma relação tal que lhe permita tanto fazer a seleção de conceitos e relações que irão constituir os objetivos de ensino, quanto procurar as melhores formas de assistência para que esses conceitos e relações

sejam aprendidos pelos alunos. Destes conhecimentos, destacamos aqueles que se referem à aprendizagem de conceitos científicos e aqueles que se referem às relações entre pensamento e linguagem.

Os conhecimentos sobre como se dá o processo de aprendizagem de conceitos científicos e a generalização teórica intrínseca a este processo aportam elementos que possibilitam estabelecer com os conteúdos específicos uma relação mais global, menos fragmentada, que vai além da verbalização mecânica de definições e permite um real domínio de conteúdo, ou seja, um real domínio da generalização teórica que constitui o objetivo do ensino dos conceitos científicos. Estes elementos correspondem àqueles relacionados por Vygotsky (1993) sobre as diferenças entre os conceitos científicos e cotidianos e como a aprendizagem de uns interfere na aprendizagem de outros, e por Davidov, 1972 *apud* Rubtsov, 1996, sobre as diferenças entre os processos de generalização teórica e empírica. Segundo estes autores, os conceitos científicos caracterizam-se por suas relações com outros conceitos – portanto, relações em um plano abstrato - e por um processo de generalização que requer a análise das condições de construção de um sistema de categorias. Essas características do processo de generalização teórica e aprendizagem dos conceitos que a ela se referem permitem estabelecer com o conteúdo uma forma de relação que possibilita a identificação dos elementos estruturais e estruturantes do conhecimento, ou seja, a sua lógica interna. Sem o domínio destes elementos, não é possível, na elaboração de uma unidade de ensino, efetuar a seleção de tópicos de conteúdo e relações entre eles que correspondam às mais significativas do ponto de vista da aprendizagem. Em relação às oportunidades de aprendizagem nas aulas expositivo-participativas, nossos resultados demonstram como isso pode ter conseqüências sobre o planejamento das perguntas que serão feitas aos alunos: a ênfase em tópicos que não são os mais significativos e a proposição de perguntas para as quais os alunos não têm elementos para responder.

Portanto, embora a dinâmica em sala de aula seja algo que sempre extrapolará os limites de qualquer construção teórica a seu respeito, os conhecimentos referentes aos processos de construção de categorias conceituais e sua aprendizagem podem incidir de forma positiva sobre a relação que o professor estabelece com o conteúdo específico de ensino, de forma a organizar/ planejar unidades de ensino que possibilitem oportunidades de aprendizagem coerentes com a estrutura conceitual do objeto de ensino e com a perspectiva cognitivista de aprendizagem. Levantamos, ainda, a hipótese de que este tipo de conhecimento seja capaz de transformar a relação que o professor estabeleceu com o conhecimento, naquelas situações nas quais o seu curso de formação específica não tenha estimulado uma relação com o conteúdo de forma mais significativa.

Outro tipo de conhecimento pedagógico refere-se às relações entre pensamento e linguagem nas situações de interação, notadamente nas transformações de significado, as quais, apesar de serem intrínsecas a qualquer ato de comunicação, podem comprometer o conteúdo a tal ponto que este se transforme em outro, absolutamente diferente daquele intencionado pelo professor. Obviamente que realizar uma análise das transformações de significados em atos de comunicação foge às possibilidades deste trabalho, mas consideramos possível, a partir de nosso referencial, indicar alguns elementos para esta análise.

É possível verificar, como indica a leitura das seqüências interativas em seu todo, alguns equívocos e mal-entendidos entre professor e alunos que podem ser explicados a partir das transformações de significado que a fala sofre nesta atividade de comunicação. Como este trabalho tem como foco as oportunidades de aprendizagem que são oferecidas pelo professor, restringir-nos-emos às transformações de significado da sua fala.

Considerando a dinâmica da atividade de ensino de um determinado conteúdo desde seu início (no planejamento da aula), entendemos que ao longo deste processo há três principais momentos que propiciam transformações de significado: a seleção do conteúdo científico que será objeto de ensino e de aprendizagem, a transformação deste conteúdo em conteúdo a ser ensinado (estes dois momentos como parte do planejamento de ensino) e a negociação de significados que a dinâmica em sala de aula requer (notadamente em aulas expositivo-participativas, nas quais é possível ao professor aproximar-se dos sentidos que estão sendo atribuídos pelos alunos). Podemos analisar estes momentos, do ponto de vista do professor, a partir das relações entre discurso interno e discurso externo, da forma como as coloca Vygotsky (1993). Para este autor, como já explicitado no referencial teórico deste trabalho, o pensamento materializa-se por meio da linguagem, mas não de forma a que esta reproduza exatamente o conteúdo daquele. A passagem do pensamento para o discurso externo, e vice-versa, ocorre por meio de um processo mais complexo. Há que se considerar entre o pensamento e o discurso externo o papel desempenhado pelo discurso interno. Ambos são marcadas por características decorrentes de suas diferenças funcionais: o externo é um discurso para o outro, enquanto o interno é para si. Conseqüentemente, no discurso interno predominam os sentidos e, no discurso

externo, os significados, embora nas situações de comunicação estes não sejam independentes do contexto<sup>11</sup>.

Durante o planejamento de uma atividade de ensino - uma aula, por exemplo - a organização (que inclui a seleção e as formas de apresentação) do conteúdo a ser ensinado é mediatizada pelo discurso interno do professor. Este é utilizado pelo professor para interpretar dados/ informações, selecionar conceitos, estabelecer suas relações, dentre elas as hierárquicas e lógicas, identificar as idéias mais relevantes etc. Transformar o conteúdo em algo a ser ensinado requer escolher os meios adequados para a sua compreensão. Estes meios incluem as definições, os exemplos, as analogias, os modelos etc que serão utilizados pelo professor, os quais são diferentes manifestações do discurso externo.

No decorrer de uma atividade de ensino em que ocorre uma interação entre professor e alunos por meio da fala - como ocorre em uma aula expositivo-participativa - há um movimento constante do pensamento para o discurso interno e deste para o externo, e vice-versa. Este movimento é impulsionado pela negociação de significados a qual esta dinâmica de interação conduz. Ou seja, na medida em que os alunos aportam os sentidos que estão atribuindo às falas do professor (aqui incluídas as formas de linguagem não verbais, como desenhos, esquemas etc.) estes sentidos orientam o professor na busca por novas formas de representação que podem permitir uma compreensão mais próxima dos significados intencionados. Ao mesmo tempo, estes outros sentidos aportados pelos alunos levam o professor a apreciar o conteúdo de outras perspectivas, algumas das quais possivelmente nunca imaginadas por ele. Estas novas formas de apreciar o conteúdo podem exigir do professor uma tal reorganização em termos de pensamento e, conseqüentemente, em termos de linguagem, que o tempo do qual o professor dispõe em sala de aula pode não ser suficiente. Em outras palavras, a dinâmica da interação com os alunos exige que o professor, ao mesmo tempo em que mantém o discurso, esteja atento aos seus próprios processos de elaboração do conhecimento.

Na leitura que fizemos de alguns episódios das aulas analisadas, as duas formas de discurso confundem-se. Nestes episódios, de um modo geral, as questões são mal formuladas

---

<sup>11</sup> Para Vygotsky, tanto o sentido quanto o significado de uma palavra são construções sociais. No entanto, o sentido é mais sensível ao contexto do que o significado. À exceção desta última parte do texto sobre as conclusões do trabalho, estas palavras foram utilizadas como sinônimos

pelo professor, gerando mal entendidos, e interpretações distintas da intencionada por ele. Isso afirmamos, por identificar na fala do professor alguns elementos que a aproximam mais do discurso interno do que do externo, ou seja, elementos que a identificam com uma fala onde predominam os sentidos. Estes elementos são os apontados por Vygotsky (1993) para descrever o discurso interno como, por exemplo, a predicação. A predominância do sentido sobre o significado nestas falas do professor é indicada tanto pela nossa interpretação destas falas quanto pelas reações dos alunos. Estes, ou não respondem à intervenção do professor ou respondem demonstrando terem atribuído um sentido muito diferente daquele intencionado pelo seu emissor, mas coerente com o conteúdo expresso da fala deste.

Entendemos isso como uma decorrência do fato de que, ao mesmo tempo em que está falando para si mesmo, a fim de reorganizar seu pensamento frente às aportações dos alunos, o professor deve falar para os alunos, deve transferir para o discurso externo essa reorganização. Isso indica a necessidade de que, nestes momentos, o professor tenha presentes/ disponíveis na consciência estes processos. Em outras palavras, isso significa que a prática docente neste tipo de aula é uma atividade altamente metacognitiva, a qual demanda do professor lidar não somente com diferentes sentidos/ significados, mas também com os processos de elaboração destes diferentes sentidos/ significados.

Portanto, uma análise das intervenções do professor em aulas expositivo-participativas não pode deixar de considerar esses processos de transformação de significado, embora estes sejam naturais/ intrínsecos à atividade. Não se pretende, portanto, que sejam eliminados do processo, mas, na medida em que o professor toma consciência destas transformações - e a análise de suas aulas nos parece uma estratégia adequada para essa tomada de consciência - tem melhores condições de compreender os sentidos que estão sendo atribuídos pelos alunos e, conseqüentemente, de buscar distintas formas de representação do conteúdo.

Em síntese, é possível afirmar que o domínio do conhecimento do conteúdo e o domínio de conhecimentos pedagógicos que permitam uma relação mais significativa com o conteúdo específico a ser ensinado constituem bases fundamentais da *responsiveness* docente, pois estes conhecimentos dão suporte ao professor para que seja capaz de atuar como mediador da aprendizagem, o que significa, nos termos deste trabalho, proporcionar situações (no caso específico da aula expositivo-participativa propor questões e interagir com as respostas dos alunos) favoráveis à apropriação de conhecimentos pelos alunos.

Isso nos leva a algumas considerações finais a respeito das relações que identificamos entre nossos resultados e o trabalho de formação de professores.

## **CAPÍTULO 6: CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Como já ressaltamos anteriormente, muitas são as questões a serem respondidas pela pesquisa sobre o discurso em sala de aula a fim de compreender como este incide sobre os alunos em seu processo de apropriação do conhecimento científico.

Em complementaridade ao tipo de trabalho por nós desenvolvido, é fundamental, por exemplo, investigar as oportunidades de aprendizagem do ponto de vista do processo de aprendizagem: como os alunos compreendem e utilizam essas oportunidades? Quais resultados de aprendizagem são obtidos por meio delas?

Tais investigações poderiam contribuir para a compreensão das intervenções do professor em aulas expositivo-participativas como mediadoras da aprendizagem, aportando elementos tanto teóricos quanto práticos. Os teóricos, relativos às articulações entre pensamento e linguagem e os práticos, voltados a subsidiar os professores para o aperfeiçoamento da exposição dialogada como estratégia de ensino.

Como síntese provisória, este estudo, aparentemente, pode revelar que as concepções sobre ensinar e aprender e as intenções correspondentes (plano da idealização) são absolutamente insuficientes para propiciar uma prática que, de fato, corresponda às concepções e intenções. Para que isso ocorra, dentre outras condições, parece-nos necessário que o professor tenha oportunidades para tomar consciência sobre como se desenvolve o discurso nas situações de interação e, para isso, o tipo de análise que foi realizada neste trabalho pode constituir-se em uma ferramenta de formação docente. A análise das oportunidades de aprendizagem remete-nos aos saberes que o professor coloca e/ ou deve colocar em prática no exercício de sua profissão. No contexto específico de nossa investigação, aos saberes envolvidos na elaboração e condução de aulas expositivo-participativas.

Como já discutimos anteriormente, subjazem à habilidade em elaborar questões para os alunos e reagir às suas respostas, o conhecimento do conteúdo específico (sua estrutura interna) e conhecimentos pedagógicos tais como os de planejamento para o ensino, aprendizagem de conceitos científicos, relações entre pensamento e linguagem e outros. Articulando estes saberes, ao longo de sua prática o professor desenvolve formas particulares de ensinar. Em nosso trabalho, embora obviamente não possamos afirmar ter apreendido toda a base de conhecimento do professor, pudemos nos aproximar deste conhecimento por meio da análise de suas intervenções. Esta análise nos forneceu elementos tanto sobre os conhecimentos do domínio específico, quanto os de domínio pedagógico, especificamente aqueles relacionadas a

uma forma particular desenvolvida por este professor para conduzir aulas expositivo-participativas. Como ele mesmo declara em sua entrevista, sua base de conhecimento para este tipo de ensino “*surgiu naturalmente*” e foi sendo desenvolvida na medida em que passou a refletir sobre as perguntas que fazia aos alunos.

Assim sendo, ressaltamos a possibilidade de transformar o tipo de análise feita nesta investigação em situações que sejam objeto de estudo, tanto por professores em serviço quanto por professores em formação, para o desenvolvimento da base de conhecimentos para o ensino por meio de aulas expositivo-participativas.

A identificação dos saberes que um professor põe em prática a fim de ensinar determinado conteúdo contribui para a formação de professores em dois sentidos. Primeiramente, permite ao professor tomar consciência destes saberes, os quais, muitas vezes, podem não estar em um nível de consciência que permita ao professor analisar a eficácia de suas intervenções enquanto procedimentos de ensino, o que é fundamental para o exercício de uma prática profissional que busca aperfeiçoar-se por meio da reflexão sobre a prática. Em segundo lugar, apesar de corresponderem a saberes que se desenvolvem no exercício da profissão, ou seja, influenciados pelo contexto maior no qual se insere uma aula, estes saberes podem ser apresentados a professores em formação inicial na forma de situações reais ou hipotéticas de interação professor-aluno-conteúdo em aulas expositivo-participativas que se caracterizem como situações problema da prática pedagógica, cuja análise pode propiciar, já durante o processo de formação inicial, o desenvolvimento dos conhecimentos relativos ao ensino de determinados conteúdos. Esta segunda contribuição é especialmente significativa em se tratando de processos de formação inicial, nos quais poucas são as oportunidades de aprendizagem que articulem os conhecimentos pedagógicos aos específicos.

A análise da articulação entre conhecimentos de domínio específico e de domínio pedagógico que o professor coloca em prática ao elaborar e conduzir unidades de ensino é uma das formas pelas quais é possível investigar e aprender a respeito de como adquirem forma concreta as intenções de ensino.

O conhecimento teórico sobre aprendizagem de conceitos, sobre as relações entre pensamento e linguagem e sobre a base de conhecimento para o ensino podem auxiliar no planejamento, na condução e na reflexão sobre aulas expositivo-participativas que procurem criar condições de aprendizagem compatíveis com a abordagem cognitivista do ensino. Aliado a isso, em nosso entendimento, a formação para este tipo de prática docente não pode se desvincular da questão do conteúdo específico. Para serem capazes de elaborar e conduzir aulas expositivo-participativas, os professores devem ser formados, nas disciplinas específicas de sua

área de conhecimento, em uma perspectiva de relação com o conhecimento científico que lhes permita, fundamentalmente, compreender as bases de produção e de sistematização do conhecimento. A análise deste conhecimento a partir de conhecimentos do domínio pedagógico nos parece adequada para desenvolver, nos cursos de formação, esta forma de relação com o conhecimento e, por isso, deve ser incentivada.



## BIBLIOGRAFIA

AEBLI, H. **Prática de Ensino**. São Paulo: EDUSP, 1982, p. 152-216

ANDRÉ, M.E.D.A. **Etnografia da Prática Escolar**. Campinas: Ed. Papirus, 1995

CANDELA, A. *A construção discursiva de contextos argumentativos no ensino de Ciências*. In: COLL, C. e EDWARDS, D. (org) **Ensino , aprendizagem e discurso em sala de aula**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998, p. 143-170

COLL, C. Acción, interacción y construcción del conocimiento em situaciones educativas. **Anuário de Psicologia**. n. 33, (2), p. 60-70, 1985

COLL, C; MIRAS, M. *A interação professor-aluno no processo de ensino e aprendizagem*. In: COLL, C.; PALACIOS, J.; MARCHESI, A. (org). **Psicologia da Educação: desenvolvimento psicológico e educação**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996, v.2, p. 265-280

DAVIS, C.; SILVA, M.A.S.; ESPÓSITO, Y. *papel e valor das interações sociais em sala de aula*. **Cadernos de Pesquisa**. São Paulo, (71)p. 49-54, 1989

EDWARDS, V. **Os sujeitos no universo da escola**. São Paulo: Ed. Ática, 1997, 136p.

ROJO, R.H.R. *Enunciação e interação na ZDP: do 'non-sense' à construção dos gêneros do discurso*. In: Anais do Encontro sobre teoria e pesquisa em ensino de Ciências: linguagem, cultura e cognição – reflexões para o ensino de Ciências. Belo Horizonte: FE-UFGM/ UNICAMP, 1999a, p. 123-137

LEACH, J.; SCOTT, P. Designing and evaluation science teaching sequences: an approach drawing upon the concept of learning demand and a social constructivist perspective on learning. **Studies in Science Education**, (38), p. 115-142, 2002

LORENCINI JÚNIOR, A. *O ensino de Ciências e a formulação de perguntas e respostas em sala de aula*. In: **Cadernos de textos da 3ª escola de verão**. Serra Negra, São Paulo: FEUSP, 1994, p. 128-137

LURIA, A.R. **Pensamento e linguagem – as últimas conferências de Lúria**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997, 356p.

MERCER, N. *As perspectivas socioculturais e o estudo do discurso em sala de aula*. In: COLL, C. e EDWARDS, D. (org) **Ensino , aprendizagem e discurso em sala de aula**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998, p.13-28

MERCER, N. *The quality of talk in children's collaboration in the classroom*. **Learning and instruction**, v. 6, n. 4, p. 359-377, 1996

MONTERO, M. L. *Comportamento do professor e resultados de aprendizagem: análise de algumas relações*. In: COLL, C.; PALACIOS, J.; MARCHESI, A. (org). **Psicologia da Educação: desenvolvimento psicológico e educação**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996, v.2, p. 222-243

MONTERO, M.L. *Estilos de ensino e as dimensões da ação didática*. In: COLL, C.; PALACIOS, J.; MARCHESI, A. (org). **Psicologia da Educação: desenvolvimento psicológico e educação**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996, v.2, p.244-264

PETROVYSK, A. **Psicologia General**. Madri: Editorial Progreso, 1980, p. 292-319

PIAGET, J. **Seis Estudos de Psicologia**. Rio de Janeiro: Ed. Forense, 1967, p. 11-70

RUBTISOV, V. *A atividade de aprendizagem e os problemas referentes à formação do pensamento teórico dos escolares*. In: GARNIER,C.; BEDNARZ, N.; ULANOVSKAYA, I. **Após Vygotsky e Piaget: perspectivas social e construtivista, escolas russa e ocidental**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996, p. 129-137

SCOTT, P. *Teacher talk and meaning making in Science classrooms: a vygotskian analysis and review*. **Studies in science education**, (32), p. 45-80, 1998

SIMÃO, L.M. *Desequilíbrio e co-regulação em situação de ensino-aprendizagem: análise segundo o conceito de ação comunicativa (Habermas)* **Psicol. Reflex. Crit.**, v. 13, n. 1, p. 33-38, 2000

VADEMARIN, V.V. *O discurso pedagógico como forma de transmissão do conhecimento*. Campinas: **Cad. CEDES**, v. 19, n. 44, 1998

VYGOTSKY, L.S. **Obras Escogidas**. Madri: Visor e MEC, 1993, tomo II, p. 119-179, 181-285.

WEGERIF, R.; MERCER, N.; DAWES, L. *From social interaction to individual reasoning: An empirical investigation of a possible sociocultural model of cognitive development*. **Learning and instruction**, 9(6), p. 493-516, 1999

WELLS, G. **Da adivinhação à previsão: discurso progressivo no ensino e na aprendizagem de Ciências**. In: COLL, C. e EDWARDS, D. (org) **Ensino , aprendizagem e discurso em sala de aula**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998, p.107-141

## ANEXOS

## Anexo 1

Síntese dos dados provenientes da entrevista

### **Questão 1: Por que prefere as aulas expositivo-participativas?**

*Resposta: Porque permite que se consiga perceber o que os alunos estão pensando [referindo-se às concepções espontâneas dos alunos sobre os fenômenos biológicos] e como, claro que não com a classe inteira.*

*Pensa que expor o conteúdo não basta porque não há como saber se os alunos compreenderam como ele gostaria (porque compreender os alunos sempre compreendem, de alguma forma), se conseguem aplicar o que aprenderam e se conseguem reproduzir o que aprenderam. Pensa que quando se consegue reproduzir um conhecimento com as próprias palavras isto é sinal de que se compreendeu aquele conhecimento ou se está muito próximo da compreensão e também que quando se começa a falar sobre alguma coisa, começa-se a tomar consciência dela (o professor acha que leu isto em Vygotsky).*

### **Questão 2: Como aprendeu a dar aulas assim?**

Resposta: Começou a dar aulas assim ‘naturalmente’, pois não preparava aula no início (quando dava aulas como substituto em escolas públicas e ainda não havia cursado disciplinas da licenciatura) e por isso perguntava para os alunos quando se sentia ‘perdido’.

Quando começou a fazer Prática de Ensino aprendeu que este era um bom tipo de aula, desde que bem preparada, pois em caso contrário transforma-se em uma ‘falação’ e aprendeu a aperfeiçoar, a perceber as perguntas que fazia.

Na disciplina, para a preparação das aulas de estágio, era estimulado pela professora a pensar nas questões que faria para os alunos e porque as faria. Acha que aprendeu a pensar sobre a prática, a avaliar/ identificar problemas nas perguntas feitas aos alunos [não soube especificar quais tipos de problemas].

### **Questão 3: Quais os critérios que utiliza para determinar quais questões irá colocar para os alunos e em que momento da aula?**

Resposta: Relevância do conhecimento (que pode ser um conceito, um processo etc.); possibilidade de estabelecer relação com outra área (da Biologia ou de outra disciplina), pois se o professor não der essa orientação, dificilmente os alunos vão procurar estabelecer as relações; perguntas relativas a dúvidas que ele mesmo teve ao estudar aquele conteúdo.

As perguntas são feitas de acordo com a dinâmica da aula e da seqüência lógica da apresentação do conteúdo. Tem idéia das questões que pretende fazer, mas a maior parte das questões vêm durante a aula.

**Questão 4: Que tipos de questões considera que faz para os alunos?**

Resposta:

- *Para verificar se eles entenderam, se eles conseguem reproduzir aquele conhecimento; para aplicar o conhecimento, como pedir exemplos; para estabelecer relação com outra área da Biologia; questões de conhecimento (por exemplo, as do tipo ‘o que vocês acham que significa essa palavra?’);*
- *Perguntas de retórica, para chamar a atenção dos alunos, tentar que pensem junto com ele;*
- *Perguntas de condução, quando as relações são muito distantes. Considera que não faz questões para induzir, questões que dêem pistas para o aluno seguir. Acha que faz perguntas para os alunos pensarem. Pensar para o professor é estabelecer relações. Para pensar é necessário articular idéias. Há pensamentos mais simples e mais complexos, e o que os diferencia é a quantidade de elementos que devem ser relacionados. Exemplos de pensamento mais complexo: quando os alunos têm que ponderar coisas, selecionar informações e como elas devem ser utilizadas, levantar hipóteses.*

**Questão 5: Quando as questões ‘surgem’ durante a aula, que critérios utiliza para fazê-las ou não aos alunos?**

*Resposta: Às vezes, as questões surgem a partir de falas dos alunos (o professor procura descobrir o que um aluno pensou para chegar a uma determinada conclusão) e aí vai fazendo perguntas para detectar a ‘falha’ no raciocínio, por exemplo; diante de respostas certas dos alunos, para verificar se não é mero verbalismo e quando considera que tem tempo disponível para fazer mais perguntas aos alunos.*

**Questão 6: Que dificuldades identifica para preparar e para conduzir aulas expositivo-participativas?**

Resposta:

- *Às vezes, não consegue elaborar perguntas que expressem exatamente o que quer saber;*

- quando os alunos dão respostas que parecem não ter nada a ver com o que perguntou, ele rapidamente precisa identificar se a pergunta foi mal formulada ou se o aluno está tendo uma compreensão diferente sobre o assunto;
- alunos têm dificuldades em identificar relações causais;
- quando os alunos fazem perguntas ‘fora’ da matéria, porque se os alunos fazem perguntas é porque estão estabelecendo alguma relação;
- ‘dosar’ as perguntas, acha que pergunta demais às vezes; quando prepara a aula são poucas as perguntas que prevê, durante a aula surgem muitas porque a cada vez que apresenta o conteúdo surgem relações novas para ele mesmo e quer compartilhar com os alunos;
- não sente dificuldade para preparar este tipo de aula, reconhecendo que pode ser que não tenha consciência dos problemas que sua aula tem;
- conseguir ouvir todas as respostas; tentar usar todas as respostas e juntar todas. Valorizar, reforçar positivamente respostas erradas mas sem deixar de corrigi-las;
- quando os alunos falam ao mesmo tempo;
- tempo é uma dificuldade;
- reelaborar as questões de formas diferentes, mas acha que se sai bem.

**Questão 7: Para os tópicos de conteúdo específicos abaixo relacionados o que considera relevante que os alunos saibam?**

- **Composição do sangue: hemácias, glóbulos brancos e plaquetas:**

**Resposta:** que os alunos saibam que o sangue é uma mistura homogênea apenas aparentemente, pois é composto por duas fases, uma é uma solução e a outra é composta por células;

- **Vasos sangüíneos (artéria, veia e capilar):**

**Resposta:** que os alunos diferenciem morfológica e funcionalmente artérias, veias e capilares;

- **Comparação entre os corações dos vertebrados:**

**Resposta:** que os alunos relacionem a anatomia dos corações das diferentes classes de vertebrados ao tipo de taxa metabólica e órgão respiratório característicos de cada grupo; classifiquem a circulação em cada grupo de acordo com critérios estabelecidos. Estes critérios são: se ocorre ou não mistura de sangue arterial e venoso no coração; o número de vezes que o

sangue passa no coração em relação ao número de vezes que passa pelos órgãos em um volta completa pelo corpo

### **Questão 8: Tipos de problemas identificados pelo professor nas aulas analisadas**

Resposta:

Aula 1: (17/10, sala A)

- termos inadequados: 'pedaço que tem as plaquetas';
- definições imprecisas: 'as plaquetas têm essa função, de coagular o sangue'; 'a função dela é na coagulação do sangue';
- sequência de apresentação do conteúdo: iniciar a apresentação dos tipos de vasos pelas definições de veia e de artéria; estabelecer relação entre sentido da gravidade e fluxo de sangue nos vasos antes do tópico coração; seguir a sequência sangue-vasos-coração; pensa que deveria ser sangue – coração-vasos
- interação com os alunos: ignora a resposta do aluno ('vilosidades')

Aula 2: (AA, 17/10)

- seleção de assunto a ser discutido: pensa que a discussão sobre as vantagens e desvantagens de a hemácia ser eucarionte é uma discussão boa, mas perdeu muito tempo com ela

Nas duas aulas restantes, o professor não identificou problemas.



## *Anexo 2*

### **Transcrições**

#### **Aula 1 (17/10/03 - sala C): vasos sangüíneos**

P – (revisão sobre os tipos de células sangüíneas que já tinham visto: eritrócitos e leucócitos) ...e aí falta só mais uma parte que são, então, ó, continuando tínhamos os glóbulos vermelhos ou eritrócitos ou hemácias, depois os glóbulos brancos que tinham alguns nomes que a gente viu lá dos leucócitos e os linfócitos...que eram basicamente o quê? Qual era a função? dos glóbulos brancos mesmo? Eram a? Defesa do? Organismo, certo? E mais uma aqui, ó, mais um pedaço que tem as? Plaquetas. Temos as plaquetas que na verdade elas não são células. Elas são fragmentos celulares.

A1 – Qual a diferença?

P – Vou falar já (...) então, elas se originam de uma célula que chama megacariócito, uma célula um pouco maior, que é como se ela se quebrasse e cada partezinha dela são cada uma das plaquetas. Elas são só fragmentos de células, certo? Então, ó, as plaquetas não são células. Elas são só fragmentos de ? célula. E a importância delas, a gente colocou a dos outros já, é, aqui, ó, a coagulação do sangue. Depois a gente vê como se dá esse processo da coagulação, da coagulação.

A1 – Essa é a função dela?

P – Isso, a função dela é na coagulação do sangue. Vamos ver depois como se dá esse processo. Mas eu posso dar um exemplo pra vocês. Todo mundo já coagulou o sangue várias vezes. Quando a gente se corta, por exemplo, aquela casquinha que se forma, aquilo lá faz parte da coagulação do sangue. Para quê? Para evitar que o sangue fique saindo sem parar das artérias das veias, dos capilares. Lembra que a gente viu que a circulação da gente é? Fechada. Não é isso? O que era mesmo? O que significa circulação fechada?

A2 – Fica em vasos.

P – Que o sangue fica sempre confinado dentro de? Vasos. Então, assim que um deles se rompe, alguma coisa tem que ir lá e? Fechar, para não permitir que ela saia dos vasos. Quem vai fazer isso?

A (ni)- Plaquetas.

P – As plaquetas têm essa função, de coagular o sangue.

A3 – O que acontece com os diabéticos?

P – a gente vê depois, bom (olha para mim)...a gente vê depois disso. Tem o problema da insulina com glicose, a gente vê depois disso, que é um sistema mais para frente, que é o endócrino. Ou quando eu falar de coagulação tento falar isso no meio, depois. Mas vamos continuar com os componentes do sistema circulatório. O próximo agora são os vasos sanguíneos. Então, vamos ver agora os vasos. Primeiro aqui, ó, a gente ai encontrar três tipos de vasos sanguíneos que são as artérias, as veias e capilares (...) Então, vou definir agora artéria. Por enquanto, ó, como eu posso começar a definir artéria?

(ninguém)

P – Bom, quando eu vou definir alguma coisa eu não começo, sempre eu vou falar o que é, não é isso? Então, que é uma artéria, por enquanto? Ela é o quê? Um vaso sanguíneo, não é? . É um vaso sanguíneo que leva ou que transporta sangue do coração para...onde será que ela vai levar?

A3 – Para o resto do corpo.

P – Para os? Órgãos do corpo. Ou para qualquer órgão do corpo, certo?(...) Vamos ver o que é veia, agora. Como eu começo definindo? Também é o quê? Um vaso. É um vaso sanguíneo que transporta sangue dos órgãos para o coração. Bom, a gente não viu ainda, mas a gente sabe que o coração é aquela bomba que transporta ou que faz que o sangue percorra pelos vasos. Lembra que impulsionava o sangue o coração? Certo? Vamos pensar um pouquinho aqui, ó, qual dos dois, foi o que a gente viu por enquanto aqui, com as duas definições, qual dos dois tipos de vaso (artéria ou veia) deve ser mais resistente?

As – Artéria!

P – Por quê?

A4 – Passa mais sangue.

P – Passa mais sangue? Para ele passa mais sangue. Passa mais sangue em uma artéria do que em uma veia?

A (alguns) - Não.

P – Porque, ó, teoricamente, o que acontece? todo o sangue que passa por um artéria vai até um órgão, depois o mesmo sangue retorna por uma?

A (alguns) – Veia.

P – Veia. Não é isso? Então, eu posso dizer que numa artéria passa mais sangue do que numa veia?

A( alguns) – Não.

P – Será que essa é a diferença?

As – Não!

P – O mesmo sangue que foi até o órgão vai voltar depois por uma veia pro? Coração. Então, teoricamente, o que a gente tem é um percurso que é coração, órgão, coração, não é isso? (...) Então, ó, qual dos dois, qual dos dois lados, de novo vou perguntar, tem que ser mais resistente?

(ninguém responde)

P – Claro que é uma? Artéria. E por que será que uma artéria tem que ser mais resistente?

A1 – (responde algo como “artéria é que leva o sangue do coração para os órgãos, então, se romper a artéria, vai sair sangue do coração).

A3 – Para agüentar a pulsação do coração?

P – Isso! Eu vou juntar, ouviram o que ela estava falando?

As – Não!

P – Repete, por favor.

A3 – Para agüentar a pulsação do coração.

P – É isso, ó. Qual dos dois, artéria ou veia, então, pelo que ela falou, recebe maior força ...no sangue, tem maior força no sangue? (tempo)Ou tem que resistir a maior força do sangue?

A (alguns) – artéria.

P – Não é artéria? O coração acabou de bombear e vai pra um artéria. Aí depois aquilo volta pelo? Pelo uma? veia, até o coração de novo (...) Vamos tentar agora, ó, fazer um corte nos vasos. Vamos pegar um vaso sangüíneo, uma artéria e uma veia, e fazer um corte transversal. Como seria um corte transversal, mesmo?

A4 – Cortado no meio.

P – Cortado nomeio é uma boa explicação?

A4 – É!

A5 – (um pouco baixo, para a colega do lado) No meio pode ser nos dois sentidos (falando sem usar estes termos, mas fazendo gestos, dos sentidos longitudinal e transversal).

A4 – (falando ao mesmo tempo que A5) – Em diagonal.

P – Isso, ó! Se eu tiver isso daqui aqui, ó, um artéria aqui, ó (fazendo desenho na lousa), uma artéria que é um vaso, um tubinho, como que é cortar no meio? É assim ou é assim? A ou B?(...)

A1 – Ô, você quer um corte transversal ou...

P – Eu perguntei assim, ó: como é cortar isso daqui no meio?

A – A o B?

A (alguns) – A.

P – A e B também. Ambos eu cortei no meio. Só que aqui, ó, se eu cortar em A, eu cortei o quê? Ao longo do eixo dele, não é isso? E aqui eu cortei perpendicular ao? Eixo dele, não é isso? E esse é o quê? Transversal e esse é?

(ninguém responde)

P – Lon...? longitudinal. Certo? Então, vou desenhar os dois aqui, e aí vocês vão dizer pra mim se é uma artéria ou se é uma veia. Então, num corte transversal como é que u vou ver? Vou ver isso daqui e vou ver, também isso daqui, ó. [ver figura 2] Então, num corte transversal como e que vou ver? Vou ver isso daqui e vou ver também isso daqui, ó. Então, uma artéria e uma veia é como se fossem, lembram disso? (...) (desenhando). Que parte vocês estão vendo aqui do desenho que deve ser onde o sangue passa?

A3 – Dentro do burquinho!

P – Dentro do? Amarelo, não é? O sangue passa aqui dentro. Também, ó o sangue passa aqui dentro (...) Vamos dar os nomes, então, nas partes aqui, ó. Essa parte aqui, ó, em amarelo, essa parte amarela é o quê? É a parte que reveste...? internamente o quê? A? O vaso sangüíneo. Vamos chamar aqui, ó, de endotélio. Conseguem para mim, dissociar essa palavra aqui: endotélio? E dizer para mim o que representa a palavra endotélio? Conseguem?

A4 – Endo, dentro.

P – Endo é?

A(alguns) – Dentro (quase em uníssonos)

P – E télio?

A4 – Sangue

P – Télio é uma? Camada. Certo? Então, é a camada de? Dentro. Do que será que é formada? Essa camada de dentro? Esse endotélio?

A4 – Vilosidades.

P – É formado por várias? Células. Eu não estou vendo aqui, ó, mas se eu fosse olhar aqui melhor, eu tenho o quê? Várias células formando esse? Tecido aqui, ó, que é o endotélio, certo? Tudo bem? Você tá me ouvindo? Não! Mesma coisa aqui, ó, o que eu ia encontrar aqui? Nesse endotélio?

(Burburinho. Alguém responde, para quem o professor estava olhando)

P – Várias células! (em tom de quem está confirmando uma resposta correta). Então me definam melhor essa palavra, agora, a palavra endotélio. É um tecido de? Revestimento? Interno. Certo? Tudo bem? Se eu tivesse aqui, então, ó, uma artéria, ou uma veia, bem grande aqui, ó, no meio, onde passava o sangue, separando toda a artéria do sangue o que é que eu tenho? Esse?

Endotélio, aqui. Tudo bem por enquanto? Mas, aqui, interno, ó, um pouquinho mais para dentro ainda o que eu veria aqui, ó? Essa parte em azul. Aqui é, ó, musculatura. Lembram do tubo digestório? Que tinham vários músculos também? Ao redor pra o quê? Pra conseguir movimentar o alimento? Lembram disso? Então, a mesma coisa aqui, lógico que não vai ser da mesma forma. Não vou encontrar nisso daqui, ó, pulsação! Ela não vai pulsar igual ao tubo digestório. Só que eu vou encontrar um tecido muscular aqui em volta, da mesma forma que eu encontrava no tubo digestório, só que ele é bem diferente! Olha aqui, ó! E aqui eu tenho, eu vou chamar aqui de conjuntivo, tecido conjuntivo, que é basicamente de preenchimento. É o que vai mais ou menos dar forma para esses vasos daqui. Certo? Tenta olhar pra cá, ó, pra essas duas estruturas e me dizer: a letra A ou a letra B, qual dos dois deve ser uma artéria?

A4 – B.

A3 – A.

(Alguns outros falam A, outros B)

A4 – (responde algo que eu não entendi)

P – Como que é?

A4 – Muscular do A é maior que do B.

P – Não entendi, desculpa, o que você falou.

A4 – Tecido muscular do A é mais espesso que o do B.

P – O A é mais resistente (PI) muscular?

A4 – Isso!

P – Como você percebe isso?

A4 – Percebo mais massa.

P – Tem mais musculatura, então, que o A tem mais musculatura que o B. Não é isso? Isso me leva a crer que o A seja uma artéria ou uma veia?

A(alguns) – Artéria.

P – Artéria, por quê?

A4 – Porque é mais (resistente).

A3 – Para agüentar o tranco da pulsação.

P – Isso! Ela vai ser mais resistente para quê? Para agüentar a pressão do? Coração. Coração bombeia o sangue, isso é verdade. Isso aqui, ó, é uma? Artéria. Isso daqui e a outra, portanto, é uma? Veia. Isso daqui é uma? Veia, certo? Lembram, ó, que a gente viu o sistema digestório? Qual que era a função de alguns vasos sangüíneos? Não era absorver? Ó, lembra o sistema digestório? Que ocorreu a digestão, e depois o que aconteceu com os nutrientes? Eles foram para onde? Foram pro? Sangue. Então, eles entraram onde? Nos?

A4 – Vasos

P – Vasos, não foi? Então, os nutrientes passaram do aparelho digestório para os vasos? Sangüíneos. Qual seria o caminho deles aqui, se eles tivessem que entrar numa artéria? Qual seria o caminho deles?

A4 – Para o pulmão

P – Eles tariam daqui, ó, de um (1) pra cá, para dois (2), ou 2 para 1?

A4 – para 2.

P – Os nutrientes entrando e indo pro sangue. Qual seria o percurso deles? De 1 pra 2 ou de 2 pa 1?

A1 – 1 pra 2.

Ani – Que que é o número?

P – Não, o espaço. O lugar 1, aqui é o lugar 2. O que tem aqui dentro?

A ni – Sangue!

(alunos falam ao mesmo tempo)

P – Calma, calma, calma, ó. Eu falei assim, ó, lembra quando ocorria a digestão dos alimentos e formava o quê? Formava o? Os? Nutrientes. Lembram que a gente viu que, no duodeno, ou melhor, no jejuno, não era bastante vascularizado? Para conseguir absorver os nutrientes? Ou seja, para pegar o que tava no jejuno e levar para onde? Levar pro? Sangue. Lembram disso ainda? Da absorção? Lembram? (PI) ó, para onde (PI) ser levado? Para 1 ou para 2, os nutrientes?

A1 – Mas não tá fora da célula?

P – Isso aqui para você, o que é isso daqui? Isso daqui é uma célula?

A1 – É .

P – Não, ó. Imagina, assim, ó. Vamos imaginar...imaginar um vaso, um vaso, não. Um cano, certo? Que ele tem que ...

A – Aqui, ó (mostrando uma caneta)

P – É, pode ser, só que, isso, quase isso. Mas imagina assim um cano que tenha que levar, por exemplo, cada um de vocês é um órgão, então, certo? Tenho que alimentar vocês cm água. Então, tem um cano daqui, ó (colocando-se na frente da lousa, no meio) vai levar para todos vocês. Certo? Só que não vai chegar assim o cano e colocar na boca de vocês a água. Vai passar próximo a vocês. Isso! E tem um monte de furinhos, ali. O que acontece (PI) lá dentro do cano tem o quê? Como se fosse o sangue lá dentro, não é? Então, o sangue perco...ai, é o contrário, na verdade. O sangue percorrendo ele vai levar nutrientes para vocês, não vai? Quando levar nutrientes então, o sangue leva nutrientes para os órgãos. Então, imagina aqui essa sala inteiro

aqui, ó, é um corpo de uma pessoa. Certo? Tudo bem, (TI) é um corpo, cada um de nós é um órgão do corpo e percorrendo, circulando, todos os órgãos eu tenho o quê? O sistema? Circulatório. É o que vai levar o sangue. Vou colocar água no cano agora, certo? Só que esse cano vai levar para vocês, que seria as artérias, por exemplo, que vai percorrer todos vocês aqui tem furinhos por onde passa a água para vocês. Então, passa um cano por aqui, ó, e faz o que com a água, que seria o sangue? Vai sair do vaso e ir para ela, não vai? Concorda? Então, qual seria o caminho aqui: ó, que eu representei? De 1 pra 2 ou de 2 para 1?

A3 – De 2 para 1.

P – De 2 para 1. Só que como que isso foi parar lá dentro? Porque, vamos supor que um de vocês seja quem? Seja o intestino. Ao invés de só retirar eh ... nutrientes do sangue, o que que ele faz também? Ele ... coloca ....nutrientes no? Capilar. Ou melhor, no vaso? Sangüíneo. Então, vamos supor que ela seja o intestino (dirigindo-se a uma mulher mais velha, parda, sentada na frente). Acabou de ocorrer a digestão, o que ela vai fazer? Na hora que passar caminho por aqui, ela não vai só receber a água que vai para ela. O que ela faz? Ela vai colocando lá dentro o que? Também os? Nutrientes. Entenderam? Então, qual seria o caminho dos nutrientes entrando no sangue? De 1 para 2 ou de 2 para 1 ?

As – 1 para 2.

P – De um para 2? E depois, quando os nutrientes vão para as células – esse é o trabalho deles, não é? Ser distribuído pelo corpo inteiro? Aí eles vão de 2 para? 1, depois. Entendeu, ô ...Érica, entendeu?

A1 – (TI) tá fora, né?

P – na verdade, aqui, ó, isso não é fora, isso daqui, ó. Aqui tá o corpo. Eu tenho várias artérias passando aqui, ó. Aqui tá o corpo da pessoa. Aqui tá o corpo que recebe e passam os vasos pelo corpo da pessoa. Lembra (PI) que eu mostrei na aula passada, que eu falei para explicar circulação aberta e fechada? Para diferenciar os dois? Finjam que aqui (a mesa) é um órgão. Essa mesa tem que receber os nutrientes . Então, vai chegar um caninho aqui que vai levar a água com nutrientes para esse órgão (PI) um cano, uma mangueira. Se fosse aberta a circulação? Como seria essa mangueira (PI) o que aconteceria com a água da mangueira? Nesse órgão?

(ninguém responde)

P – Se fosse aberta? Se eu tivesse representando uma circulação aberta? Isso! É um órgão e a mangueira é a artéria, que leva sangue, por exemplo. Que faria se fosse circulação aberta? Essa mangueira chegando aqui, como que seria?

A5 – Seria uma coisa inteira.

P – (sem deixar aluna concluir) ela despejava, não despejava? Não ia jorrar água aqui dentro? (tempo) não ia jorrar água aqui dentro? Certo? Se fosse fechada como seria? Elas se dividiriam e vários tubinhos, não é? Que iam passar por aqui e cada tubinho ia liberar a água sem tirar o sangue de dentro do? Tubo. Lembram disso? Só que qual seria o problema para essa artéria aqui receber nutrientes? (tempo) teria problema para essa artéria receber nutrientes?

A3 – não.

P – Bom, vou responder então essa daqui. Teria, por quê? Olha o tamanho que os nutrientes têm que passar de coisas. Para poder vir para aqui, de fora, vamos supor que aqui seja, essa artéria passou no meio do intestino delgado, certo? [ver figura 2]O intestino tá onde, o intestino? Tá aqui, ó, aqui tá o intestino delgado (apontando, no desenho, para fora da célula) o intestino. O que aconteceria? Os nutrientes aqui, ó, teriam que passar tudo isso aqui, não teriam? Não ia dificultar? Como que os nutrientes iam passar pelo músculo? Certo? Não é verdade, ó? Quando eu falo de artéria e veias, eu penso em transporte mesmo, ó. Transportando. Eu vou ter um outro vaso, que são os capilares, que são assim, ó. Se eu for olhar u capilar, ele é assim, ó. (desenhando um círculo com giz amarelo, a cor com que representara o endotélio das veias e artérias). Só isso, ou seja, o que eu representei lá? Do que ele é composto, o capilar?

(ninguém)

P – Somente pelo? Endo? Télió. Por quê? Porque é justamente é ele que vai fazer esse transporte aqui, ó, usei a palavra transporte com outro sentido agora, mas ele vai fazer a absorção dos nutrientes e vai levar para as células os? Nutrientes. Olha aqui, ó. Ele é só isso daqui, ó. Isso aqui, então, ó, é um capilar. Ou seja, ele só possui o quê? (tempo) Só possui? Endo? Télió. Certo? Ó, por exemplo, ó, se eu tivesse aqui um órgão [ver figura 5] finge que isso daqui é um órgão, certo? Tem um vasilho, ó, que tá levando coisinhas para cá, ó. Vai ter que levar... imagine que esse órgão, ele não e formado por várias células? Esse órgão, aqui, ó. Formado por um monte de células. Cada uma dessas células aqui, ó, não tem que receber nutrientes? Que tá lá no sangue? Concordam? Como que ele faz isso? Se ele passar, um único tubo, for aqui dentro, ó, ele vai sair e vai sair lá atrás, concordam? Ele entrou aqui, penetrou aqui e vai estar lá atrás. Ele consegue distribuir? Nutrientes? Para todas as células? Sim ou não? Até consegue, mas é difícil, porque, ó, tem que passar daqui de dentro para todas elas. Que que ele faz? Para poder chegar aqui, ó? Ele se divide em vários (PI) bem pequenininhos, formados só por quê? Só por?

A5 – Capilares

P – endotélio. Por capilares, certo? E aí fica muito mais fácil do quê? De passar o que tá aqui dentro para fora. Concordam que a troca é muito mais fácil? Quando tem os capilares? (tempo)



Concordam? (tempo) Do que aqui, ó?! Vai ter que passar por muitas camadas de células. Aqui eu tenho uma única camada de célula, só. Certo? (...) Mais uma coisa, ó! Qual dos dois, os dois vasos, a maior parte deles transporta sangue contra a gravidade?

(ninguém)

P – Nosso corpo, por exemplo!

(ninguém)

P – Artérias ou veias?

(Alguns dizem veias, outros artérias)

P – Contra a gravidade!

A3 – A veia.

P – São as?

(alguns dizem veias)

P – Todo mundo acha? Que são as veias? Ó, o coração tá aqui, não tá? Não chegamos nele (TI) o coração tá aqui, ó! O que sai dele? Sai um monte de artérias, não sai? Pra irrigar o corpo inteiro. Pra levar nutrientes pro corpo inteiro. Então, o que são daqui para baixo, é o quê? Tudo? Artéria! Uma pequena parte vai aqui pra cima, só, não é, contra a gravidade! E aí o que volta de lá, pro coração, é o quê?

(alguns dizem veia)

P – Veia! Então, a maior parte ó, tudo contra a gravidade, ó, certo? Olha aqui agora, ó. Vamos fazer um corte longitudinal (...)

A3 – Ah!

P - ...um pouco menores (...) Como que é esse corte agora? Vou pegar uma artéria, se fosse essa daqui, por exemplo, ia fazer o que com ela? Não cortar assim mais e sim, de assim. Ao longo do? Eixo dela. Então, aqui seria o quê, ó? Toda essa parte aqui...? Seria o quê? Seria o?

(alguns dizem endotélio)

P – Endo? Télió, concordam? (tempo) concordam?. Essa partezinha toda aqui, ó, seria o quê?

(alguns dizem musculatura)

P – Isso! Essa parte (PI) em azul seria a? Musculatura (continua desenhando) e a parte branca seria? ... Para dar a forma. Forma, na verdade, ou preencher, tecido conjuntivo. onde o sangue passa? O sangue passa por aqui, ó. Geralmente nesse sentido aqui, ó, o sangue. Geralmente nesse sentido das artérias. Tudo bem? Facinho, né? Como seria uma veia, com corte, agora?

(ninguém)

P – (TI) o amarelinho aqui? Não tem (PI) amarelinho aqui? (PI) fazer isso! Por que tudo amarelo? Por que eu vejo o fundo dela, que também é amarelo, que eu esqueci disso. Porque, ó,

revestindo inteiro ele, ó, inteiro de assim, ó, eu vou encontrar o quê? Tudo? Endotélio, certo? E aqui, ó, (PI), isto aqui (tempo). Essa parte daqui é o quê? Vai proteger por dentro que é o? (tempo) Endo? Télió. Aqui, ó, uma camada muscular, uma camada muscular menorzinha em relação às artérias, só que aqui, ó, qual é o problema? Das veias? O sangue flui geralmente em qual sentido? Esse daqui, não é? De baixo para? Cima. Qual é o grande perigo que pode ocorrer com as veias? É o sangue?

Ani – voltar.

P – Voltar. Com isso, ó, eu vou encontrar nas veias umas válvulas, aqui, ó. Assim, ó. Encontrar nas veias algumas válvulas, são as válvulas venosas que fazem o quê? Assim que o sangue passa, ele passa por aqui mas não consegue, depois, voltar. Certo? Por que que é isso? Para evitar o? Refluxo de? Sangue (PI) tecido conjuntivo dela. Como que o sangue, geralmente, passa pelas artérias? Através do bombeamento do? Coração, ele passa pelas artérias. No caso das veias elas são estas ligadas a músculos, aqui, ó. Finjam que é (estava desenhando) um músculo da perna, aqui, por exemplo, ó. Então, conforme eu ando, aqui, ó, não tem os músculos? Que estão com as? com as veias aqui, ó. Conforme eu vou andando, o que acontece com esses músculos aqui, ó? Eles vão contraindo ou vão relaxando. E essa contração, ele aperta aqui, ó. A hora que aperta esse vaso, o sangue acaba, certo? Pelas? Veias. Então, a maior parte do sangue que flui pelas veias é por quê também? Pelo movimento dos? Músculos, certo? Tudo bem? (TI) isso. É, e vão pressionando, e vão impulsionando também o sangue por ali. Eu tenho que lembrar que a circulação nossa também é fechada. Então, como que o sangue flui? Pelas artérias e pelas veias, também? Pela força hidro? Dinâmica. Sabe macaco hidráulico? Tiveram em Física isso?

As – Não! (alguns, em voz baixa)

P – Isso daqui, assim, ó? ( desenha vasos comunicantes) eu tenho isso daqui assim, tem um monte de água aqui.

## **Aula 2 (17/10/03 – sala A): composição do sangue**

P – Boa noite! Vamos ver agora, então, ó, os componentes do sistema circulatório (escreve na lousa). Vamos ver do que é composto, então, anatomicamente, o sistema circulatório. Vamos lá. Primeira coisa aqui, ó. Quem que é (TI) sangue! Sangue! (joga giz em um aluno, este reclama brincando, alunos riem) Sangue: primeiro, a gente viu que o sistema circulatório transporta? Algumas substâncias? Lembram? Através de quem? Ele transporta? Através do? Sangue. O

sangue, na verdade, ó, é o tecido que transposta mesmo aquele, aquelas substâncias que a gente viu na aula passada ou retrasada, eu acho.

A – Passada, né?

P - Passada, né? Sangue: aqui, ó, ele é o meio...de...transporte (escrevendo na lousa). Ou seja, é através do sangue que o sistema circulatório consegue transportar... ehh, aquelas substâncias. Outra parte aqui importante é quem? São os? Vasos sanguíneos (escrevendo na lousa). Quem são, rapidamente, os vasos sanguíneos? São como se fossem tubos que por dentro dele passa o? Sangue. Certo? Então são os tubos por onde passa o? Sangue. Dentro dos tubos, então, passa o? Sangue. E, por último, aqui como (PI), temos o? Coração. (escrevendo) Que é quem? O coração? Rapidamente, vamos ver depois ele, melhor. Mas ele é uma bomba, né? Muscular, que faz o quê? Que? Impulsiona o sangue através dos? Vasos, certo? (TI) uma frasezinha aqui, ó, só para juntar esses três elementos aqui, ó, os componentes. Então, aqui, ó: o coração (escrevendo) é uma bomba muscular (TI) é uma bomba muscular, (TI) muscular que impulsiona o sangue dentro dos? Vasos. Ou através dos? Vasos. Que impulsiona (escrevendo) o sangue através dos vasos. A gente consegue juntar o que a gente viu a aula passada com essa aula agora, que eu comecei agora. A outra era os três componentes e associando os três Mas vamos lá. Vamos começar agora, então. Ó, pode colocar aqui, ó. Falamos do coração, falamos dos vasos e do? Sangue. Que são os três componentes que? Formam o sistema circulatório, que faz isso circular pelo corpo e levar o quê? Aqueles nutrientes que a gente falou – o resíduos metabólicos, substâncias, gases etc. - pelo? Pelo corpo inteiro do? Organismo. Lembram disso? Ainda.

A1 – aonde entra o rim nesta história?

P – O rim entra depois (TI) no próximo sistema (TI) renal. Lembram que tinham resíduos metabólicos no sangue? Vieram das células? E aí isso vai para os rins, via sangue também, e aí o rim consegue tirar essas porcarias, esses resíduos do sangue. Mas é no próximo sistema isso. A gente vê depois. Vamos lá. Começar no sangue. (escrevendo) Posso falar sangue ou ainda posso falar de? Tecido sanguíneo (escrevendo) Boa: se eu falei tecido sanguíneo, que é sinônimo de sangue, eu suponho então que o sangue seja o quê? Seja um? Tecido (alguns alunos falam junto). E ele é mesmo. Caiu na FUVEST já uma vez. Que o sangue...perguntava assim: qual dos tecidos abaixo é o que tem maior, ehh, substância intercelular? O que é uma substância intercelular?

A2 – dentro da célula?

P – inter – celular!

A2 – fora.

P – se fosse dentro seria? Intra-celular. Inter é? Entre as? Células, certo? É uma substância que tá mergulhada entre as? Células. E o sangue é isso mesmo. Tanto que ele é líquido, não é? Então, as células são bastante espaçadas uma da outra. Cheio de? Água entre elas que é o que? É o tecido com maior? Espaço inter? Celular do nosso corpo, por exemplo. Então aqui, ó, maior (escrevendo) espaço intercelular. Mas, vamos lá. Vamos ver agora o seguinte, ó, eh, eu vou tirar o meu sangue e vou por num tubinho de ensaio, agora, o meu sangue. Eu vou pegar o meu sangue agora e vou por num tubinho de ensaio. Vocês tiveram já substâncias heterogêneas e homogêneas?

(alunos dizem que sim)

P – o sangue é homo ou heterogêneo?

(alguns dizem homo, outros hetero)

P – quando eu olho par ele parece que é homogêneo, eu vejo uma única fase, não vejo?

As – ãhã! (concordando)

P – se eu deixasse por um tempo o sangue aqui, eu encontraria, na verdade, duas fases no sangue. Como que eu posso acelerar esse processo? Se eu pegar esse tubinho de sangue aqui, de ensaio, com sangue lá dentro vou por ele numa centrífuga. Tem idéia do que que seja uma centrífuga?

A (ni) – aã!

P – viram máquina de lavra roupa quando tá centrifugando? Fica girando (TI) sem parar? Que acontece? Se eu puser esse tubinho na centrífuga que tá girando sem parar, o que acontece? O que tiver maior densidade vai mais pra baixo. O que tiver menor densidade, nos componentes do sangue, fica onde? Ficam mais? Pra cima, certo? O que tiver maior densidade vai pra baixo ou vai pra cima?

(não respondem)

P – com maior densidade?

As (uníssonos – para baixo!

P – parte mais densa fica mais para baixo. Essa centrifugação é para acelerar o processo. E puxar mais rápido o que é mais denso e deixar o que é menos denso para cima. Portanto, ó, quando eu faço isso com o sangue, vai sobrar um parte embaixo, que é aquela parte mais avermelhada e vai sobrar aqui em cima (referindo-se a desenho na lousa) [ver figura 7] ó, uma parte mais amarelada, que a gente conhece (TI) soro. Já ouviram falar de soro? É essa parte aqui do sangue, ó, parte mais amarelada, parte mais aquosa do sangue (TI), ó, eu posso separar o sangue, então, em duas fases, que é o que eu vou chamar de plasma (escrevendo) plasma ou? A parte aquosa do? Sangue. Parte aquosa (escrevendo) e aqui embaixo eu tenho os? Elementos

figurados (desenhando), que são, na verdade eu posso generalizar, que são as? Células sangüíneas. Então, o que seria o sangue? Sangue, ó, é tudo isso daqui, ó. Tudo isso é o? sangue. Que é composto por duas? Partes: o plasma e as células ou elementos figurados. Uma pergunta, ó. Quando a gente viu, eh, uma das funções do sistema re...eh circulatório, a gente viu que tinha algumas substâncias que eram transportadas pelo? Sangue. Em qual parte, em qual das duas porções do sangue aquelas substâncias que a gente viu na aula retrasada estão?

A(ni) – plasma.

P – deve ser no plasma ou nos elementos figurados?

(ninguém)

A3 – elementos figurados (outros alunos concordam)

P – Por que nos elementos figurados?

(ninguém responde)

P – vamos ver que ...

A2 – (TI) plasma, porque se é algo que transporta tem que ser no plasma.

P – Isso! (TI) ia falar mais alguma coisa depois que ia ajudar vocês a responderem. Mas, sim. É água que transporta as coisas, a maior parte vai tá onde, então? Vai tá no? Plasma, exceto alguns gases, o O<sub>2</sub>, por exemplo, que vai ser transportado pelas? Hemácias, não é isso? Então, o O<sub>2</sub> (TI) vai tá onde? Nessa parte aqui, ó, nos elementos figurados, certo? Nós vamos chegar nisso já. Vamos ver aqui, ó. Os elementos figurados então, agora, no sangue (escrevendo) (...) Bom, ó, então, vou olhar o quê? Só essa partes aqui, agora, certo? Eu vou olhar só essa porçãozinha aqui mais densa do sangue . Isso que eu vou ver agora. São os? Elementos figurados. E vou encontrar aqui, ó, quem? Vou encontrar a série vermelha (escrevendo). Que é quem? É essa, realmente, essa parte que dá a cor do sangue mesmo, que são quem? São os glóbulos vermelhos, são os glóbulos vermelhos (escrevendo) ou posso chamar de eritrócitos ou ainda tem um outro nome ainda que eu posso chamar de? Ou ainda de? Hemácias. Então, a hemoglobina é uma molécula que está dentro das? Hemácias. Praticamente protéica, é uma proteína, basicamente, que tá aonde? Dentro das? Hemácias. Então, as hemácias são o quê? Então?

(ninguém responde)

P – como poderia falar, caracterizar isso biologicamente?

(ninguém responde)

P – as hemácias? Eh, digamos ...que parte do corpo são as hemácias?

(ninguém responde)

P – elas são o quê?

A (ni) Células?

P – elas são? Células! Certo? Então, as células são formadas por várias? Moléculas, é isso o que compõe uma célula. Uma das moléculas que compõem as hemácias são quem? São as? É a? hemoglobina, por exemplo, certo? Então, ela tá dentro da hemácia. Na verdade, a hemoglobina dentro da hemácia é quem consegue transportar o? oxigênio. Então, essa hemoglobina, ela se liga ao oxigênio e leva ele para as outras, para todas as partes do corpo, como é a função do? Sistema, eh, circulatório. Vamos ver aqui, ó. Qual é a função disso daqui? (tempo) é o transporte de? (tempo) principalmente de? Oxigênio (escrevendo) Que, aí sim, é feita pela? Hemoglobina!. Certo?

A3 (pergunta algo relacionado à ‘molécula de ferro’)

P – ãh?

A3 – a molécula de ferro (TI)

P – é que a molécula de ferro ela compõe, ela é um dos componentes, não é molécula de ferro, íon ferro, na verdade, né? O íon ferro é um dos componentes da molécula, da proteína, da molécula de? Hemoglobina. (TI) entender alguma coisa assim, ó. É assim, ó, quando tiver nessa célula aqui (desenhando), a célula lógico (TI) buraco assim, não é uma rosca, a célula. A gente tá vendo pelo microscópio por transparência, mas é uma bolinha, assim, certo? Uma celuzinha inteira. Lá dentro, quando eu abro isso aqui, eu encontro o quê? Por exemplo, uma molécula dentro que é a? hemoglobina, certo? Na molécula de hemoglobina eu vou encontrar o quê? Eu vou encontrar o íon ferro, compondo essa molécula de? Hemoglobina. Certo?

A – (TI)

P – ãh?

A – (TI)

P – (TI) hemo? globina. A gente melhor (TI) transporte (TI) apresentando para vocês as coisas. Vamos ver melhor depois.

A2 – Então é a hemoglobina que transporta o oxigênio?

P – isso! A hemoglobina, dentro das hemácias, é quem transporta o? oxigênio. Tanto que, nos mamíferos, (TI) isso, mas, nos mamíferos, as hemácias não possuem núcleo.

A - TI

P – isso! Nos mamíferos, as hemácias não possuem núcleo. Vamos ver uma vantagem para isso. Vamos discutir isso, então, agora; uma vantagem para as hemácias não possuírem núcleo?

A2 – ai, eu lembro da aula de Sábado.

P – é o quê? Ela tem um maior espaço? Pra? Carregar? O oxigênio. Então, é uma vantagem isso. Qual a desvantagem que ela tem? Agora pensa na aula do Rodrigo. Qual desvantagem uma célula tem se ela não possuir núcleo?

A3 – material genético?

P – ela não tem material genético, portanto...?

A (ni) (responde algo que não entendi)

A3 – não tem DNA.

P – não tem DNA. E daí? (tempo) ela consegue fazer qualquer...ela consegue produzir alguma substância dentro dela?

(alguns alunos respondem não)

P – não! Por quê?

A1 – no caso ela fica só restrita, só ao transporte do...O<sub>2</sub>.

P – isso! Como que foi parar essa hemoglobina, que é uma proteína, tem que vir de um gene. Tinha visto já? Não, acho que ainda não, né? Não tiveram gene ainda. Tudo bem. Mas, ó, então, a princípio, achei que vocês tivessem tido isso já. O núcleo faz o que na célula? Ele que controla a atividade da? Célula, não é isso? É a parte do núcleo, das informações no núcleo que a célula consegue produzir? As suas proteínas, por exemplo. Então, como que a hemácia, que não tem núcleo, conseguiu fazer a hemoglobina, que é uma proteína? Por que um dia, ela teve núcleo. Ela só perdeu o núcleo depois para quê? Pra? Facilitar ou para aperfeiçoar a função dela que era transportar o? oxigênio. Então, ela teve núcleo um dia, não tem mais agora.

A(ni) – Como assim um dia?

(silêncio)

P – quando ela é formada ela tem núcleo. Depois ela perde. Esse núcleo. Agora, uma outra pergunta; a hemácia é procarionte ou eucarionte?

(burburinho)

A (ni) – É, se ela não tem núcleo...!

A2 – Mas (responde para a colega) não é que ela tem núcleo definido ou não. Ela não tem núcleo. Entendeu?

(burburinho, alunos discutindo entre si)

P – Então, a hemácia é procarionte ou eucarionte?

A (ni) – procarionte!

P – Por quê?

A4 – qual que fabrica e qual que não fabrica?

P – então, ó, a hemácia jovem, quando ela é formada, ela possui núcleo, a hemácia. Depois, quando ela começa ficar madura, ou seja, pronta para sua atividade, ela perde o núcleo, pra conseguir transportar o máximo possível de? Oxigênio. Pra ter mais espaço nela, certo? Aí, ela

perde o núcleo, fica sem? Núcleo nenhum. Ela é uma célula procarionte ou é uma célula eucarionte?

A5 – ela é as duas.

A2 – nem uma, nem outra. (mais baixo)

P – não, tem que ser uma coisa ou outra (responde as A5).

A2 – Pode ser nenhuma?

A (ni) – Procarionte!

P – Pode! (respondendo para A2) (silêncio) Na verdade, o único ser que não é nem procarionte, ou eucarionte são os? Vírus. Que nem célula tem.

A2 – então é eucarionte, porque se ela foi eucarionte algum dia...

P – não, ela é eucarionte, por quê? El faz parte de mim que sou um ser eucarionte. Ela teve núcleo um dia, ela só? Perdeu, o núcleo, certo? Então, ela é uma célula eucarionte, pelo amor de deus. Não confundam isso. Qual que é a , o (conceito) entre procarionte e eucarionte? é saber se o núcleo é delimitado por uma membrana ou? Não delimitado. Porque ela tinha um núcleo, ela só perdeu pra quê? Pra? Que pudesse exercer melhor a sua função. Só que a célula original tem núcleo e tem membrana também, tem carioteca também. Então, ela é? Eucarionte. Mesmo porque, todas as células do meu corpo são? Eucariontes. Então, eu sou um organismo eucarionte. Certo? (TI) hemácias também são? Eucariontes. Certo? Tudo bem? (apaga lousa) vamos lá, agora, ó, série branca. A outra parte aqui que é a série branca. Ou seja, a série branca é formada pelos? Glóbulos

A (ni) – Brancos.

P – (continua sua fala anterior, quando o menino estava encerrando a dele) Brancos. Super fácil, isso?

A – Até aí é!

P - Glóbulos brancos (escrevendo). Qual é a função principal dos glóbulos brancos do nosso corpo? Alguém já ouviu falar disso um dia? (tempo) acho que já!

A7 – defesa?

P – Isso! É a? defesa? Do organismo contra agentes? Estranhos: bactérias, vírus, protozoários, qualquer substância que não for do nosso próprio? Corpo, certo? Então é? Defesa? (escrevendo) vou por assim, ó: defesa imunológica (TI) (burburinho dos alunos aumenta)defesa imunológica? Ou contra? (escrevendo) agentes estranhos. Tá muita conversa aí atrás! Contra agentes estranhos, né?

A6 – leucemia é deficiência dos glóbulos vermelhos?



P – a leucemia? Eu acho que é uma produção excessiva de glóbulos brancos na verdade. Ela produz a mais glóbulos brancos. É isso, Cris? É isso, é. Produz um excesso de glóbulos brancos. Po quê, ó? Na verdade, os glóbulos brancos e glóbulos vermelhos têm que estar na, não na mesma, tem que tá, não na mesma quantidade, mas tem que ter um nível ideal ou, eh, normal, pro pra funcionar bem o corpo, de glóbulos brancos e glóbulos vermelhos. Se eu tiver poucos glóbulos brancos, o que acontece? Minha defesa vai ficar? Prejudicada. Certo? Se eu tiver poucos glóbulos vermelhos ou a menos do que o ideal, ou que o normal, o do que acontece comigo? Eu vou ter uma deficiência em? em transporte de ? oxigênio. Então, as minhas células vão ter menos O<sub>2</sub> do que elas deveriam ter, certo?

A7 – tem só esse nome? Só glóbulos brancos?

P – É, de maneira geral eu chamo de glóbulos brancos. Tem vários deles, agora. Vou falar dois pra vocês, só. Que são os exemplos (escrevendo). São os linfócitos (escrevendo) e os? Leucócitos. São os principais. Esses dois aqui. Tem alguns outros também, na outra classe me perguntaram, acabei falando para eles, mas não se preocupem com os nomes (TI) tem neutrófilos, basófilos, eosinófilos, tudo que acabar com filo, esses nrófilo, nrófilo, é glóbulo branco também, certo? Alguém já fez exame de sangue alguma vez?

(burburinho)

P – (TI) um monte deles lá; eosinófilo, basófilo, neutrófilo.

A (ni) É verdade (TI)

P – aparece um monte lá. Cada um deles tem uma função importante: um é para alergia, o outro é para, tem várias coisinhas, que eles estão responsáveis. Mas os principais são esses dois aqui, ó: linfócitos e leucócitos. Que eles vão , na verdade, a maior parte é produzir anticorpos. Devem ver isso com o Rodrigo, depois, eu acho, certo? (TI) ó (TI) agora, que são as? Plaquetas. (escrevendo)

A6 – professor!

P – ã!

A6 – No caso, se você tiver deficiência de glóbulos brancos, você pode ficar mais, eh, suscetível, você pode pegar doença mais fácil?

P – è o que acontece com o vírus da AIDS, com a AIDS, por exemplo. A AIDS não é que tem um vírus, na verdade. Quem tem o vírus tem o HIV, só. A AIDS é o que, na verdade, é a síndrome, é a palavra; síndrome da imunodeficiência, ou seja, imonodeficiência adquirida. Ou seja, a pessoa nasceu com uma falha de defesa, de defesa imunológica? Não. Ela adquiriu isso por quê? Porque o vírus da AIDS destrói quem?

(ninguém responde)

P – Os linfócitos, geralmente. Então, diminui bastante o quê? O nível de? Glóbulos brancos, importantes para defender o nosso corpo contra algum, alguma, algum agente estranho. Geralmente não é a (TI) não é o vírus HIV que mata. São algumas doenças que vêm também junto e não tem como serem combatidas. Então uma gripe pode matar a pessoa que tem AIDS. Por quê? Ela tá com a defesa super baixa, certo? Por, por diminuição dos? Linfócitos.

A3 – tem alguma maneira, alguma coisa que a gente possa fazer para aumentar isso aí?

P – No caso da AIDS, não. Ele vai matar um, tem vários linfócitos, (por exemplo) tem vários tipos de linfócitos também, isso aqui é um inferno! Mas, ele vai atacar um principal, que a gente chama de general, que é o que comanda toda, todo o resto. Então, o vírus da AIDS destrói os linfócitos...T4, CD4, (TI) eles são os responsáveis por iniciar toda defesa imunológica do corpo. Mas a gente não vai ver isso aqui agora, não. Vai ver depois, com vírus (TI) aí mostra direitinho como funciona na AIDS isso. Certo? Vamos acabar com as plaquetas, rapidamente aqui, ó! Que, na verdade, o que a gente viu, ó? Que, na verdade, o que a gente viu, ó? Isso daqui, ó, cito? Cito? São o quê? São? Células. Eri? Trócitos. Também são? Células. Cito, olha aqui, ó. Cito quer dizer? Célula. Agora, as plaquetas, elas não são? Células. Elas são? Simplesmente o quê? São fragmentos (escrevendo) celulares. Então, ó, olha aqui, as plaquetas não são células. Elas são fragmentos celulares. Tem uma célula um poquinho maior, a célula maior da ... que é parte dos glóbulos vermelhos também, que não coloquei ali, que é o megacariócito. Como se ele explodisse e cada partezinha dele fosse uma? Plaqueta. Certo? Então, as plaquetas não são? Células. Elas são só fragmentos?

(alguns respondem baixo celulares)

P – Celulares, que são responsáveis pelo quê? Pela (escrevendo) coagulação do sangue, coagulação do sangue. Que que é coagulação do sangue? Só para dar um exemplo e a gente vai embora, já. Quando a gente corta a pele, por exemplo, o que que acontece? O sangue iria (fluir), não iria? Só que, lembra, ó, nós temos circulação de que maneira? Fechada. Então, o sangue não pode sair dos vasos. Se ele sai dos vasos, tem que haver um mecanismo que? Pare de deixar ele sair dos vasos, que ele não pode sair. Isso é a? Coagulação. Aquela casquinha que forma no nosso machucado faz parte do processo de? Coagulação. Pra evitar que? Perca sangue (TI)

A7 – ele vai reagir com o ambiente?

P – É, quase isso, quase isso (TI) quando corta a pele, ou as células da pele (TI) uma substância que desencadeia o processo. A gente vê depois isso, que é a protrombina. Certo, pessoal, que horas são?

(fim da aula)

### **Aula 3 (07/11 – sala A): comparação entre os sistemas circulatórios de mamíferos e de peixes**

P - ...veia, capilar, eh, coração e os tipos de circulação. Já vimos isso já, não vimos? chegamos até circulações, grande circulação e pequena circulação, não foi? Circulação sistêmica e circulação pulmonar. Eh, já discuti com vocês uma coisa com vocês (TI). Mas, vamos lá. Se eu identificar, se uma, um vaso do corpo, aqui na minha mão, por exemplo, achem um vaso em vocês, na mão de vocês. Achem aí. Já falei isso já? Não lembro. (TI)

A1 – acho que sim.

P - Não, não falei ainda, mas vamos lá. Já falei. Vamos discutir então quais os dois tipos de vasos, artéria e veia devem ficar mais superficiais no corpo? (silêncio) Se eu olhar o meu corpo aqui, será que eu vou encontrar sempre veias, que eu consigo ver, será que vão ser sempre veias? Sim ou não? (TI) Colocamos a mão aqui (colocando o indicador e o polegar no pescoço), não ponham a mão! (TI) Então, ponham a mão aqui. Tão sentindo o quê? Acharam uma pulsação? Isso é o quê?

A2 - A veia dilatando e pulsando sangue para o pulmão.

P - Então isso que eu tô sentindo é uma artéria ou uma veia?

A2- artéria.

P - E você viu o que você falou? Que é uma veia dilatando, você falou.

A3 - Ah, sim, é.

P - Então, cuidado com isso. Que é comum falar 'veia é tudo a mesma coisa', mas cada um é uma coisa. A partir de agora artéria e veia não são a mesma coisa. Eu não posso falar de artéria e chamar de veia ou falar de veia e chamar de artéria, certo? Não vamos confundir. (TI) eu posso confundir, tudo bem. Mas agora (TI) vocês não podem confundir, certo? Aqui é uma? artéria. O que que é isso que eu sinto?

A4 – Pulsação do sangue.

P- É a pulsação do sangue? O que é a pulsação do sangue? O que que significa isso?

A4 – É o bombeamento do coração.(TI)

P - Isso. É o que? O coração bombeou, isso... percorreu, né? É o sangue passando naquele momento ali, não é? É como se, por exemplo, eu tivesse uma mangueira (TI) bem pequenininha que essa mangueira era ligada à ela. Então se eu tivesse, imagina aqui que é uma torneira e uma mangueira passa por aqui e vai para outro lugar, certo? Vamos supor que, ó, essa mangueira

passasse por vocês, essa mangueira, todo mundo pudesse segurar ela. Então, ó, quando eu ligasse aqui a, o que ia acontecer? Todo mundo ia sentir a água passando ao mesmo tempo? Sim ou não?

A5 - Não.

P - Não. Primeiro ia o quê? Ela ia sentir uma pulsação, primeiro, né, da água passando? Logo depois que eu liguei a mangueira (TI) a água vai correr, não vai? vai correr por ela e vai sentir uma pulsação da água passando por ela. Aí, depois, (TI) ela sente depois, e depois sempre na ordem que o sangue passa, ou melhor, a água passa pela mangueira. É isso que eu sinto aqui nas pulsações. É como se tivesse alguém., assim, ó, abre e fecha, abre e fecha, abre e fecha, abre e fecha, abre e fecha. Eu consigo, vocês conseguem, medir o quanto de vezes que eu abri e fechei a torneira, não conseguem? Se cada um tiver com uma mangueira na mão, um pedaço da mangueira na mão? Não consegue sentir o quanto eu abri e fechei a torneira? É isso que eu sinto aqui, o quanto de vezes o coração bombeou o sangue. Eu consigo saber se ele tá bombeando mais rápido ou mais devagar? Pondo a mão aqui?

A3 – Consegue.

P - Por que eu consigo? Conforme ele bombeia, o sangue percorre, aí eu vou sentir aqui. tanto que acontece isso, né? Você sai correndo e depois vai medir aqui, não vai tá diferente? Que passa o sangue? porque o coração, por algum motivo de (TI), teve que bombear mais rápido o sangue, o... Como chama isso? (TI) pra vocês?

A - Não.

P – falei de débito cardíaco, já? (TI) Então, mais uma coisa, ó. É importante, por que que recomendam, pessoas que, que nem eu, que fica de pé o dia inteiro, que dou aula, por exemplo, chegar em casa, colocar a perna assim para cima?

A3- Pra ajudar a circulação.

P - de que maneira que isso ajuda a circulação?

A – Ah, o retorno do sangue...pro local do, pro coração.

P - Do coração. Por uma artéria ou por uma veia?

A4 - veia.

A3 – Veia.

P - Por uma veia. Então, se eu ficar em pé o sangue não retorna para o coração?

A - retorna.

P - retorna.

A3 –Com dificuldade, né?

P - Mas, tudo bem, é mais, um pouco mais difícil também dele voltar, só que ele volta, senão todo mundo ficaria com o pé inchado, não é isso? Então, se eu ficar assim o que acontece com ele? eu facilito o transporte de sangue pelas? Veias (PI) no? a força da gravidade tem sobre o? sangue voltar pro? coração, certo? Tem um outro, uma outra coisa que é, pessoas que viajam de avião muito tempo uma viagem muito longa ou de ônibus numa viagem muito longa, o que acontece com a pessoa? Ela acaba tendo problemas na perna, de acumular o sangue na perna, fica difícil de ele voltar porque ficou sentado - eu pressiono alguns vasos aqui - de voltar o sangue pra cá. Então, começa a acumular, muitas vezes, o sangue na parte inferior, né, nas partes inferiores, na parte debaixo na perna.

A4 – dá a sensação de formigamento.

P – Isso. Às vezes, dá essa sensação de dormência na perna quando tá meio ruim a circulação na perna ou no braço, ou (PI) de mal jeito, às, você acorda com o braço (TI) isso muitas vezes, é problema de circulação, não problema de circulação, mas faltou um pouco de sangue naquele (PI) lugar. Mas o que tão falando, hoje em dia, pra tentar melhorar esse problema de acumular sangue, é que as pessoas fiquem fazendo exercício com as pernas, um movimento com as pernas para cima, os pés. (PI) ao invés de deitar a perna pra frente (TI) eu faço o quê? Eu posso ficar movimentando o pé para facilitar a circulação. E por que que isso facilita a circulação? Se eu movimentar o pé assim? Lá embaixo, mas com o pé assim. Por que será que facilita? (silêncio) Heim? Vocês?

A5 – Por causa do músculo?

P – isso! o que que o músculo faz?

A5 – Ele contrai.

P – Perfeito. Como, como que, qual a , de que forma mais, eh, de que forma também isso aqui vem do pé aqui pra cima? De que maneira? Lembra que nos músculos do esqueleto, no músculo da gente mesmo, músculos que a gente não consegue mexer, que eles vão pressionando o sangue nas veias e vai ter que impulsionar pra cima e o sangue não volta pelas veias porque tem aquelas válvulas venosas, lembram? Então, se eu começar a mexer a perna, eu vou movimentar esses músculos e aí conseqüentemente o sangue começa a? fluir mais fácil pelas? veias até chegar no? coração. Então, eles pedem pras pessoas que vão viajar por mais de 1, 2 ou 3 horas, a gente chega até 12 horas num avião ou 12h num ônibus, vai ficar? sempre movimentando, esticando para movimentar esse músculo, para ajudar a? circulação, para não acumular sangue lá embaixo. Mais uma coisa importante, eu já falei já? Não, eu não falei ainda, eh, onde será que, eh, eu já falei, mas...ai! eu não sei o que eu falo (TI) eh, qual dos dois, uma artéria (risos) uma artéria ou uma veia deve ficar mais interna no nosso corpo?

As – Artéria.

P – Por que uma artéria? Era bom pra gente que nossas artérias ficassem na superfície do corpo?

A – (TI) qualquer cortinho...

P – Isso. Qual tem maior chance de matar a gente se for rompida? Uma artéria ou um aveia?

A – uma artéria.

P – uma artéria, por quê?

A5 – Maior fluxo de sangue.

P – porque o sangue tem maior pressão nas artérias, não é isso? Nas veias o sangue tem, tem uma pressão do coração? Não.

A – ele circula mais rápido, né?

P – ele circula mais rápido por quê?

A – Por causa da pressão.

P – isso (TI) associar que é a mesma coisa, por causa da pressão sangüínea que o coração exerce no sangue, nas? artérias, não é isso? Então, quais devem ficar mais internas no nosso corpo? Tem que ser as artérias, elas têm que tá mais protegidas, qualquer cortinho que tivesse elas iriam perder sangue adoidado, certo? (TI) fazer alguma pergunta? Não? Vamos lá! Vamos continuar agora com os corações.

A – (TI)

P - Ah, é verdade. Quando eu vou medir a pressão, da gente, eu vou medir onde a pressão? Que braço eu tenho que medir a pressão, no direito ou no esquerdo? Na gente?

A7 - Direito

A – Esquerdo.

A –Direito.

P - No lado? esquerdo, porque é no lado esquerdo? Lembram que na gente a aorta, ela vira para o lado esquerdo, então, é como se tivesse mais fácil, mas apesar que eu acho que não tem muita diferença isso, precisa perguntar para um médico isso. É que alguém me perguntou isso, eu falei “ah, tem a ver com isso...”talvez deve ser isso, (PI) bem, (PI) depois. Mas é assim, a gente vai medir a pressão onde? Aqui? Aqui? (indicando pontos do braço ,ais ou menos distantes me relação ao pulso) Em que parte do corpo a agente mede? A pressão? Geralmente aqui em cima, não é? Por que será que é aqui em cima?

A4 – Porque o sangue vem primeiro.

P – O que tem a ver? (TI)

A3 – Porque onde o sangue tá com mais pressão.

P – Será que tem diferença entre as pressões aqui e aqui? Um pouco, né? Porque até ele chegar aqui embaixo, ele perdeu um pouco de energia, batendo nas paredes do vaso. Só que, ó, é justamente aqui que tá na mesma altura do coração, por isso que medem aqui, para ficar na mesma altura do coração. Então, eu poderia medir assim o braço (PI)? Poderia fazer isso? (PI) aqui mesmo, com o pé pra cima?

A7 – Não.

P – Braço, assim, pra cima? Por que não?

A4 – e qual é a diferença de estar na altura do coração?

P – É, tem a ver com pressão, com a energia potencial que é igual nessa região, nessa região. (TI) com a altura. Então a altura aqui é a mesma daqui. Por exemplo, ó, se eu medisse a pulsação no coração, na perna, embaixo, seria igual? Não, porque a energia potencial, no caso a distância, a altura do sangue aqui e aqui é bem diferente. Agora se eu medisse deitado, se eu tivesse deitado, se eu tivesse deitado, o que ia acontecer? Talvez a energia fosse a mesma no corpo inteiro. Então, talvez, não tivesse tanta influência a agente colocar, a gente podia medir até aqui, agora, é a mesma altura do coração, certo? Isso é só curiosidade, na verdade. Então, vamos lá! É que uma aluna perguntou (TI) também. Mas comparação (escrevendo) entre, não, comparação dos corações entre os vertebrados. Bom, vamos ver os tipos e como são os corações de todos os vertebrados. Vamos lembrar quem são os vertebrados? São os peixes. Quem mais?

A – Ave

(barulho)

P – Aves, répteis, anfíbios e mamíferos, nós. (TI) Nós somos vertebrados?

A7 – Primatas

P - Somos vertebrados porque somos mamíferos, certo? Vamos lá. Vamos começar pelos peixes. Vamos ver como é o coração dos peixes (desenhando) Ó, (TI) aqui com o nosso para comparar com o que nós vamos ver agora, (PI) o nosso, o que seja o nosso, o coração dos mamíferos (desenhando) Bom, esse aqui é o coração dos peixes. É estranho, não é? Quantas cavidades ele tem?

A (dois alunos) – tem duas.

P – tem duas cavidades, essa e essa, não é isso? Qual que é o átrio da direita, para vocês, vai, da direita ou da esquerda, qual que é o átrio? Ou os dois são átrios? Ou melhor, como é chamada a cavidade direita? (TI) Olha, olha aqui, ó, o que é isso daqui [ver estrutura A na figura 8]?

A – uma veia.

P – É uma?...

A – Veia

P – Veia. Isso aqui é uma...? [ver estrutura B na figura 8]

A – veia

A – artéria.

P – artéria. Associada à veia tenho o quê?

A – Átrio.

P – isso. E esse é o? associado à veia, bom, a veia, o que a veia faz, então? Ela transporta sangue de onde pra onde?

A – Dos órgãos para o coração.

P – dos órgãos para o coração. Então, o sangue entra por onde? Ele entra por aqui, né, certo? O sangue entra por aqui, no coração. Então, isso aqui é o quê? [ver estrutura C na figura 8]

A – um átrio (alguns alunos respondem em tempos diferentes)

P – direito ou esquerdo?

A – direito.

P – isso aqui é o quê?

(gravação interrompida)

P – o que acontece aqui? Pode chegar sangue arterial ou venoso aqui? [ver estrutura C na figura 8]

A – venoso. (alguns alunos respondem em tempos diferentes)

P – por que venoso?

(alguns alunos falam, TI)

P - Por que é veia?

A – Não. (alguns alunos respondem em tempos diferentes)

P – eu posso falar que é o sangue venoso porque é veia?

A – Não.

A3 – Não.

P – Por que não?

A – (TI)

P – se eu (PI) da artéria veno, da artéria pulmonar, a artéria pulmonar transporta que tipo de sangue?

A – venoso.

P – venoso. Como que eu vou saber se é artéria ou veia? É o sentido do sangue nesse vaso. E eu acho (TI) etc., não é? Então aqui pode correr sangue venoso ou arterial? Eu vou dizer pra vocês



que chega sangue venoso aqui. Então, nos peixes chega o sangue venoso, que vem de onde, então? Se chega sangue venoso, esse sangue vem de onde?

(TI)

P – Heim?

A – dos órgãos.

P – ele veio dos órgãos do peixe e entrou aqui. Então, veio dos? órgãos. E esse sangue aqui vai pra onde? Já que ele entrou aqui e ele é venoso, ele vai chegar (PI) de que maneira? Venoso ou arterial?

P -Do átrio para o ventrículo aconteceu alguma coisa com a circulação do sangue? Ele vai virar arterial agora?

A4 – Não.

P – Do átrio para ventrículo, ou não? (TI) Ele pode sair daqui venoso?

A – Não (baixo)

P - O sangue pode sair, daqui do coração, venoso?

A – ele não poderia sair venoso daí.

P – ãh?

A – ele não poderia sair venoso daí.

P – e agora, um momentinho, que eu tô segurando um negócio na minha mão.

A3– ele tem que passar em um lugar pra...enriquecer ele de oxigênio.

A – Não. Pulmão não (risos)

P – Onde que vai passar?

A – Nas brânquias.

P – Nas brânquias, não é isso? Então, aqui vai chegar sangue no ventrículo esquerdo, ô, no ventrículo? Que sangue chega aqui no ventrículo? Ninguém quis falar pra mim

A – arterial.

P – Bom, o sangue, a princípio, tem que sair arterial.

A – Isso.

P – tem que chegar no corpo arterial, não é? Só que para chegar arterial no corpo, ele tem que passar por (TI) que são as brânquias, não é isso? Para oxigenar. Só que existe brânquias no coração?

A – Não!

P– Não! concordam? Então, ele vai chegar de que maneira no (PI)?

A5 – venoso?

P – venoso! Não tem o que fazer. Não existe uma brânquia dentro do coração, ou o coração, o coração é um órgão respiratório?

A – Não!

A – Não!

P – Então, vai chegar sangue venoso aqui e vai sair venoso pela artéria, tá vendo, ó? Então, para onde tem que ir esse sangue de qualquer maneira, agora? Ele vai sair por essa artéria, que eu vou chamar de artéria branquial (TI) e vai para onde? Vai pras...brânquias, vai pras brânquias (escrevendo). Chega sangue venoso nas brânquias e ele vai se transformar em que tipo de sangue?

A – arterial.

P – em sangue arterial que vai para os órgãos. Aí, sim, ó, chegou nos órgãos, o que acontece nos órgãos que sai sangue venoso agora?

A – Oxida.

P – Ah? Oxida o sangue?

A - (TI)

P – Isso. O que aconteceu aqui, ó? O sangue daqui, rico em oxigênio, deixa oxigênio onde? Nas células dos órgãos e retira das células dos órgãos o..

A – CO<sub>2</sub>

P – CO<sub>2</sub> (TI) então?

A4 – Da respiração celular.

P – a respiração celular de cada uma das células? dos órgãos. Então, aqui nas brânquias, o que acontece aqui, ó? Sai CO<sub>2</sub> para o ambiente mesmo e entra o quê? Entra oxigênio. Não é isso? O que que é aqui fora? O que que é aqui? Aqui é a água, né? Onde o peixe vive, certo? Tudo bem por enquanto? Vamos ver uma coisa agora. Vamos classificar a circulação dos peixes, então. Vamos dar um nome para elas. Quais são os tipos? Pode ser aberta ou? fechada. Ela é aberta ou fechada?

A4 – fechada.

A – Vixi! Fechada.

P – isso. Lembra que a gente viu que todos os vertebrados têm circulação fechada? O que significa ter circulação fechada?

A – Tem a presença de veias...(TI)

P – isso, o sangue permanece sempre dentro de? vasos. Aí eu posso (TI) ficar mais fácil, né? (TI) Então, a circulação é? fechada porque o sangue nunca sai dos vasos. O que sai dos vasos? São os nutrientes e os gases, e os resíduos também. É isso o que passam, o que passa através

dos vasos, consegue sair e entrar. Mas o sangue, de maneira geral, não sai, não é isso? Ou seja, as células, os, as hemácias tão sempre onde? Sempre dentro dos vasos. Nunca saindo deles. Se saiu, eu corto aqui, logo o corpo trata de fechar isso daí para que não perca sangue sem parar, eu não posso perder sangue. Tem que permanecer ele sempre dentro de vasos. Fechada. Ela é completa ou incompleta? (silêncio) Nos peixes a circulação é completa ou incompleta?

A4 – completa.

P – Por que completa?

A – Porque te, deixa eu ver...eh...consegue passar (TI)

P – (TI) para comparar. Mas tá. Olha o nosso, olha os nossos órgãos (TI) Ela é completa ou incompleta?

A – Incompleta.

P – completa? Por que completa?

A – acho que é incompleta.

P – Então agora volta à definição do que que é completa e incompleta (TI)

A – Esse daqui mistura o sangue arterial mistura com o sangue venoso.

P – Bom, completa é...isso (TI) completa. E incompleta é o quê?

A - Quando o sangue venosos mistura (TI)

P – quando existe mistura de sangue venoso com arterial onde?

A – em algum ponto.

P – Não. No coração especificamente. Não coloquei isso, acho?

A – Não! Você colocou no coração

P - No coração, no coração. E nesse caso aí, existe mistura de sangue venoso?

A – Então essa é completa e a do ser humano é incompleta?

P – A nossa é completa ou incompleta? Olha...o nosso é completa ou incompleta? (TI) Mistura, no coração, o sangue?

A – (TI)

P – olha aí, olha no desenho de vocês, mistura ou não?

A – que sai, que existe uma veia que, que passa sangue venoso (PI) chega a, assim a se misturar sangue arterial e sangue venoso.

P – Não chega, chega?

A – não.

P – porque, ó, do lado esquerdo do coração é totalmente separado do lado direito, não é? O lado esquerdo só vai sangue arterial, do lado direito só vai sangue venoso, eles nunca se encontram, só ocorre o quê? A transformação deles, aí, sim, a transformação deles ocorre, nos órgãos. Mas

por quê? Ora, entra oxigênio, ora CO<sub>2</sub>. (TI) perde CO<sub>2</sub> e ganha oxigênio. Nos órgãos é o contrário, perde O<sub>2</sub> e ganha CO<sub>2</sub>, não é isso? Então aqui, é completa ou incompleta? Aqui é?...com?...pleta. por quê? (TI) Porque não houve mistura de?

A – Sangue arterial com venoso.

P – sangue arterial. Com venoso. Ela é simples ou dupla?

A3 – Simples.

P - A nossa é simples ou dupla?

A3 – Dupla.

P - A nossa é...dupla. por quê? Cada vez que o sangue passa, o sangue passa uma vez por cada órgão, ele passa duas vezes pelo coração. Aqui, não, ó. O sangue passa, a cada vez que ele passa nos órgãos, ele passa uma única vez no coração, não é isso? Então, aqui é? simples. Vamos rever aqui uma coisa, ó. Vamos ver nosso sangue, como que é. Nosso coração tá aqui. Aqui vamos supor que é o átrio esquerdo, átrio direito, ventrículo esquerdo, ventrículo direito, certo? (desenhando) Daqui do ventrículo esquerdo sai sangue de que jeito da gente? (silêncio) do ventrículo esquerdo sai sangue de que jeito?

A – arterial.

P - Arterial, né, que vai para onde? Arterial e vai para os órgãos do... corpo, não é isso? Nos órgãos

A – isso.

P - certo? Daqui (desenhando), ele sai de que man, ele volta de que maneira agora? Ele volta...

A - venoso.

P - venoso e vai pra onde?

A3 - Para o átrio direito.

P - Isso. Ele vai para o átrio...direito. Do átrio direito ele vai pra onde?

Ventrículo...

A - Esquerdo. Direito.

A - Direito. direito.

P - Direito, né? Não tem comunicação entre os dois lados. vai para onde agora?

A3 - Pulmão.

A - Pulmão.

(TI)

P - Ah, tá. Não, mas tem que ver o, isso aqui é como tá assim para vocês, é como acontece mesmo. Pulmão. Do pulmão vai pra onde?

A - Para o átrio esquerdo.

P - Do átrio esquerdo vai pra onde?

A - Ventrículo esquerdo.

P - Isso aqui é um percurso só, isso aqui tudo, certo? Vamos contar, vamos marcar um ponto aqui, ó, para começar, ponto de saída e chegada do sangue, certo? Cada vez que ele passa por um órgão, a gente vai gritar, tudo bem? Num único percurso, cada vez que ele passar por um órgão, a a gente vai gritar, certo? Vamos ver? Vocês me ajudam? Então, vamos lá! (traçando no desenho o percurso do sangue) ãh!...eu gritei quantas vezes? Eu gritei quantas vezes?

A – uma, uma.

P - Vou contar agora, no mesmo percurso, quantas vezes ele passa pelo coração, tudo bem? Vamos gritar juntos? (traçando no desenho o percurso do sangue) ãh!.....ãh! passou quantas vezes?

A - duas.

P - Duas. Então, ó, num único percurso, o sangue passou duas vezes no coração e uma vez pelo? cada órgão do corpo, não é isso? E aqui, ó, (PI) vou marcar aqui 'saída' e 'chegada', num percurso só, (PI) vamos gritar quando ele passar nos órgãos do corpo. (traçando no desenho o percurso do sangue) ãh! ...pelo coração ãh! olha lá, em cada percurso o sangue passou uma vez pelo coração e uma vez, também, pelos órgãos. Circulação, então...simples. A nossa circulação...?

A - dupla.

A - dupla.

P - certo. Que horas são?

A - Dez e meia.

(fim da aula)

#### **Aula 4 (12/12 – sala C): resolução de exercício**

P - ...legal, vamos estudar mesmo, leiam o texto em voz alta, vocês mesmos. Vocês pegam mais, mais coisas. (silêncio) Vamos ler então o texto. Aliás, ó, alguém lê o texto para mim, alguém pode ler?

A – TI

P – (TI) lê?

*A – todos aqueles que possuem até mesmo o mínimo de conhecimentos médicos sabem como o coração está composto e como o sangue circula facilmente da veia cava para o lado direito do coração e daí é transportado ao pulmão pelo vaso que chamamos de artéria venosa e depois*

*volta do pulmão para o lado esquerdo do coração pelo vaso chamado veia arterial e finalmente passa dessa para a grande artéria, cujas ramificações se estendem por todo o corpo. O novo sangue que entrou no coração é então imediatamente purificado da mesma maneira que o que o procedeu e é isso que causa a pulsação ou batimento do coração e das artérias, e este batimento repete-se conforme o novo sangue entra no coração. E é isso também que produz o movimento do sangue e causa o fluxo constante e rápido em todas as artérias e veias, enquanto carrega o calor que adquire no coração para todas as partes do corpo e supre com nutrientes.*

P – E supre com nutrientes. Bom, se eu tivesse que...se eu tivesse agora que explicar para alguém ou resumir isso que a gente leu aqui, o que eu poderia falar pra pessoa? (silêncio) Resumir a idéia só, sem, sem... julgar se está correto ou errado, o que tá certo, o que tá errado. Se tivesse que explicar para a pessoa o que o Descartes falou, nesse pedaço.

<sup>A</sup> - O entra e sai do sangue do coração é que faz ele bater.

P – Ele falou só isso? Ele falou isso.

A – Resumidamente

(silêncio)

P – O que mais? Alguém acha outra coisa? Não está errado, não, está correto... (silêncio) O que ele explicou aí? (tempo) Como...ele supunha que era no? corpo humano, certo? Vamos ver parte por parte dele agora aqui, agora. Vamos ver...conseguem extrair quantas idéias ele expôs aqui?

(silêncio)

A – Veia, artéria...

P – Como assim?

A – Entrou na veia, entrou na artéria... (TI)

P – Ele mostrou o quê? Qual a idéia que ele mostrou aqui? Ele mostrou o caminho do sangue. Não foi? Isso é uma idéia que ele tá colocando aqui. Outra idéia era o quê? Que é o que a Érica falou que era como o coração... como o sangue, ele..., eh, flui através dos? vasos, tá certo? Vamos olhar a primeira parte aqui. *Todos aqueles que possuem até mesmo o mínimo de conhecimentos médicos sabem como o coração está composto e como o sangue circula facilmente da veia cava para o lado direito do coração e daqui é transportado a outro vaso que chamamos de artéria venosa e depois volta para o pulmão, para o lado esquerdo do coração pelo vaso que chamamos de veia arterial e finalmente desta para a grande artéria cujas ramificações se estendem por todo o corpo.* Que tipo de circulação ele falou aqui? (silêncio) ...que tipo de circulação? (TI) tem vários, várias formas de classificar a circulação, umas quatro, por exemplo.

A – assim, se é completa, incompleta...

P – ele tá falando de circulação completa, incompleta aqui?

(alguns alunos respondem, baixo, “não”)

P - Ele tá falando de? pequena e grande circulação. Qual que é essa que ele se refere aqui?

A1 – Pequena, não?

P – se referiu (TI) a maior parte, à pequena. De onde a onde é a pequena circulação? (silêncio)

Vamos destrinchar esse texto aqui, agora. (silêncio)

A – O sangue é do ventrículo direito ao átrio esquerdo?

P – Como que é? Desculpa.

A – tem que passar sangue do ventrículo direito ao átrio esquerdo?

P – isso, isso. Pode ser, mas aqui a parte que ele falou é, que vai da veia cava até? onde? Até o lado esquerdo do? coração. Certo? Que daí já parte pra? grande circulação, certo? Quem que é aqui, nesse caso, essa artéria venosa? A quem ele se referiu?

P – quando ele falou artéria venosa.

A1 – veia cava.

A – Artéria pulmonar.

P - A veia cava?

P – vamos lá. Todos aqueles pápápá que o coração está composto e como o sangue circula facilmente da veia cava para o lado direito do coração. Ele colocou aqui, ó, olha o caminho que ele faz: veia cava (escrevendo) para o lado direito do coração e daqui para onde? Para essa artéria venosa e da artéria venosa pra onde?

A – Pulmão.

P – Para o pulmão e do pulmão para onde?

A – veia arterial.

P – para veia arterial. E da veia arterial para onde?

(TI)

A – Coração.

P - Para o lado esquerdo. Não é isso? E depois para a grande artéria. Com o conhecimento que tem hoje de anatomia e histologia humana, tá correto o que ele falou?

vozes simultâneas:

A1 – Não.

A – Tá.

A - Sim

P – ãh? Não? Qual o erro aí?

A1 – Artéria venosa não é artéria pulmonar?

P – vamos pensar, então, daqui. quem seria a que ele se referiu ? (silêncio). Essa artéria venosa. Quem seria ela? Bom, não pode ser a veia cava, porque a veia cava tá antes. Se não ele falaria a veia cava de novo. Ele não falou isso. Quem que é essa artéria venosa?

A1 – Artéria pulmonar?

(silêncio)

P – ãh?

A 1– a artéria pulmonar?

P – ela pode ser a artéria pulmonar? Artéria pulmonar (anota lousa). Quem seria essa veia arterial?

A – ãh?

P – quem seria essa veia arterial?

A2 – a veia pulmonar.

P – A veia pulmonar, concordam? Veia pulmonar (escrevendo) Tá errado o que ele falou? (silêncio) Poderia chamar de? Solange da Silva e pulmão vai da veia Cristina ferreira (TI). O nome é puramente para a gente se localizar, só. Então, de acordo com o nome talvez ele tenha errado, mas o que que ele falou aqui? Por que será que ele falou artéria venosa? Não parece uma contradição isso? Parece uma contradição ou não parece?

A – parece! (alunos acenam sim com a cabeça)

P – parece? Mas eu posso achar um sentido correto para ele falar artéria venosa? (silêncio)

A3 – carrega sangue venoso.

P – não entendi. (silêncio) O que você falou? Pode falar.

A3 – que carrega sangue venoso?

P – Isso, que carrega sangue venoso. É uma artéria. É uma artéria?

A – É.

P - É, é artéria pulmonar que carrega sangue?

A – venoso.

P - venoso. Não tava errado. Ele acertou. O caminho tá certo, não tá? Vai da veia cava para (TI) do coração...

A4 – lado esquerdo, não é?

P – ãh?

A4 – lado esquerdo.

P – vamos ver aqui, ó (desenhando) Qual lado do coração é mais musculoso? Qual ventrículo é mais musculoso?



As – esquerdo.

P – é o esquerdo, não é? Olha aqui, ó, o que vou fazer aqui? Desenhar aqui muito mais musculoso. Se o esquerdo é muito mais musculoso, o que eu posso imaginar dele? Tem que bombear o sangue mais fortemente ou mais, ou menos forte?

As – Mais forte.

P - Com mais pressão?

(alunos dizem “com mais pressão”)

P - Tem que ser com mais pressão, não tem? Se é com mais pressão, aqui no átrio esquerdo, para onde vai isso daqui? Vai para todo o?

(alunos dizem “corpo”, baixo)

P - corpo. Portanto deve ter sangue arterial ou venoso aqui dentro?

A1 – arterial.

A2 – arterial.

P – deve ter sangue? Arterial, que vai por aqui, vai para o corpo e volta para onde? Volta por aqui pelo lado? direito, trazendo o sangue?

Alunos dizem “venoso”)

P - venoso. O problema é: o sangue venoso aqui, ele vai sair por uma? artéria que chamou artéria venosa, talvez porque ele soubesse já que aqui transportava sangue?

A – venoso.

P – Venoso. Uma artéria que carrega sangue venoso. Talvez esse nome aqui esteja correto, então. Artéria venosa, porque carrega sangue venosos. E esse daqui? É uma veia? Arterial. Por que será? Porque é uma veia que vai de um órgão que é o pulmão de volta para o? coração, que carrega sangue?

Alunos dizem “arterial”)

P - arterial, certo? (TI) o lado esquerdo do coração, aqui, ó, ele volta para o lado esquerdo do coração e pode mandar sangue arterial para o corpo inteiro, certo? Quem que é essa grande artéria?

Alunos dizem “aorta”

P - Essa daqui é a? aorta. Artéria aorta, certo? Que indicações aqui, que parte do texto ele dá a indicação de que realmente é a grande circulação?

A – É a grande ou é a pequena?

P – Não, a primeira parte é a pequena circulação, a primeira parte, a gente falou (PI) aqui. Mas agora, qual a indicação que ele falou no texto referente, então, à grande circulação, agora?

A1 – Grande artéria que se estende por todo o corpo.

P - Concordam? (silêncio) Alguém mais achou isso daí? Ó, grande artéria cujas ramificações se estendem por todo o? corpo. Que é essa a? Eh, circulação? sistêmica ou? grande circulação, que ela vai do lado esquerdo do coração, do ventrículo esquerdo, daí através da aorta ela vai para todo o? corpo levar sangue? arterial, certo? Então, esse trecho do, do, esse trecho aqui que está correto, a princípio, certo? Vamos ver outro trecho, embaixo. Bom, aí vamos ver a letra a. Nós já respondemos a letra a. Poucas pessoas conseguiram responder as questões do simulado. A, pelo conhecimento atual sobre anatomia a quais vasos sanguíneos Descartes se referiu quando ele nomeou de artéria venosa, veia arterial e a grande artéria? Respondemos já, não foi? No vestibular como deveria fazer isso aqui? Como são muitas afirmações, melhor coisa. Letra a o que eu ponho? Artéria venosa se refere a? artéria pulmonar, veia arterial se refere, põe o nome na frente e coloca depois coloca. Não precisa ficar escrevendo também artéria venosa, artéria pulmonar que leva o sangue pápápá...não precisa colocar tudo isso. Vocês vão acabar errando se colocar muito mais coisas, ou melhor, aumenta a chance de errar se colocar mais coisas. De repente a pessoa vai corrigir vai achar que vocês não sabem por que se eu perguntei o que você gosta de beber no almoço? Ah, eu adoro macarrão, feijão, papapá e um suco. Você entendeu a pergunta que eu fiz? Talvez entendeu, mas respondeu outra coisa, não respondeu? Que gosta de suco, só que a resposta não coloquei macarrão, feijão, papapá. Não é essa a pergunta, então isso pode tornar a resposta errada, concordam? Então respondam somente aquilo que foi perguntado. Então, a artéria venosa hoje em dia ou o conhecimento de anatomia se refere pápápáà artéria pulmonar, a veia arterial se refere a (TI) se refere à artéria aorta. Acabou a resposta, não precisa ficar enrolando com mais coisa. Tem que pensar que no vestibular eles vão corrigir mais de 3 milhões de provas, não vão querer uma resposta muito longa geralmente, então ponham o mínimo possível que responda o que perguntou, só. Não fica enrolando, corre o risco de errar um monte de coisas depois.

A – Como chama a grande artéria?

(ouve-se, baixo, “aorta”)

P - Como chama a grande artéria? Como chama?

A – não sei nada disso daí.

P – Por que será que chama aorta? Por que que é ess, não porque que chama aorta, não dá pra saber, (TI) quiser porque alguém colocou esse nome, mas como que eu atribuí o nome grande artéria à artéria aorta? O que me deu no texto, eh, indicativo s que me permitissem chegar a essa conclusão? (silêncio) Falei com você, Érica.

A – Eu? Ah, eu não entendo, é um negócio que vai para um lado, outro negócio que vai para outro, depois volta... Tá um rolo na minha cabeça, confundo tudo isso daí...entra de um lado, depois sai sangue venoso, aí sai pro pulmão, depois volta para não sei quê. Embaranou tudo...

P – qual é a função do coração?

A – na minha cabeça tá um rolo.

F – qual é a função do coração?

A – Bombear sangue.

P – Bombear sangue, né? Se não houvesse coração haveria bombeamento do sangue?

(ouve-se “não”)

F - Não haveria. Então, portanto, a função de passar sangue pelo coração sempre é o quê?

(silêncio) Qual é a função do sangue passar pelo coração, então?

A – Ser bombeado.

P – É ser bombeado, certo? O que acontece com um sangue quando passa por um órgão? Por que o sangue passa pelo órgão? Ou por um órgão, né?

A – Levar nutrientes e oxigênio.

P – Levar nutrientes e oxigênio. Então, ele leva oxigênio para o órgão. O que acontece com o oxigênio? Fica no órgão, não é isso? E o órgão elimina CO<sub>2</sub> no sangue. Esse sangue pode agora, rico em CO<sub>2</sub> e pobre em oxigênio, ele pode voltar para um órgão de novo?

A – (acena que não com a cabeça)

P – Não. Por que não? (silêncio) Por que não?

A - Porque o dever é voltar para o coração, não, ah, sei lá porquê.

P – Não. Por que o órgão, o, o sangue que tá sem, perdeu uma grande parte de oxigênio e ficou cheio de gás carbônico e não pode voltar para o órgão de novo?

A - Porque ele tá pobre em nutrientes.

P - Pobre em nutrientes e pobre em . Adiantaria ele voltar? Pra um órgão? Não. Então, para onde vai esse sangue, agora? Ele volta para o coração, porque o coração tem, que bombear isso de novo. Só que não (PI) bombear para o órgão, porque ele não tem como ir para o órgão. Então, para onde deve (PI) esse sangue agora?

A - Pulmão?

P - Por que para o pulmão?

A - para pegar oxigênio.

P - Para eliminar CO<sub>2</sub> e pegar oxigênio, não é isso? Então, o sangue voltou para o coração, ou por aqui, ou por aqui,[referindo-se ao desenho representado na figura 10] tanto faz, mas vamos falar o certo agora, tanto fazia, né, se ele voltasse por aqui ou por aqui. A gente sabe que ele

volta pelo lado direito, mas podia ser pelo lado esquerdo, não podia? Podia, mas o correto, a gente conhec, sabe hoje em dia, é que ele volta pelo lado direito, certo? Vou por pra cá. Aí, vai para onde? Como ele está pobre de oxigênio, ele vai para onde agora? Para o pulmão, no pulmão ele elimina CO<sub>2</sub> e recolhe mais oxigênio e já pode mandar para os órgãos já? O pulmão tem forças para mandar o, o sangue para os órgãos? Não tem força. O que ele faz? Volta para quem? Para quem essa função, que é o coração e aí ele pode mandar para os órgãos de novo. Aí quando chegar nos órgãos do corpo o que acontece? De novo fica pobre em oxigênio e volta para o coração de novo, aí é o percurso. Entendeu?

A - mas eu, eu não consigo guardar o nome, esse negócio de..., qual é a veia arterial, vai para onde a veia venosa...

P – Não, hoje em dia, a gente não (PI) não chama assim mais, a gente não chama assim mais. Daí chama de quê? De artéria e veia, mas qual é? cava, aorta, pulmonar, carótida e mais um monte de nome (TI), agora. (dá instruções para a monitora fazer desenho do coração e explicar para a aluna em sua carteira). Vamos lá, vamos continuar, então. Qual é a parte que realmente deve ter no coração (TI). Eh, então qual é a parte daqui, do texto, não sei se ajudou vocês, eu falando alguma coisa a mais, acho que talvez tenha ajudado. Eh, qual parte do texto mostra que realmente ou (PI) grande circulação?

A - Desde?...

P – Eh, desde a artéria aorta (TI) ramificações da aorta... no caso da, vão pra onde? Vão pro corpo todo. Que parte do esquema é esse? Que parte do esquema?

A – (TI)

P - desde aqui, né? O que é isso daqui? Ventrículo?

(alguns alunos respondem “esquerdo”)

P - esquerdo que vai bombear o sangue que passa pela aorta e vai para o corpo todo, certo? Ela vai se ramificar (TI). Lembra aquele desenho? Aquele circuito que eu fiz aqui? Que sai daqui, vai pra cabeça, pros órgãos...lembra disso? Bom, vamos responder a b agora. Para Descartes o que causa o batimento cardíaco e das artérias? primeira pergunta. Agora procura no texto isso.

A – Quando o sangue entra no coração? (tom de quem procura confirmação da resposta)

P – ãh?

P - Tá dizendo que os batimentos repetem-se conforme o novo sangue entra no coração.

P – Perfeito. É isso (TI). Como ele chama o que acontece aí?

A - Pulsação e batimento (TI)

P - Para o Descartes, o que acontece quando, então, o sangue entra no coração? Pro Descartes? (ouvem-se vozes que dizem “purificação”)

P - Ele é? purificado. O que será que quer dizer isso?

A - Fica (TI) carregado de O<sub>2</sub>?

P - Talvez seja isso, né? Ele acha isso. Talvez ele achasse que o sangue se transformava em arterial quando passava pelo coração. Parece que é isso que ele entende. Qual o erro? Ou melhor, o que acontece com, qual a modificação que o sangue sofre quando passa pelo coração? Qual modificação o sangue sofre quando passa pelas câmaras do coração?

A1 - Nenhuma. (alguns outros também dizem)

P - ãh?

A1 - Nenhuma.

P - Não ocorre nenhuma modificação com o sangue no coração?

A5 - quimicamente não, né?

P - Quimicamente? (ouve-se um “ts ts”). Nenhuma perfeito. Fisicamente, ocorre?

A1 - Pressão.

P - A pressão, né? Que pode ser mais rápida ou mais devagar, mas modificação química não ocorre nenhuma com o sangue no coração, certo? Ou melhor, quando ele passa pelas câmaras do coração. Porque ele pode passar nos músculos do coração como um órgão, não pode? Lembram disso? Como o coração consegue ter energia para bater ou para contrair os músculos? Só se chegar sangue nele, mas não o sangue que vem por aqui e sim o sangue quê? Vem da, da aorta e se abre uma arteriazinha e vem para cá, ó! [ver figura 10] Quem que é essa artéria? Artéria coronária, que vai irrigar o músculo sanguíneo e não passar pelas cavidades do coração, certo? Aí sim, haverá modificações, mas se não passa pelas cavidades do coração não sofre nenhuma modificação. Então, para Descartes o que causa batimento cardíaco e das artérias? É a entrada de sangue no coração e a sua purificação, é essa a resposta. A segunda parte da questão b, ainda: Corrija o pensamento de Descartes de acordo com os conhecimentos atuais de biologia e anatomia humanas. O que tinha de errado nessa idéia dele?

A1 - Que o coração purifica o sangue.

P - Isso, o coração não purifica o sangue, certo? Bom, começou, super, super, como se diz... arrogante, no começo, “*qualquer um sabe que funciona* (TI) tá errado, coitado, só que ele não tinha o conhecimento que a gente tem hoje (TI) ele chegou bem perto. Mas como que eu vou corrigir essa frase dele? Além de falar que o sangue não é purificado no coração, como posso deixar isso, não ocorre nenhuma alteração química no sangue quando ele passa pelo coração, certo? O que tá mais errado aí? Ou como que eu explico como que é o batimento ou a pulsação no sangue?

P - Como o sangue é pulsado?

A3 - Pelo músculo.

P - pelo músculo? que músculo?

A – (TI)

P – ãh?

A1 – Miocárdio.

P - Miocárdio? É, o miocárdio. É um músculo, miocárdio é um músculo cardíaco. (TI) Mas o que tem que acontecer com o músculo cardíaco para haver a pulsação do sangue?

A5 – Contrair.

P - Ele tem que? Como que é?

A – (TI) contrair (TI)

A - Contrair e? relaxar?. Como chama esse nome aqui mesmo?

A2 – Sístole e diástole.

P - Sístole e? diástole. Ele recebe sangue - diástole e depois bombeia o sangue - sístole, que é contração e? relaxamento do músculo? cardíaco. Então é assim que bombeia o sangue... Tem mais um erro aqui, grande, nessa mesma frase, achem aí. Esse é mais sutil. Vou ler alto para vocês a Segunda parte. O novo sangue que entrou no coração.é então imediatamente purificado, da mesma maneira que o que o procedeu, ou seja, aquele que veio antes (TI) do coração. Daí, o que chega lá é purificado, tá errado isso. A gente já viu isso. E é só isso que causa a pulsação ou o batimento do coração e das artérias.

A1 – (TI)

P - ãh?

A – (TI)

P - A gente viu que não é, nem é isso na verdade, né? Então, não é só isso, nem é isso mas tem outro erro aí, nessa mesma frase.

A – (TI)

P – Isso! Ouviu o que ele falou? Ouviu, Cristiane? Ele falou o batimento das artérias. Alguma, a artéria tem contração? que permita o sangue correr por elas? Sim ou não?

(alguns alunos dizem “não”)

P - Não tem. Como que o sangue circula pelas artérias, então, se elas não conseguem bombear?

A – (TI)

P - Por pressão de quem?

A – (TI)

P - pela própria força do? Ventrículo? Esquerdo (TI) que falou. Foi você quem falou?

A3 – Fui eu.

P - Que bom. Então, como que o sangue flui através das artérias?

A (TI)

P - (TI) Como que ele conseguiu fluir? pelas artérias? Porque houve batimento do coração que? impulsionou o sangue e ele vai percorrer as artérias. Ele (TI) alguma, nesse ponto, coisa importante. A artéria, ela é? Elástica. Ela recebe o sangue e depois se fecha de novo, isso daí impulsiona um pouquinho o sangue pelas artérias, certo?

A - Então como que fica?

P - Como que fica? a correção? Bom, ó, que o coração através de movimentos ou por meio de movimentos de contração e relaxamento - que é a sístole e diástole - que impulsiona o sangue através das artérias.

P - na verdade, é assim, né, é sístole e diástole de cada uma das câmaras também. Não é o coração inteiro. São cada câmara que sofre sístole e diástole.

(fim da aula)

### Anexo 3

Síntese sobre o sistema circulatório sanguíneo nos animais vertebrados, com ênfase no grupo dos mamíferos<sup>12</sup>

O sistema circulatório nos animais vertebrados tem as funções de: transporte (nutrientes, produtos finais ou intermediários do metabolismo celular, células); produção (células e substâncias responsáveis pela defesa do organismo, células e substâncias responsáveis pela coagulação sanguínea); manutenção de um ambiente adequado, nos líquidos teciduais, para o funcionamento celular; contribuir para a manutenção da temperatura corporal nos animais homeotermos (os que mantêm a temperatura corporal a despeito das variações de temperatura no ambiente externo).

É composto por coração, vasos sanguíneos e sangue. Sendo um sistema circulatório de tipo fechado, ou seja, o sangue permanece sempre contido em vasos sanguíneos, ocorre um fluxo constante mantido pela pressão sanguínea. Essa pressão, que corresponde à força exercida pelo sangue sobre as paredes dos vasos sanguíneos, é gerada pelo bombeamento do sangue pelo coração e mantida por mecanismos como a elasticidade das artérias, presença de válvulas venosas e a concentração de substâncias presentes no sangue tais como sais minerais, aminoácidos, açúcares etc.

#### **O sangue**

O sangue é um tecido formado por diferentes tipos de células e uma grande quantidade de substância intercelular, formada por uma solução aquosa contendo uma diversidade de compostos químicos que, em seu conjunto, correspondem às substâncias encontradas no

---

<sup>12</sup> Esta síntese tem como objetivo facilitar a leitura da análise dos dados por aqueles que não são da área biológica. Por isso, foi feito um recorte que corresponde ao conteúdo comumente tratado nos cursos de formação básica em nível médio e pré-vestibulares



organismo: sais minerais, açúcares, aminoácidos, proteínas, ácidos graxos, ácidos nucleicos, compostos nitrogenados, vitaminas etc. As substâncias dissolvidas no plasma, além de serem importantes pelas funções específicas que cada uma desempenha na bioquímica celular e dos tecidos, são importantes porque suas concentrações desempenham um papel na manutenção da pressão sanguínea. A presença de uma parte destas substâncias acima de determinada concentração estimula a entrada de água no sangue a partir dos tecidos do corpo, aumentando o volume do sangue e, conseqüentemente, aumentando a pressão sanguínea. Ao contrário, ou seja, abaixo de determinada concentração, estimula a saída de água do sangue, tendo um efeito contrário ao acima descrito sobre a pressão sanguínea.

As células que compõem o sangue são, basicamente, de dois tipos: os eritrócitos e os leucócitos. Os primeiros, também chamados hemácias ou glóbulos vermelhos, têm como principais funções: o transporte de oxigênio e de gás carbônico; a manutenção do pH<sup>13</sup> sanguíneo. Nestas células, o oxigênio é transportado ligado a moléculas de hemoglobina, uma proteína capaz de ligar-se ao oxigênio de forma estável. Como o metabolismo da maior parte das células dos animais vertebrados é aeróbico<sup>14</sup>, a demanda de oxigênio nos tecidos é grande. As hemácias, como todas as células, sofreram modificações ao longo do processo evolutivo que as tornaram altamente especializadas para a função de transportar oxigênio. Nos mamíferos, elas apresentam um formato bicôncavo, o que aumenta o volume celular, permitindo que um maior número de moléculas de hemoglobina estejam presentes no interior da célula. Além disso, a especialização destas células neste grupo animal atingiu tal ponto que as hemácias, ao logo de seu processo de maturação no organismo, têm seus núcleos celulares degenerados. Isso tem como conseqüência uma ampliação do espaço intracelular que pode ser preenchido com moléculas de hemoglobina.

Uma outra categoria de células encontradas no sangue são os leucócitos ou glóbulos brancos. Estas células têm uma diversidade morfológica e funcional ampla, mas todas estão

---

<sup>13</sup> pH (potencial hidrogeniônico) é o logaritmo negativo da concentração do íon hidrogênio de uma solução aquosa

<sup>14</sup> Metabolismo aeóbico: reações químicas que consomem oxigênio molecular

relacionadas aos processos de defesa do organismo contra agentes exógenos ou substâncias estranhas ao organismo.

Um terceira categoria de elementos que compõem o sangue são fragmentos celulares denominados plaquetas. Uma célula é uma unidade viva, que mantém e reproduz sua estrutura assimilando substâncias do meio externo para transformar matéria e energia.

Sendo assim, as plaquetas presentes no sangue não podem ser consideradas células, pois não apresentam as propriedades acima relacionadas. Elas originam-se de células que se fragmentam. As plaquetas contêm substâncias que têm papel na coagulação do sangue. Como o sistema circulatório nos animais vertebrados é fechado, nos casos de lesão das paredes dos vasos, inicia-se no local da lesão uma série de reações em cadeia a partir de substâncias presentes nas plaquetas. Essa série de reações produz coágulos, que são um conjunto de proteínas polimerizadas formando fibras, as quais impedem a perda de células sangüíneas através do ponto lesionado.

## **O coração**

O coração é um órgão muscular, formado por musculatura estriada com contração involuntária e dividido em cavidades que se contraem e relaxam de modo a permitir a entrada e a saída de sangue destas cavidades. Nos vertebrados, essas cavidades são, no mínimo, duas e, no máximo, quatro, variando em função da classe animal (peixes, anfíbios, répteis, aves ou mamíferos). Qualquer cavidade pela qual o sangue entre no coração denomina-se átrio e qualquer uma pela qual o sangue saia é denominada ventrículo. O movimento de contração muscular de uma cavidade é denominada sístole, e o relaxamento diástole. A força e a velocidade de contração determinam o módulo da pressão sanguínea e, conseqüentemente, a velocidade do fluxo e volume de sangue que circula pelo sistema por unidade de tempo. Tanto a força quanto a velocidade da contração são reguladas por mecanismos hormonais e estímulos do sistema nervoso.

## **Os vasos sanguíneos**

Os vasos sanguíneos a partir dos quais o sangue sai do coração são denominados de artérias. As artérias apresentam uma parede composta por espessa camada de tecido muscular. Esse tipo de tecido, formado por fibras com capacidade de distensão e relaxamento, confere às artérias uma elasticidade que lhes permite manter a pressão sanguínea desencadeada pela contração cardíaca. Essa elasticidade faz com que as artérias possam manter seu calibre e, assim, se produz um fluxo contínuo de sangue, quase que totalmente uniforme. As artérias ramificam-se em vasos que, ao se aproximarem dos tecidos corporais, tornam-se cada vez menos espessos até atingirem os capilares, vasos extremamente finos, revestidos por uma única camada de células. Os capilares são os responsáveis pelas trocas entre o sangue e os tecidos corporais. Estas ocorrem, principalmente, por meio de difusão graças às diferenças de pressão osmótica e sanguínea entre o plasma e o líquido intersticial dos tecidos. A difusão é a movimentação de partículas entre soluções, de acordo com um gradiente de concentração. Isso significa que o movimento sempre ocorre no sentido da solução onde as partículas estão em maior concentração para a solução onde estão em menor concentração. Ora, nos tecidos, as substâncias que estão em grande concentração, pois são produzidas por eles, são os produtos do metabolismo, tais como excretas nitrogenadas, hormônios etc., e as que se encontram em pequena concentração, pois são consumidas por suas células, são os nutrientes como o oxigênio, aminoácidos e sais minerais. No sangue que está próximo aos tecidos, ocorre o contrário: as substâncias presentes em grande concentração são os nutrientes, e as em pequena

concentração são os produtos do metabolismo. Este sangue é denominado arterial. O sangue que deixa os tecidos corporais, em função das trocas que ali ocorrem, tem uma composição diferente daquele que chega aos tecidos: é mais concentrado em substâncias provenientes do metabolismo celular do que em nutrientes. Este tipo de sangue é denominado venoso.

O sangue deixa os tecidos por meio de capilares que se ramificam em vasos de espessura cada vez maior até convergirem para as veias, vasos sanguíneos por meio dos quais o sangue chega ao coração. As veias não são submetidas à mesma pressão que as artérias, por não receberem diretamente o sangue impulsionado pelo bombeamento do coração. O fluxo de sangue nestes vasos é mantido graças ao constante influxo de sangue nos tecidos. As veias que transportam sangue contra o sentido da gravidade – como é o caso, por exemplo, daquelas presentes nos membros dos vertebrados terrestres - além da ausência de um mecanismo gerador de pressão, têm de compensar a força exercida pela gravidade contra o fluxo de sangue para cima. Estes vasos possuem válvulas (denominadas válvulas venosas) que impedem o refluxo de sangue no sentido da força gravitacional, sendo um mecanismo que mantém o fluxo sanguíneo constante nestes vasos.

Esta seria uma descrição geral do sistema circulatório no grupo dos vertebrados. Algumas particularidades, no entanto, são características de cada classe animal e estas particularidades referem-se, fundamentalmente, a diferenças na estrutura do coração, o que mantém relação com diferenças quanto ao percurso do sangue pelo corpo do animal. Estas diferenças morfológicas relacionam-se à fisiologia do sistema respiratório e à taxa metabólica, as quais variam entre grupos de vertebrados.

Existem, basicamente, cinco tipos diferentes de coração entre os vertebrados: a) com um átrio e um ventrículo separados por uma válvula; b) com dois átrios, completamente separados, e um ventrículo separado daqueles por duas válvulas; c) dois átrios, completamente separados, e dois ventrículos parcialmente separados entre si e separados daqueles por meio de duas válvulas; d) dois átrios, completamente separados, e dois ventrículos também separados completamente entre si e separados daqueles por meio de duas válvulas; e) dois átrios, completamente separados, e dois ventrículos separados entre si mas interligados por meio de um forame e separados dos átrios por meio de duas válvulas. Em síntese, as diferenças estão no número de cavidades (átrios e ventrículos) e na existência ou não de uma separação entre elas.

Estas diferenças estruturais são acompanhadas de diferenças no percurso do sangue pelo corpo do organismo. Primeiramente, varia o número de vezes com que o sangue entra no

coração - ou passa pelo coração – a cada volta que dá pelo corpo do organismo. Esse número é indicado pelo número de átrios presentes no coração.

Nos vertebrados que têm apenas um átrio, como é o caso dos peixes, o sangue passa uma única vez no coração a cada volta que dá pelo corpo do animal. O sangue que passa pelo órgão respiratório para as trocas gasosas não retorna ao coração antes de seguir para os tecidos corporais. Este é um tipo de circulação denominada simples. O percurso do sangue segue o sentido tecidos corporais-corção-brânquias-tecidos corporais e assim sucessivamente. Nos demais vertebrados, que têm, todos, dois átrios, o sangue passa duas vezes pelo coração a cada volta pelo corpo do organismo. Esse tipo de circulação é denominada dupla. O percurso do sangue nestes animais segue o sentido tecidos corporais-átrio-ventrículo-pulmão-átrio-ventrículo-tecidos corporais e assim sucessivamente. Nestes animais, diferencia-se a circulação pulmonar da circulação sistêmica: a pulmonar corresponde ao percurso que vai do coração ao pulmão e de volta ao coração; a sistêmica, ao percurso do coração aos tecidos corporais e de volta ao coração.

Outro critério que diferencia a circulação de sangue entre as diferentes classes de vertebrados é a ocorrência ou não de mistura entre sangue venoso e arterial no coração. Essa mistura ocorre no coração dos vertebrados que apresentam circulação dupla e que não possuem ventrículos completamente separados, ou seja, nos anfíbios e répteis não crocódilianos. Nos demais vertebrados, não ocorre essa mistura: nos peixes, o único tipo de sangue que circula pelas cavidades do coração é o venoso, e nos mamíferos, aves e répteis crocódilianos os ventrículos são completamente separados entre si. Em relação a este critério, a circulação dos peixes, mamíferos, aves e répteis crocódilianos é denominada completa e a dos anfíbios e répteis não crocódilianos é denominada incompleta.