

A HISTÓRIA DA CIÊNCIA E O USO DOS MAPAS CONCEITUAIS : UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE BIOLOGIA

Eliana Guidetti do Nascimento¹
Vera Lucia Bahl de Oliveira²

Resumo

O papel desempenhado pela História da Ciência no ensino de biologia tem sido objeto de inúmeras discussões. O objetivo deste trabalho é trazer à tona novos elementos que corroborem com esta discussão, demonstrando a utilização da História da Ciência no ensino de biologia, no ensino médio. Assim, apresentamos a investigação de uma estratégia didático-pedagógica baseada no uso de um caso histórico, em que o ensino de biologia estará contemplando explicitamente, além de aspectos conceituais, aqueles referentes à natureza e dinâmica da ciência, rompendo dessa forma com a perspectiva conteudista e, portanto, deformada, de um ensino de biologia baseado na mera transmissão do produto final desse conhecimento. O estudo de um caso histórico surge aqui como uma proposta de estratégia para o trabalho com o conteúdo acerca do sistema circulatório humano em turmas de 2ª. Série do Ensino Médio em escolas públicas, tendo como forma de registro por parte dos alunos, os mapas conceituais.

Palavras-chave: Ensino de Biologia, História da Ciência, sistema circulatório, mapas conceituais.

INTRODUÇÃO

As Diretrizes Curriculares Estaduais (DCEs) para a Biologia, lançadas pela SEED - Pr trazem como principal pressuposto a necessidade de um resgate aos conteúdos, uma vez que os parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) ao defender um ensino baseado em Competências e Habilidades, bem como a inserção dos Temas Transversais, acaba por colocar os conteúdos e, conseqüentemente o papel do professor, em um segundo plano.

Porém não há ingenuidade por parte das DCEs ao defender um ensino baseado apenas nos conteúdos, ou seja, um ensino meramente memorístico. As Diretrizes trazem em seu corpo propostas que defendem os conteúdos inseridos em seu contexto de construção, ou seja, a discussão de como se deu a construção e a elaboração destes contextos, acreditando que isso possa auxiliar o aluno a ter uma visão menos distorcida e, portanto, mais real da dinâmica do conhecimento científico.

Como alcançar essa meta? Como cumprir essa tarefa uma vez que para grande parte dos alunos, a Biologia não passa de um conjunto de nomes a ser memorizado e de estudos de situação que, na maioria das vezes, estão totalmente fora de suas

experiências cotidianas. Em geral, estes alunos não fazem uma conexão entre a Biologia estudada e o mundo ao seu redor.

Podemos afirmar que isso ocorre, dentre outros fatores, porque o aluno não constrói o significado dos conceitos, ele apenas os memoriza, sem sequer encontrar correlação entre os vários conceitos de uma determinada área de conhecimento biológico. Para isso seria necessário a utilização de instrumentos que possibilitassem ao aluno tal construção. Assim, baseado nas propostas das Diretrizes Curriculares Estaduais para a Biologia e acreditando no potencial da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e no uso dos Mapas Conceituais de Novak, desenvolvemos esta proposta.

Defendemos neste trabalho que partir dos conhecimentos prévios dos alunos, levando em conta o que já sabem, pode ser um bom ponto de partida. Além disso, defendemos ainda que a história da Ciência pode auxiliar o professor a compreender como se dá, em geral, a construção cognitiva dos conceitos, bem como auxiliar o aluno na construção e organização dos conceitos apresentados.

Diante disso, defendemos uma proposta didático metodológica para o Ensino Médio, nas aulas de Biologia, que faça uso da História da Ciência, parta dos conhecimentos prévios dos alunos, fundamentando-se na Teoria da Aprendizagem Significativa, nos moldes propostos por Ausubel e que permita ao aluno organizar e construir seus conhecimentos fazendo uso dos mapas conceituais, conforme proposto por Novak.

Assim, na forma de uma pesquisa qualitativa de cunho interpretativo, conforme proposto por LÜDKE e ANDRÉ (1996) este trabalho pretende apresentar os resultados de um estudo com a aplicação da história da ciência, na formação dos conceitos relativos ao sistema circulatório, com alunos do 2º. Ano do Ensino Médio, objetivando que estes concebam uma nova visão da natureza do conhecimento científico, percebendo-o em seu caráter provisório científico e, portanto, como uma construção humana, falível, temporal e histórica.

Nosso trabalho encontra-se assim dividido: os pressupostos teóricos que fundamentaram nossa prática; a proposta didática por nos desenvolvida e aplicada e os resultados que encontramos.

1- FUNDAMENTAÇÕES PARA A ANÁLISE

Apresentaremos, a seguir, os principais autores que nos fundamentaram na execução deste trabalho, uma vez que os dados e posições apresentadas no mesmo necessariamente serão embasados por esses referenciais.

Uma vez que nosso trabalho exigia inicialmente a reconstrução história de um conceito trabalhado nas aulas de Biologia, recorreremos a pesquisadores que nos apresentassem as idéias do como realizar essa reconstrução e a autores que já fazem este trabalho. Assim utilizamo-nos das idéias de Martins (ano), Celestino (ano), Batista(ano). Para auxiliar na reconstrução da formação dos conceitos que envolvem a circulação, serão

utilizadas as idéias disseminadas por Delizoicov (2006), Masson (1962) e Campos e Nigro (1990).

Defendemos que todo professor necessita ter como referencial para seu trabalho em sala de aula, uma teoria de aprendizagem. Acreditamos que o pluralismo metodológico apresentado por alguns professores não está respaldado no seu desejo consciente de melhorar as chances de aprendizagem de seus alunos e sim reside no fato do professor, ao desconhecer a importância de basear-se em uma teoria de aprendizagem, literalmente tentar “atirar para todos os lados”. Na nossa prática diária e neste trabalho, escolhemos como referencial de aprendizagem a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (1992). Segundo este autor, a aprendizagem é muito mais significativa à medida que o novo conteúdo é incorporado às estruturas de conhecimento do aluno e adquire significado para ele a partir da relação com seus conhecimentos prévios. Do contrário, ela se torna mecânica ou repetitiva, uma vez que não houve essa incorporação e atribuição de significados, e o novo conteúdo passa a ser armazenado isoladamente.

Dentre os colaboradores de Ausubel e de sua teoria de aprendizagem destaca-se Novak. Esse pesquisador além de humanizar a teoria da Ausubel que se apresentava inicialmente bastante cognitivista cria um instrumento facilitador da aprendizagem significativa, chamado de Mapas Conceituais.

Para realizar os registros da construção da aprendizagem dos alunos, usamos os mapas conceituais. O mapa conceitual representa simultaneamente o processo de organização do conhecimento, com o estabelecimento das relações, e o produto, por meio dos conceitos (NOVAK, 1977). Assim, ao dispor sob a forma de um esquema os conceitos conhecidos, relacionando as noções iniciais com outras também já conhecidas e estabelecendo uma hierarquia, o aluno pode organizar o seu conhecimento de maneira autônoma e corrigir seu raciocínio durante a organização do mapa.

Assim, partimos do princípio que uma aprendizagem significativa dos conhecimentos científicos requer a participação dos estudantes na construção dos conhecimentos, que habitualmente são transmitidos já elaborados. Acreditamos ser preciso superar o reducionismo e as visões deformadas da natureza para que os alunos dêem novo sentido às coisas que acontecem ao seu redor, aproximando seu pensamento do científico. Para tanto é preciso que os professores saibam dar oportunidade aos estudantes de exporem suas idéias sobre os fenômenos estudados. É nisso que se baseia nossa pesquisa.

1. O ensino de Biologia: algumas considerações

A Biologia enquanto uma ciência de sala de aula é relativamente nova. O Brasil no início de sua história não possuía vocação científica, e, como tal, as disciplinas que mereciam destaque nas suas grades eram as disciplinas das áreas humanas. Podemos afirmar que, no Brasil quando da criação do Colégio D. Pedro II, no Rio de Janeiro em 1838, haviam poucas atividades didáticas nas Ciências como à História Natural, Química, Física e a Matemática, e com predomínio da formação humanista. No mundo todo neste período a Biologia era entendida como a busca da verdade com base no pensamento biológico mecanicista, baseado nas idéias de que todos os fenômenos da vida têm um encadeamento e todos podem ser explicados mecanicamente. Por conta disso, seu ensino era predominantemente mecanicista, fato

este que, infelizmente se reflete fortemente nos dias atuais. Sua metodologia era centrada em aulas expositivas. Quanto aos conteúdos trabalhados nessa época, davam-se prioridades às biografias de cientistas importantes e à demonstração de seus experimentos (PARANÁ, 2006 p. 21).

Na realidade podemos observar como essa forma de ver o ensino de Biologia se refletiu e ainda se reflete nas aulas do ensino Médio e mesmo nos cursos de formação de professores.

Outro momento significativo para o Ensino de Biologia pode ser encontrado em meados da década de 1960. As ideologias políticas influenciaram fortemente a educação brasileira, em especial as políticas estabelecidas entre o Brasil e os estados Unidos.. Na ocasião, o sistema educacional brasileiro sofreu forte influência de educadores americanos, tendo em vista os Estados Unidos passarem a prestar assistência técnica e financeira ao Ministério da Educação e Cultura. Essa parceria resultou em vários acordos de cooperação, conhecidos como Acordos MEC / USAID que acabaram por definir reformas educacionais no Ensino Superior e no Ensino do então 1º e 2º Graus. Tal cenário favoreceu o desenvolvimento das tendências Tecnicistas, que enfatizavam a aplicação de princípios científicos para resolver problemas educacionais. Passaram a ser relevantes os conteúdos de ensino derivados da ciência objetiva em detrimento daqueles eivados de subjetividade (Veiga, 1978, p. 53). Como resultado disso, os laboratórios de Biologia foram construídos e equipados em muitas escolas, sem que o docente tivesse sido preparado para isso, o que não resultou de maneira nenhuma em uma melhoria da educação científica. Segundo Krasilchik (2004) apesar de os currículos apresentarem proposições que enfatizassem a “aquisição de conhecimentos atualizados” e a “vivência do método científico”, o ensino de Biologia, na maioria das escolas brasileiras, continuou a ser descritivo, segmentado e teórico.

Em 1998, o Ministério da Educação colocou à disposição da comunidade escolar, no documento intitulado *Parâmetros Curriculares Nacionais* (PCN), uma proposta de reorganização curricular coerente com o ideário presente na Lei nº 9.394/96. Embora não seja nosso intuito discutir esse documento, acreditamos ser necessário enfatizar alguns pontos relativos ao mesmo.

O ensino de Biologia, especificamente, é tratado nos *Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio* (1999), complementado nos *PCN+ Ensino Médio* (2002), que explicitam a intenção de orientar a construção de currículos levando em conta questões atuais decorrentes das transformações econômicas e tecnológicas provocadas pelo aumento da interdependência entre as nações:

Num mundo como o atual, de tão rápidas transformações e de tão difíceis contradições, estar formado para a vida significa mais do que reproduzir dados, determinar classificações ou identificar símbolos. Significa: saber se informar, comunicar-se, argumentar, compreender e agir; enfrentar problemas de diferentes naturezas; participar socialmente, de forma prática e solidária; ser capaz de elaborar críticas ou propostas; e, especialmente, adquirir uma atitude de permanente aprendizado. (BRASIL- MEC, 2001, p.9)

Nossa preocupação enquanto educadores, no que diz respeito a esse documento é o viés por meio do qual ele foi construído. Embora conhecedores da necessidade da constante aprendizagem necessária ao mundo moderno, o chamado aprender a aprender, nos parece, que, neste documento, essa visão se apresenta, por vezes distorcida. Fazendo uso da visão proposta por diversos autores, acreditamos que as concepções propostas pelo documento podem constituir-se em situações que poderiam onerar a sala de aula. Propostas que parecem deslocar o papel do professor para o de coadjuvante na sala de aula, ou que apontam o aluno como único responsável pela sua aprendizagem é, a nosso ver, duvidosa.

Diante disso, a proposta do Governo do Estado do Paraná para a construção coletiva de diretrizes próprias para o Estado, fundamentadas dentre outras na Pedagogia Histórico Crítica, nos parece um avanço substancial.

Como afirmam as Diretrizes Curriculares Estaduais para Biologia:

Estas Diretrizes Curriculares, portanto, fundamentam-se na concepção histórica da Ciência articulada aos princípios da Filosofia da Ciência. Ao partir da dimensão histórica da disciplina de Biologia, foram identificados os marcos conceituais da construção do pensamento biológico. Estes marcos foram adotados como critérios para escolha dos *conteúdos estruturantes* e dos *encaminhamentos metodológicos*. (PARANÁ, 2008 p. 15 grifo do autor)

Assim, a proposta que ora desenvolvemos para esta pesquisa está alicerçada nas Diretrizes Curriculares Estaduais para a Biologia.

1.2- O uso da História da Ciência na sala de aula

As discussões acerca do uso da História da Ciência para os trabalhos com ensino de Biologia não são recentes. Matthews (1995) estudioso deste tema, aponta que essa discussão teve início no final do século XIX. Segundo este autor Ernst Mach (1838-1916), físico e filósofo austríaco cujo trabalho teve grande influência sobre o pensamento do século XX, defendia uma abordagem histórico-filosófica para o ensino de ciências nas escolas. Para ele a história e a filosofia da Ciência poderiam contribuir significativamente para o ensino científico. Defendia a “*instrução histórica competente*”, ou seja, o uso competente da História da Ciências nas salas de aula. Seus principais textos didáticos sobre Mecânica (1883), Calor (1869) e Ótica (1922) seguiam essa orientação. Outros autores, posteriormente também levantaram suas vozes na dessa

desta tese. No século XX, por exemplo, Pierre Duhem (1861-1916) se levantou em defesa do que ele chamava de método histórico no ensino de Física.

A relação entre o desenvolvimento cognitivo individual e o processo de desenvolvimento conceitual histórico tem, na literatura sobre o uso da História e Filosofia da Ciência em sala de aula, um lugar de destaque. Matthews (1995 p. 178) aponta para o início dessas discussões a partir da publicação de *A fenomenologia do espírito* de Hegel (1806), idéia essa que é debatida por Ernest Mach e Pierre Duhem no fim do século XIX. No século XX, essa discussão é reiterada por Jean Piaget, que fundamenta a teorização do desenvolvimento cognitivo também com esse enfoque. Para Piaget e Garcia (1987) os mecanismos de passagem de um estágio ao seguinte, na história da ciência, possuem notáveis convergências aos da passagem de um estágio psicogenético ao seu sucessor. Mesmo entre autores que não reconhecem os trabalhos de Piaget como essenciais, como é o caso de Nussbaum (2000), afirmam que há fortes indicativos de uma correlação muito estreita entre a dinâmica das mudanças ocorridas na estrutura cognitiva dos aprendizes e aquelas observadas na história da Ciência. Acreditamos e utilizamo-nos dessa idéia para respaldar a utilização da história da Ciência nas aulas de Biologia.

A inserção da história da ciência na Educação Básica requer preparo especial do professor neste aspecto; caso contrário pode-se incorrer numa situação desfavorável ao ensino de ciências embasado na história das ciências. O professor sem a formação necessária ao tentar simplificar esse conhecimento pode incorrer em erros e adentrar a chamada *pseudo-história*, ou a *quase-história* composta na maioria das vezes, apenas por anedotas e fatos sem relevância. Fato freqüente na escola, uma vez que os professores encontram disponíveis na grande maioria dos livros didáticos apenas esse tipo de história, o que dificultaria sobremaneira seu trabalho. Klein (1972) e Whitaker (1979). autores contrários a inserção da história no Ensino Básico, argumentam neste sentido, que o uso da história poderia fazer com que os estudantes perdessem a confiança nos resultados científicos, uma vez que teriam poucas condições cognitivas para compreender a dinâmica deste conhecimento.

Matthews rebate esses argumentos e apresenta outros, em favor do uso da História e Filosofia da Ciência e sala de aula. Para Matthews (1995), os principais argumentos reunidos até então favoráveis ao uso da História da Ciência no ensino eram: a motivação dos alunos; a humanização da ciência; a melhor compreensão dos conceitos científicos a partir da análise do seu desenvolvimento; o intrínseco mérito do entendimento de certos episódios-chaves na História da Ciência; a historicização da ciência, ou a demonstração de que a ciência é mutável e instável e que, conseqüentemente, o entendimento das atuais correntes científicas está sujeito à transformação; o rico entendimento do método científico, mais genericamente falando, da natureza da ciência.

Após os inúmeros debates sobre a utilização ou não da História e Filosofia da Ciência em salas de aula, muitos pesquisadores na área de ensino de ciências debruçaram-se sobre o tema, o que fez proliferar dezenas de outros artigos sobre o assunto. Esses artigos têm oferecido importantes contribuições na medida em que vêm desenvolvendo experiências com enfoque histórico na sala de aula. Na seara das discussões atuais acerca das contribuições da História da Ciência para o ensino de ciências, Teixeira, El-Hani e Freire Júnior (2001) defendem que num curso com enfoque histórico há mudanças significativas na compreensão da natureza da ciência. Para eles

os resultados obtidos indicam a ocorrência de uma mudança geral significativa e favorável na concepção dos estudantes acerca das várias questões tratadas, que abordam uma série de aspectos de sua compreensão sobre a natureza da ciência (TEIXEIRA, EL-HANI e FREIRE JÚNIOR, 2001 p. 13).

Porém, na prática, existem ainda muitas resistências quanto ao uso da História da Ciência em sala de aula; este assunto não é de forma alguma uma unanimidade. Muitos são os professores que desconhecem essa discussão e mesmo as possibilidades da utilização deste enfoque. Embora não seja o objeto de estudo desta pesquisa, acreditamos que é preciso destacar que a maioria dos professores não teve, durante sua formação inicial, e muitos nem em formações continuadas, pouco ou nenhum acesso a referenciais teóricos que discutam essa abordagem. Dentre os autores que discutem esse importante ponto, buscamos nos debruçar mais detalhadamente em Schnetzler (2002) que apresenta dados que ratificam nossa considerações. As pesquisas realizadas no ensino superior a respeito da melhora da qualidade no ensino das Ciências não chega até a sala de aula, o professor não acompanha essas discussões e, portanto não as vivencia em sua prática. Diante disso, as tentativas de aproximação da academia com as escolas de Ensino Fundamental e Médio fazem-se importantes e urgentes,

Acreditamos, portanto que tão importante quanto este ponto é destacar que, mesmo entre os defensores do uso da História da Ciência na sala de aula, há os que a vêem apenas como objeto decorativo, usada apenas para motivar o aluno ou mesmo chegando a sugerir que ela deva ser alterada para que o aluno melhor compreenda a ciência. Em posição contrária a esta última posição, o papel da História da Ciência, assumido nesta investigação, é o de levar o aluno a compreender o processo de formação dos conceitos científicos, tornando-o mais apto a compreender o mundo em que vive e a ciência que o rodeia.

1.3- A Aprendizagem Significativa

Os princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa foram desenvolvidos por Ausubel, porém no Brasil o professor Marco Antonio Moreira é um grande disseminador dessa teoria tendo escrito inúmeros trabalhos sobre o assunto, portanto, além das fontes primárias do próprio Ausubel, recorreremos inúmeras vezes aos trabalhos do professor Moreira para estudar melhor os pressupostos desta teoria.

O conceito básico da teoria de Ausubel é o de aprendizagem significativa. Para esse autor, a aprendizagem é dita significativa quando uma nova informação adquire significados para o aluno por meio de uma espécie de ancoragem em aspectos relevantes da estrutura cognitiva preexistente do indivíduo. Esses aspectos relevantes da estrutura cognitiva que servem de ancoradouro para a nova informação são chamados por Ausubel de “subsunçores”.

Quando ocorre uma aprendizagem significativa há uma interação entre o novo conhecimento e o já existente, na qual ambos se modificam. À medida que o

conhecimento prévio serve de base para a atribuição de significados à nova informação, ele também se modifica. Novos subsunçores vão se formando; subsunçores vão interagindo entre si. A estrutura cognitiva está constantemente se reestruturando durante a aprendizagem significativa. O processo é dinâmico; o conhecimento vai sendo construído (MOREIRA e ROSA, 1986)

Na aprendizagem significativa o novo conhecimento nunca é internalizado pelo aprendiz de maneira literal. Como a estrutura cognitiva do aluno é idiossincrática, cada indivíduo fará do processo de aprendizagem significativa, um processo único.

Aprender significativamente implica atribuir significados e estes têm sempre componentes pessoais. Aprendizagem sem atribuição de significados pessoais, sem relação com o conhecimento preexistente, é mecânica, não significativa. Na aprendizagem mecânica, o novo conhecimento é armazenado de maneira arbitrária e literal na mente do indivíduo. O que não significa que esse conhecimento é armazenado em um vácuo cognitivo, mas sim que ele não interage significativamente com a estrutura cognitiva preexistente, não adquire significados (MOREIRA 1988, p.2)

Na aprendizagem Significativa o indivíduo é capaz de, progressivamente integrar e diferenciar conceitos, em um processo que Ausubel (1982) chama de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.

Diferenciação progressiva: no curso da aprendizagem significativa, os conceitos que interagem com o novo conhecimento e servem de base para a atribuição de novos significados vão também se modificando em função dessa interação, vão adquirindo novos significados e se diferenciando progressivamente.

Reconciliação integrativa: outro processo que ocorre no curso da aprendizagem significativa é o estabelecimento de relações entre idéias, conceitos, proposições já estabelecidas na estrutura cognitiva, isto é, relações entre subsunçores. Elementos existentes na estrutura cognitiva com determinado grau de clareza, estabilidade e diferenciação são percebidos como relacionados, adquirem novos significados e levam a uma reorganização da estrutura cognitiva

Esses dois processos dois processos relacionados ocorrem no curso da aprendizagem significativa.

É importante lembrar que aprendizagem significativa não é sinônimo de aprendizagem correta; a aprendizagem que faz sentido para o aluno não é necessariamente a correta. O papel do professor reside em fazer com que os conceitos cientificamente corretos sejam assimilados de forma significativa pelos alunos.

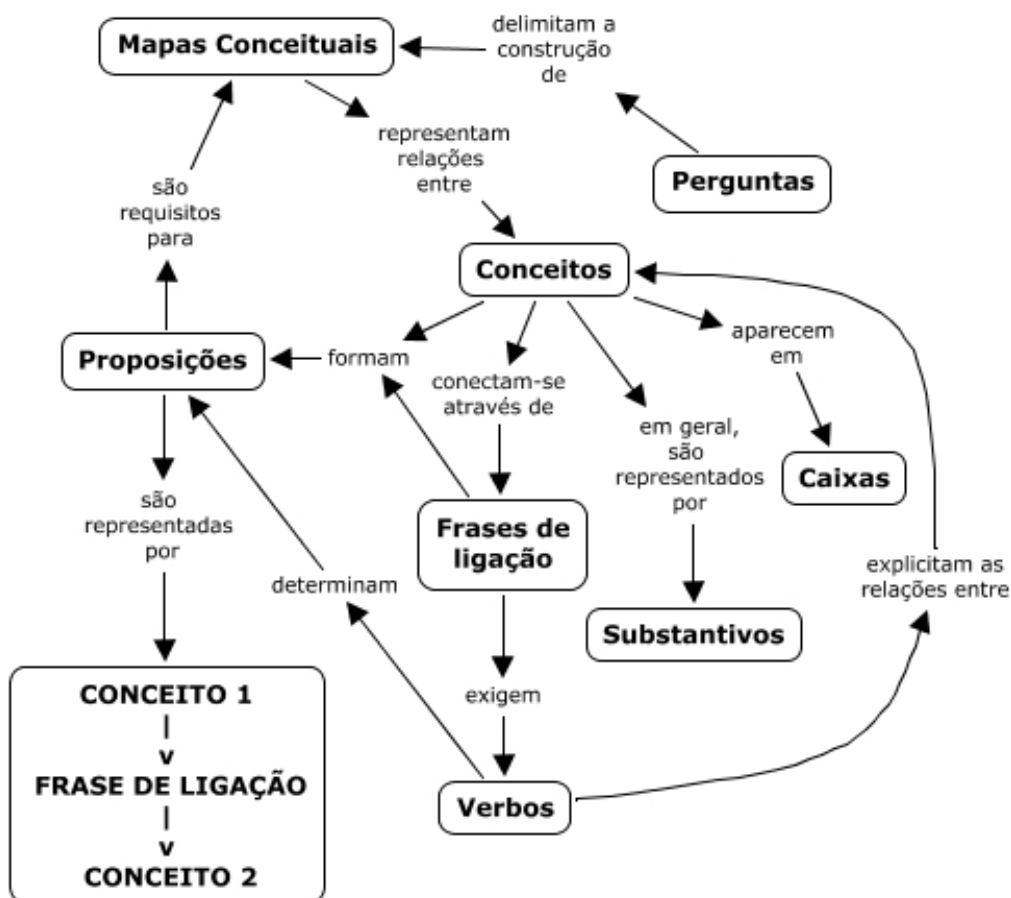
1.4- O Uso dos Mapas Conceituais

Segundo Moreira (1988) os Mapas conceituais foram desenvolvidos para promover a aprendizagem significativa. Assim, os mapas conceituais podem ser utilizados como recursos em todas essas etapas, assim como na obtenção de evidências de aprendizagem significativa, ou seja, na avaliação da aprendizagem.

De um modo geral, mapas conceituais, ou mapas de conceitos, são apenas diagramas indicando relações entre conceitos, ou entre palavras que usamos para representar conceitos. Foram pensados por Novak (1977) para auxiliar os alunos a apresentarem a forma como sua estrutura cognitiva estava organizada em relação àqueles conceitos. São, portanto, diagramas de significados, de relações significativas; de hierarquias conceituais (MOREIRA, 1988).

Existem muitos tipos de mapas conceituais, eles podem seguir um modelo hierárquico no qual conceitos mais inclusivos estão no topo da hierarquia (parte superior do mapa) e conceitos específicos, pouco abrangentes, estão na base (parte inferior). Podem apresentar os conceitos mais abrangentes no centro e os mais específicos na periferia. Nos mapas as setas podem ser utilizadas para dar um sentido de direção a determinadas relações conceituais, mas não são obrigatórias.

Observe o exemplo abaixo:



Mapa Conceitual sobre Mapas Conceituais

Fonte: site portal MCE (mapas conceituais na educação)

O mapeamento conceitual é uma técnica muito flexível e em razão disso pode ser usado em diversas situações, para diferentes finalidades: instrumento de análise do currículo, técnica didática, recurso de aprendizagem, meio de avaliação (Moreira, 1988).

Nosso interesse nesse instrumento reside no fato de que eles podem ser usados para mostrar relações significativas entre conceitos ensinados em uma aula ou em uma unidade de estudo. São representações concisas das estruturas conceituais que estão sendo ensinadas e, como tal, provavelmente facilitam a aprendizagem dessas estruturas, bem como permitem ao professor e aos alunos que o estão construindo, observar como os conceitos estão se relacionando na estrutura cognitiva. Entretanto, diferentemente de outros materiais didáticos, mapas conceituais não são auto-instrutivos: devem ser explicados pelo seu construtor (Moreira, 1980). Assim a aula utilizando o mapa conceitual não se encerra na construção dos mesmos, é preciso que o professor reserve um tempo para que os alunos possam explicar seus mapas. Explicações do aluno, orais ou escritas, em relação a seu mapa facilitam muito a tarefa do professor nesse sentido. É neste momento que o professor terá mais clareza de como os alunos construíram e relacionaram os conceitos em questão.

Com relação aos momentos em que os mapas podem ser utilizados em sala de aula, Moreira (1988 p. 4) descreve que:

Na medida em que os alunos utilizarem mapas conceituais para integrar, reconciliar e diferenciar conceitos, na medida em que usarem essa técnica para analisar artigos, textos capítulos de livros, romances, experimentos de laboratório, e outros materiais educativos do currículo, eles estarão usando o mapeamento conceitual como um recurso de aprendizagem. Como instrumento de avaliação da aprendizagem, mapas conceituais podem ser usados para se obter uma visualização da organização conceitual que o aprendiz atribui a um dado conhecimento. Trata-se basicamente de uma técnica não tradicional de avaliação que busca informações sobre os significados e relações significativas entre conceitos-chave da matéria de ensino segundo o ponto de vista do aluno.

A aprendizagem significativa implica, necessariamente, atribuição de significados pessoais. Neste sentido, os mapas conceituais, traçados por alunos refletirão tais significados. Quer dizer, mapas feitos por alunos têm componentes idiossincráticos. Isso significa que não existe mapa conceitual “correto”. Um professor não deve apresentar aos alunos o mapa conceitual de um certo conteúdo, como se fosse o correto, e sim um mapa conceitual para esse conteúdo segundo os significados que ele atribui aos conceitos e às relações significativas entre eles. De maneira análoga, nunca

se deve esperar que o aluno apresente na avaliação o mapa conceitual “correto” de certo conteúdo. Isso não existe. O que o aluno apresenta é o seu mapa e o importante não é se esse mapa está certo ou não, mas sim se ele dá evidências de que o aluno está aprendendo significativamente o conteúdo (MOREIRA, 1988).

2- UMA RECONSTRUÇÃO HISTÓRICA DO SISTEMA CIRCULATÓRIO HUMANO

Nossa pesquisa historiográfica apresentará as principais mudanças que envolvem as descobertas relativas ao sistema circulatório humano, em especial no intervalo de tempo entre o modelo de Galeno (200 d.C.) e o modelo que o irá substituir, o modelo de Harvey (1700 d.C.). Consideraremos que a mudança de um modelo para outro é o que Thomas Kuhn considera uma mudança de paradigma, e as mudanças e aperfeiçoamentos ocorridos neste meio tempo, o que ele considera de ciência normal. Destacamos que essa reconstrução histórica já foi utilizada para a aplicação de uma outra proposta de trabalho com alunos do ensino fundamental e, portanto, encontra-se publicada em Nascimento et. al. (2008).

A circulação sangüínea é alvo de discussão desde muito tempo. As primeiras noções sobre o sistema circulatório iniciam-se com Hipócrates (460-340 a.C.), que reconhecia que o pulso dependia do coração. Aristóteles (384-322 a.C.) acreditava que o coração era a sede da inteligência e local da formação do calor animal. Para ele o coração era dotado de 3 cavidades sem qualquer relação com a circulação do sangue. Praxágoras (400-300 a.C.) foi o primeiro a fazer a distinção entre veia e artéria. Galeno (130-200 d.C.), ao propor seu modelo para explicar o movimento do sangue no corpo humano, pautou-se em conhecimentos de anatomia e de fisiologia adquiridos em seus próprios estudos, em concepções assentadas em crenças mantidas pela tradição e na visão de mundo de sua época. Galeno se contrapôs a alguns de seus antecessores como, por exemplo, Aristóteles, ao defender que os vasos partiam do fígado e não do coração; a Erasístrato, que afirmava existir ar nas artérias quando para Galeno elas continham sangue (GARRISON, 1966). Estes conhecimentos serviram de suporte para que Galeno elaborasse seu modelo para o sistema sangüíneo.

Na concepção de Galeno, os alimentos seriam absorvidos no intestino e seriam posteriormente levados por um grosso vaso (atual veia porta) para o fígado. Lá se transformaria em sangue. Seria ainda impregnado por uma essência especial, constituída de espíritos naturais, responsáveis pelas atividades primárias, menos nobres, do organismo. (PORTO et al. apud DELIZOICOV, 1997). As veias que partiam do fígado distribuiriam os espíritos naturais por todos os órgãos; neles, os espíritos naturais dariam origem a cada uma das substâncias que lhes cabiam produzir. A movimentação do sangue não acontecia por meio de um fluxo contínuo, mas dependia de um mecanismo que era comparado, por Galeno, ao das marés, com fluxos e refluxos. Durante os períodos de descidas, as veias absorviam os resíduos produzidos pelo organismo. O fígado seria ainda o centro do sistema circulatório, dele partiria um

grosso vaso (atualmente veia cava) que conduziria o sangue impuro para o ventrículo direito e dele partiria um outro vaso calibroso (artéria pulmonar, atualmente), que levava o sangue para o pulmão. Ali, os resíduos eram vaporizados para serem eliminados na expiração (MASSON, 1962)

Parte do sangue chegava ao ventrículo esquerdo através de poros e canalículos invisíveis, existentes no septo interventricular. No ventrículo esquerdo o sangue entra em contato com o ar que penetra nos pulmões durante a inspiração e que era levado àquela câmara pelas veias pulmonares. Assim, o sangue ficava impregnado dos espíritos vitais, tornando-se por isso, mais vermelho. Por intermédio da artéria aorta, o sangue se dirigia ao cérebro e ali se impregnava de espíritos animais, os elementos mais nobres. Pelo mesmo mecanismo, comparável ao das marés, o sangue vitalizado era distribuído por todo o corpo. (DELIZOICOV, 1997).

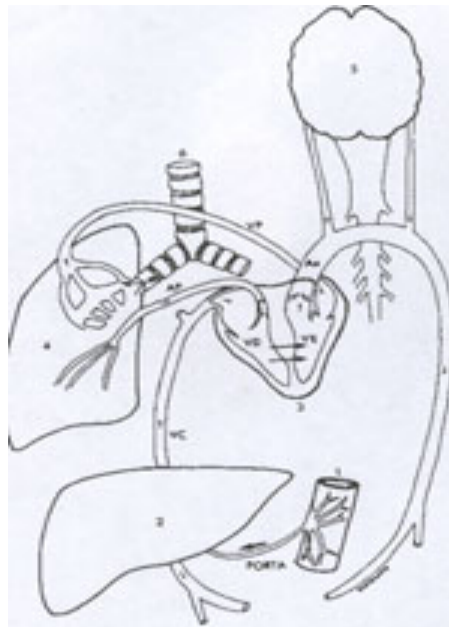


Fig. 01 – O sistema circulatório segundo Galeno ³
Fonte : Sociedade Brasileira de Cardiologia

O modelo de Galeno perdurou por cerca de 1500 anos. A disseminação de suas idéias ocorreu por meio de palestras e nas práticas médicas realizadas, ressalta-se também a descrição das suas descobertas em seus livros que desempenharam importante papel na circulação coletiva de idéias, pois serviram como fonte para estudos durante todo o período medieval, permanecendo até a Idade Moderna. Os manuais garantiram a disseminação de seu pensamento e o conteúdo teológico de suas idéias recebeu amplo apoio da igreja cristã (MELO, 1989, *apud* DELIZOICOV, 1997).

Galeno não deixou discípulos específicos e nem escola estabelecida. Depois de sua morte, nenhuma novidade significativa foi introduzida nos conhecimentos já estabelecidos. As ciências chamadas pagãs, como as artes, a anatomia, a fisiologia e as respectivas pesquisas práticas, tiveram pouco incentivo para se desenvolverem, o

que contribuiu para a preservação do galenismo. (SINGER, 1996, *apud* DELIZOICOV, 1997).

No Renascimento, importantes inovações processaram-se na ciência, na arte, na política, ocorrendo valorização do trabalho manual, sobretudo, aquele dos artesãos e artistas. O movimento naturalista nascido no século XIII teve grande influência nos estudos anatômicos, uma vez que os artistas interessaram-se pela representação fiel do corpo humano. Leonardo da Vinci (1452-1519), por exemplo, artista, engenheiro, matemático, biólogo e artista/anatomista, interessou-se pela estrutura do corpo e pelas funções de seus órgãos. Uma das conseqüências do espírito artístico para as escolas médicas foram as ilustrações em livros e, no início do século XVI, esboços anatômicos eram impressos em panfletos usados por estudantes de Medicina e de Artes (SINGER, 1996, *apud* DELIZOICOV, 1997).

André Vesálio⁴ (1514-1564) foi o primeiro médico que uniu a dissecação com a exposição e o primeiro a utilizar desenhos artisticamente executados (RADL, 1988, *apud* DELIZOICOV, 1997). Antes de Vesálio, o trabalho mecânico de dissecar, realizado em grandes auditórios pelos “demonstradores” ou “barbeiros”, tinha a finalidade de auxiliar os “expositores” a inculcar nos estudantes as verdades encerradas nas obras de Galeno. A crescente utilização de desenhos em textos de anatomia (MAYR, 1998) constituiu um outro procedimento para a circulação de conhecimentos.

Vesálio publicou *De Humani Corporis Fabrica* em 1543, na Basiléia. Seu livro constitui não só o alicerce da medicina moderna como ciência, mas a primeira realização da própria ciência em tempos modernos. O próprio título é sugestivo do imaginário mecânico aplicado ao corpo humano (BERNAL, 1976, *apud* DELIZOICOV, 1997). Ele, que inicialmente teria afirmado categoricamente não ter encontrado poros ou canalículos no septo intraventricular, devido à tradição das idéias de Galeno, afirmou posteriormente, que seus experimentos estavam incorretos. (CAMPOS e NIGRO, 1999). A explicação que substituiria as idéias de Galeno necessitava ainda de uma análise completamente nova, que integrasse a anatomia com a curiosidade renascentista pelas máquinas, ou seja, foles, bombas e válvulas, originando assim uma nova fisiologia experimental (CAMPOS e NIGRO, 1999). Contemporâneo de Vesálio, Miguel de Serveto (1511-1553), médico espanhol e teólogo, realizou observações importantes sobre a circulação pulmonar, mas visava apenas uma melhor compreensão da natureza da alma, pois de acordo com a Bíblia “a alma da carne é o sangue” e “o sangue é vida”. Assim descreveu a circulação pulmonar:

A força vital provém da mistura, nos pulmões, do ar inspirado com o sangue que vem do ventrículo direito para o ventrículo esquerdo. Todavia, o fluxo de sangue não se dá, como geralmente se crê, através de poros do septo intraventricular. O sangue flui por longos condutos através dos pulmões, onde sua cor se torna mais clara, passando de uma veia que se parece a uma artéria a uma artéria parecida com uma veia. (GARRISON, 1966 p. 34)

Esta foi a primeira menção do que hoje conhecemos como circulação pulmonar ou pequena circulação sanguínea (PORTO, 1994 *apud* DELIZOICOV, 1997). A inovação deste médico residiu na sua convicção da mudança qualitativa do sangue efetuada pela sua passagem pelos pulmões. Temos aqui pré-idéias do que atualmente é nomeado como sangue arterial e sangue venoso.

Hieronymus Fabricius de Acquapendente (1533-1619) construiu por conta própria o teatro anatômico de Pádua. Sua obra mais conhecida – *Das Válvulas nas Veias* –, com excelentes figuras, teria, mais tarde, grande influência sobre Harvey. Andrea Cesalpino (1519- 1603) foi professor em Pisa e sessenta anos antes de Harvey atribuiu ao coração e não mais ao fígado, como previa Galeno, a sede do princípio que regia a atividade do organismo (DELIZOICOV, 1997). William Harvey (1578-1657) desenvolveu amplas e sucessivas investigações sobre Embriologia, Anatomia Comparada e Fisiologia da Circulação. Esses estudos foram realizados em diferentes grupos de animais e comparados com dados obtidos em observações durante a dissecação de cadáveres (DÉCOURT, 1990, *apud* DELIZOICOV, 1997). Ele fez suas próprias observações em cadáveres e vivissecções de diferentes espécies animais, podendo assim, refutar toda a concepção de Galeno. Sua obra *Exercitatio Anatômica de Motu Cordis Et Sanguinis Animalibus*, publicada em 1628 fez uma verdadeira revolução científica no campo da medicina (GARRISON, 1966).

Harvey o primeiro a empregar argumentos de ordem matemática para a compreensão de um fenômeno biológico, demonstrando que, pela quantidade e velocidade do fluxo sanguíneo, seria fisicamente impossível a teoria galênica ser válida e que a única explicação lógica seria a circulação do sangue e um sistema fechado. (PORTO, 1994 *apud* DELIZOICOV, 1997).O modelo de Harvey esteve em debate por cerca de vinte anos antes de ser aceito amplamente. Descartes foi o primeiro a demonstrar a coerência de seu trabalho com uma visão totalmente nova da natureza: a filosofia mecânica (HALL, 1962, *apud* DELIZOICOV, 1997).

3- A ABORDAGEM DIDÁTICO-PEDAGÓGICA E SEUS RESULTADOS

Realizamos nosso trabalho com duas turmas de 2º. ANO DE Ensino Médio em uma escola da região periférica da cidade de Cambe, PR. As turmas apresentavam cerca de 30 alunos em cada, com idades variando de 15 a 20 anos. Apenas cerca de 7% da sala já havia cursado a série em questão anteriormente. Os alunos, de maneira geral, eram participativos durante as aulas de Biologia, em especial quando sentiam facilidade para aproximar o conteúdo trabalhado com as situações de sua vida cotidiana.

Os conteúdos de Biologia apresentados nos livros didáticos para a segunda série do Ensino Médio, em geral, apresentam-se fortemente ligados ao conteúdo estruturante “Organização dos Seres Vivos”. Pra poder executar nossa proposta a contento, nossa primeira preocupação foi

deslocar esse foco para o conteúdo estruturante “ Mecanismos Biológicos”. Assim nossos conteúdos foram organizados pelos sistemas do corpo dos seres vivos e sua organização em reinos, ordens, classes, foi subjaz a isso.

Como exemplo, podemos citar o exemplar escolhido: Sistema Circulatório. Esse era o ponto forte do nosso conteúdo e os diferentes grupos de seres vivos foram trabalhados a partir do sistema circulatório de cada um deles. O mesmo foi feito com os demais sistemas. Para a aplicação de toda a seqüência A seqüência didática desenvolveu-se em cinco encontros. No caso do exemplar escolhido, acrescentamos apenas a discussão histórica, o que não aconteceu com os demais sistemas. Procuramos assim superar o pensamento biológico descritivo e mecanicista e trabalhar sob o enfoque do pensamento biológico evolutivo.

Usamos uma seqüência pedagógica semelhante a anteriormente testada por Nascimento et al. (2008)

Iniciamos nossas atividades promovendo nas salas uma coleta oral de dados, por meio da técnica da tempestade cerebral⁵. Estimulávamos os alunos a listar conceitos que tivessem, na compreensão dos mesmos, relação com o termo “sistema circulatório”. A palavra que apareceu com grande incidência foi “coração”. Diante disso, solicitamos que os alunos escrevessem três ou mais idéias a respeito de “coração”. Ao analisarmos o resultado das idéias escritas, a análise mostrou que metade dos alunos associava coração às emoções, destacando-se expressões como paixão, amor, saudade, tristeza, alegria. O restante dos alunos usou expressões relativas ao movimento ou à função do coração com destaque para as expressões “batimento”, “circulação do sangue”, “bombear o sangue”. Essas idéias foram apenas socializadas sem que se fizesse sobre elas um julgamento de valores.

Iniciamos a segunda aula da seqüência pedagógica solicitando aos alunos que construíssem um mapa conceitual com as idéias prévias que eles dispunham sobre circulação. É importante ressaltar que os alunos já apresentavam domínio da construção dos mapas; esta forma de trabalho esteve presente nas salas de aula desde o início do ano letivo. Esses mapas foram recolhidos e guardados. As figuras 2 e 4 mostram exemplos de mapas construídos por alunos neste momento da atividade. A construção dos mapas em sala e de forma individual possibilita que o professor acompanhe melhor as atividades, não permitindo, inclusive que parem dúvidas a respeito da autoria dos trabalhos, em especial devido ao grande número de mapas presentes na rede. Ainda nessa aula procedemos com os alunos à leitura e discussão de um texto de apoio com as idéias de Galeno, texto adaptado à partir do encontrado em Campos e Nigro (1999). Fizemos a leitura de forma coletiva e fomos parando sempre que os alunos tivessem dúvidas, curiosidades ou comentários a fazer. Foi solicitado aos alunos que a partir das idéias ali apresentadas, produzissem um texto, que resumisse o que havia sido discutido.

Na terceira aula da seqüência, realizamos uma discussão sobre as idéias propostas no texto lido, tendo a função de sugerir idéias sobre a resolução dos problemas apresentados no texto. O texto discute as idéias de Galeno, a respeito dos septos do coração e os problemas encontrados para confirmar empiricamente tais afirmações. Discutimos sobre a idéia de o sangue ser formado no fígado, sendo que alguns alunos não pareceram achar nenhum inconveniente no fato; outros afirmavam que a produção do sangue tinha relação com a medula óssea, pois em caso de leucemia, doença que ataca o sangue, há necessidade de fazer transplante de medula. Para todos os pontos que os alunos apontavam como contendo uma informação curiosa, foram realizadas intervenções, pelos próprios alunos e essas idéias foram anotadas pelos alunos individualmente e depois discutidas em pequenos grupos.

Na quarta aula, lemos um segundo texto adaptado de Campos e Nigro (1999), no qual são apresentadas as soluções (no contexto histórico) para os problemas apresentados nas idéias de Galeno. O texto discute como Harvey resolve as lacunas no pensamento de Galeno e da necessidade da aprovação da comunidade científica para que suas idéias possam frutificar, apesar das provas empíricas apresentadas por ele. Os alunos compararam as idéias levantadas por eles com as apresentadas no texto e foram convidados a realizar uma sistematização escrita de suas idéias desenvolvidas.

Na quinta e sexta aulas realizamos com o uso do livro didático, uma comparação entre o sistema circulatório dos mamíferos, discutido até então e os demais sistemas circulatórios encontrados entre os demais seres vivos.

Ao final da sexta aula foi realizada uma sistematização oral dos conceitos discutidos até então e os mapas conceituais foram devolvidos para que os alunos reformulassem seus conceitos e refizessem o mapa conceitual. Foi solicitado aos alunos que, em função dos objetivos desta atividade fossem construídos dois mapas diferentes, um apenas em relação ao sistema circulatório humano, que foi alvo da avaliação deste trabalho e outro que apresentasse as considerações acerca dos sistemas circulatórios dos demais seres vivos.

Alguns mapas conceituais construídos após as aulas encontram-se nas figuras 3 e 5. Foram usados os mesmos alunos antes e após a aplicação da atividade.

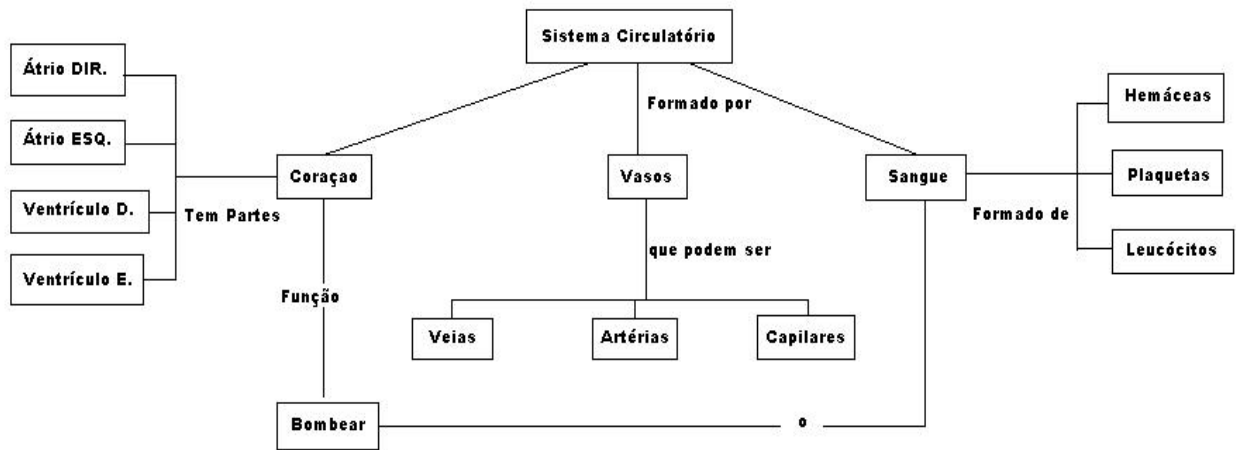


FIG. 2 – Mapa construído pelo aluno A antes das atividades

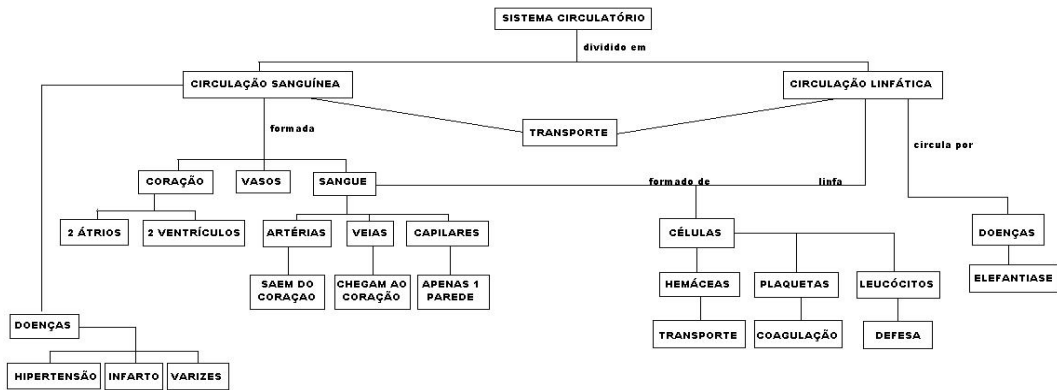


FIG. 03- Mapa construído pelo aluno A depois das atividades

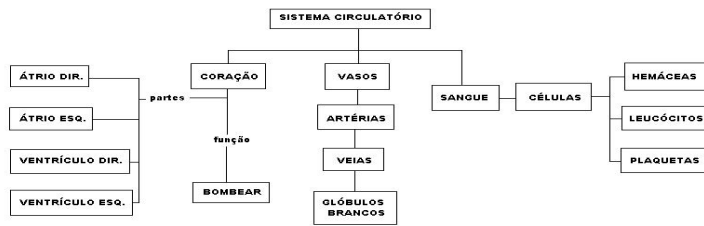


FIG. 04- Mapa construído pelo aluno B antes das atividades

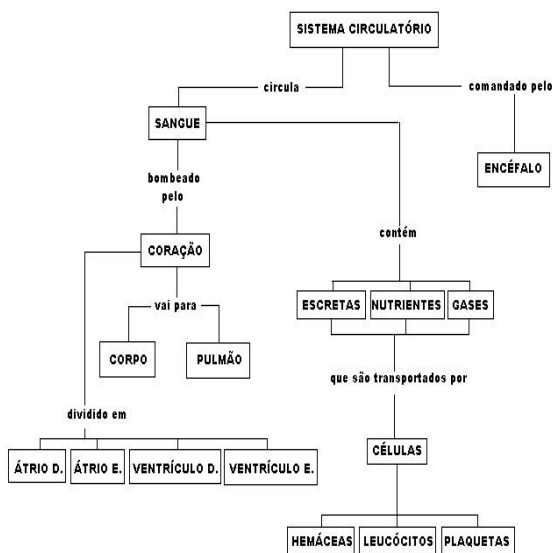


FIG.5 – Mapa construído pelo aluno B após as atividades

Os mapas dos alunos foram avaliados levando-se em conta como critérios o aumento do número de conceitos, o aumento do número de interações entre esses conceitos e a validade dessas interações. Pudemos observar que cerca de 87% dos mapas construídos após a sequência desenvolvida apresentava um aumento significativo dos conceitos empregados, 85% apresentavam um aumento das interações entre os conceitos e 88% das interações apresentadas nos mapas eram válidas.

Quando da não utilização da História da Ciência como elemento facilitador da construção de conceitos, esses números eram significativamente menores. Como exemplo, podemos observar os resultados referentes aos trabalhos desenvolvidos como sistema digestório. Ao final da sequência de atividades que não envolvia nenhum aspecto histórico, os mapas construídos apresentavam cerca de 63% de conceitos a mais que os mapas construídos no início das atividades; em relação ao número de relação entre os conceitos, os mapas finais apresentavam cerca de 70% a mais de interação entre os conceitos e uma análise geral dos mapas construídos ao final da atividades apresentava 69% de relações válidas.

Cabe ressaltar que análise dos mapas conceituais não pode, a nosso ver, resumir-se a questões quantitativas, embora essas possam corroborar os resultados encontrados em uma criteriosa análise qualitativa.

Assim, usando as perguntas-chave que foram considerados *problemas epistemológicos*, e seguindo a mesma ordem cronológica em que os problemas apareceram na história, os conceitos relativos ao sistema circulatório foram sendo construídos com os alunos. Tornou-se possível observar nos mapas (e nas sistematizações) que a aprendizagem apresentada pelos alunos foi, de fato, significativa, pois os mapas conceituais elaborados demonstram a construção de um conhecimento articulado, integrado. Houve a participação ativa por parte dos alunos durante todas as etapas do desenvolvimento das atividades. Os mesmos demonstraram compreender os conceitos relativos à circulação, bem como o desenvolvimento destes conceitos (natureza e dinâmica do conhecimento).

Resultados semelhantes a esses foram encontrados por Nascimento et al. (2008) em turmas de 7^a. Séries do Ensino Fundamental. Observe nas figuras abaixo exemplares de mapas apresentados nesta pesquisa.

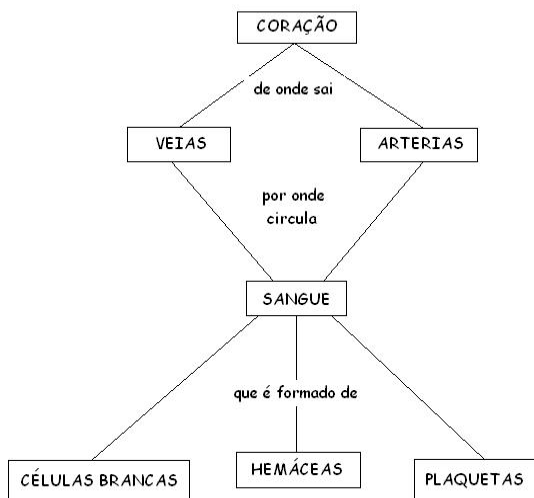
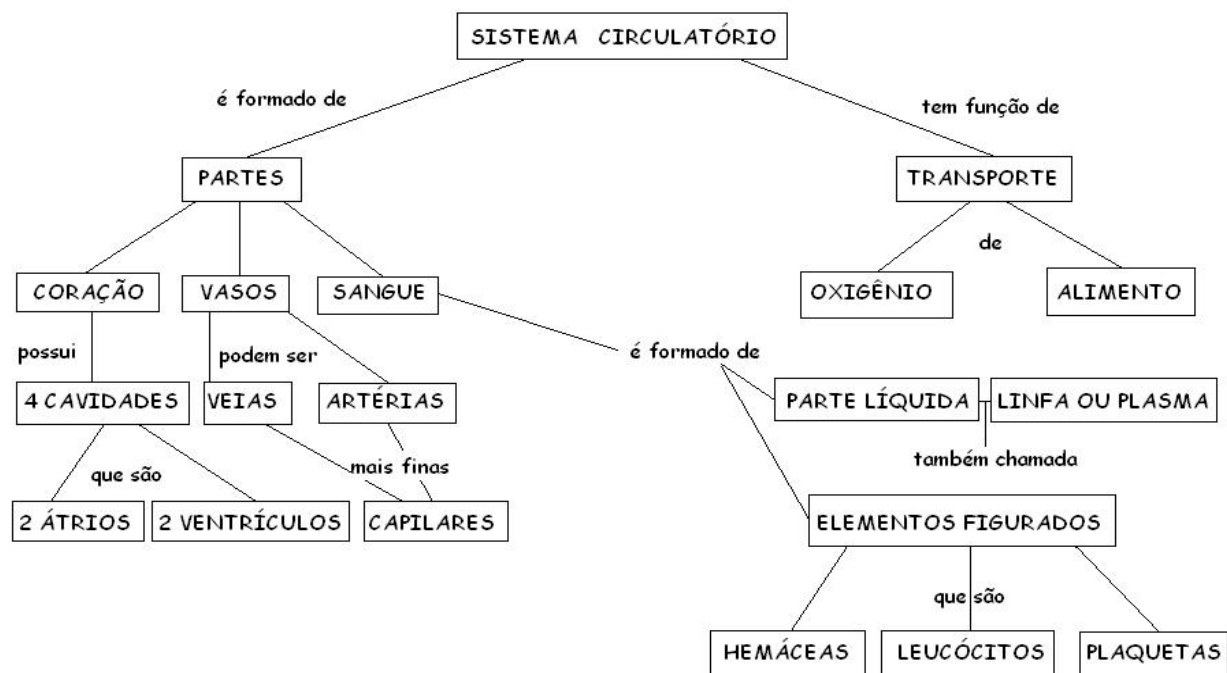


Fig. 6 – Mapa construído pelo aluno A no início da aplicação da atividade (mapa apresentado por Nascimento et. al. 2008)



**Fig. 7 – Mapa construído pelo aluno A após a conclusão da atividade.
(mapa apresentado por Nascimento et. al. 2008)**

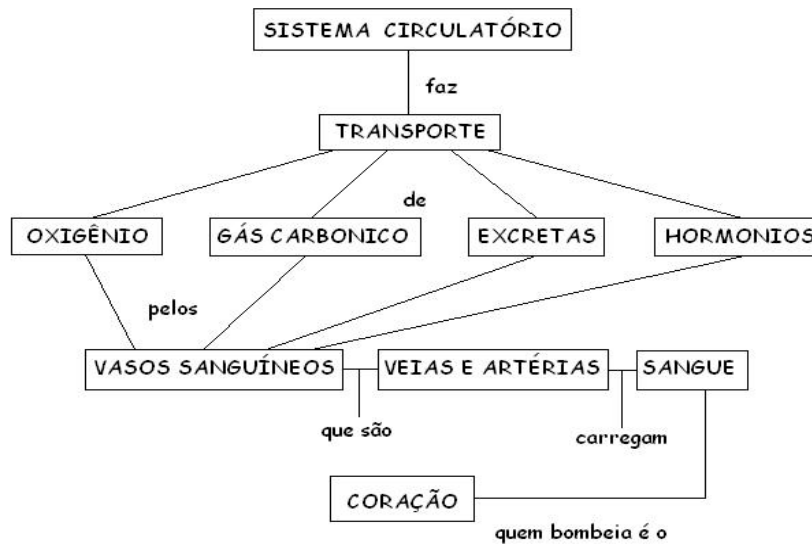
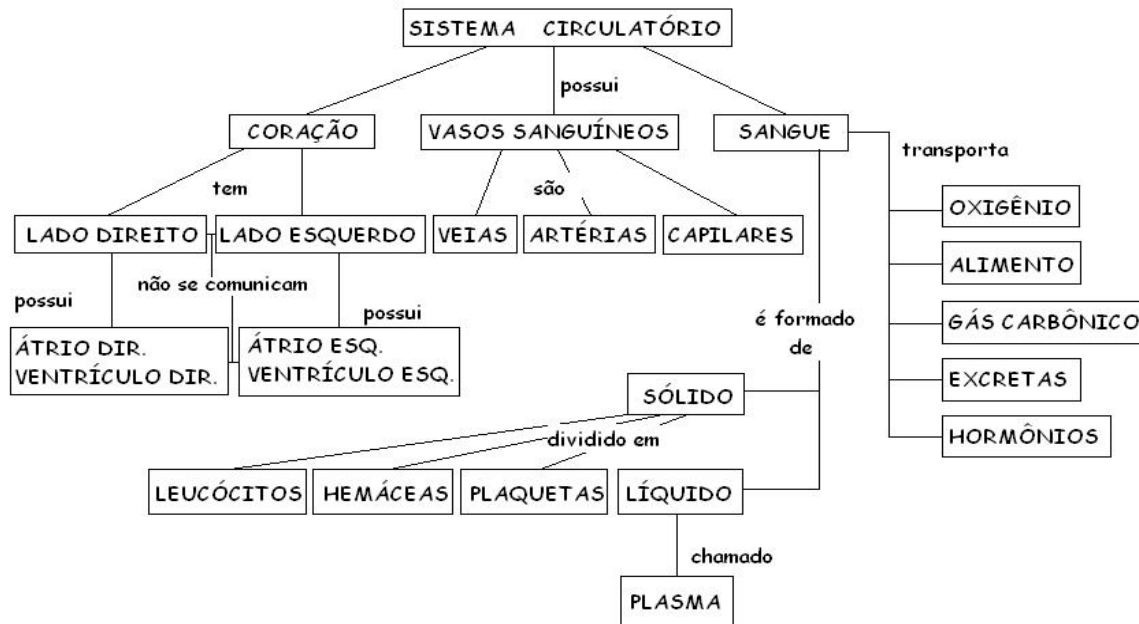


Fig. 8 – Mapa construído pelo aluno B no início da atividade (mapa apresentado por Nascimento et. al. 2008)



**Fig. 9- Mapa construído pelo aluno B após a conclusão da atividade.
(mapa apresentado por Nascimento et. al. 2008)**

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

A busca por uma educação científica de qualidade tem tornado-se ponto de honra para os educadores desta área. Assim programas de formação em serviço tornam-se a cada dia mais importantes para atingir esses objetivos. O problema de muitos desses programas é a manutenção da hierarquização existente em relação ao ensino superior quando comparado a educação básica. Diante disso, muitas das pesquisas que são desenvolvidas com o intuito de melhorar a qualidade da educação científica nunca chegam às escolas.

Essa pesquisa aponta que os mapas conceituais, inseridos na teoria da aprendizagem significativa, bem como a História da Ciência, quando articulados de forma correta, podem tornar-se um valioso aliado da educação científica.

Nossa pesquisa aponta que o mapa conceitual pode ser um instrumento capaz de evidenciar significados atribuídos a conceitos e relações entre conceitos no contexto de um corpo de conhecimentos, de uma disciplina, de uma matéria de ensino. O desenvolvimento de mapas conceituais na prática de ensino pode representar para o professor, a maneira como o aluno está construindo seu saber, é uma forma do aluno exteriorizar sua estrutura cognitiva e demonstrar como os novos conhecimentos estão se “ancorando” a ela.

No caso da História da Ciência, o papel que julgamos mais explícito em nossa aplicação foi o envolvimento dos alunos. Ao perceber que os conhecimentos científicos tem sua origem não a partir de gênios que simplesmente os “descobrem” mas que são sobretudo produtos de trabalhos árduos e em equipe, os alunos passam a sentir-se mais capaz de “aprender” biologia, o que por si só já pode ser considerado um excelente resultado.

Acreditamos que o professor ao ensinar tem a intenção de fazer com que o aluno adquira certos significados que são aceitos no contexto da matéria de ensino, que são compartilhados por certa comunidade de usuários. O ensino busca fazer com que o aluno venha também a compartilhar tais significados. Nossa pesquisa aponta que mapas de conceitos aliados ao uso da História da Ciência podem ser valiosos na consecução desse objetivo e podem fornecer informação sobre como está sendo alcançado.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. **A aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982.

BATISTA, I.L. O Ensino de Teorias Físicas mediante uma Estrutura Histórico-Filosófica. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 3, p. 461-476, 2004.

CAMPOS, M.C.; NIGRO, R.G. **Didática de ciências**: O ensino-aprendizagem como investigação. São Paulo: FTD Editora, 1999.

DELIZOICOV, N.C.; CARNEIRO, M.H.S.; DELIZOICOV, D. **O movimento do sangue no corpo humano**: do contexto da produção do conhecimento para o do seu ensino disponível em <www.fc.unesp.br/pos/revista/pdf/revista> Acesso em outubro de 2006.

GARRISON, F.H. **História de la Medicina**. México: Ed. Interamericana, 1966

KUHN, T.S. **A estrutura das revoluções científicas**. Chicago: University of Chicago Press, 1962.

LABURÚ, C.E.; ARRUDA, S. de M.; NARDI, R. Pluralismo metodológico no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 247-260, 2003.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E.D.A. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda, 1986.

MASSON, I. F. **História da Ciência**. São Paulo: Globo, 1962.

MATTHEWS, M.R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação In: **Caderno Brasileiro de Ensino de Física** Vol 12 no. 03, 1995

MOREIRA, M. A. ; ROSA, P. R. S. . Mapas conceituais. *Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis*, v. 3, n. 1, p. 17-25, 1986.

MOREIRA, M.A. Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa **O ENSINO**, Revista Galáico Portuguesa de Sócio-Pedagogia e Sócio-Linguística, Pontevedra/Galícia/Espanha e Braga/Portugal, N° 23 a 28: 87-95, 1988.

MCE – mapas conceituais na educação < disponível em >
<http://mapasconceituais.cap.ufrgs.br/mapas.php>

NASCIMENTO, E.G.do; MAMPRIM, M.I.de L. L.; LABURÚ, C.E.; BATISTA, I de L.

A história da ciência na aprendizagem do sistema circulatório. Atas do 2º. ENAS, Canela – RS, novembro, 2008.

NOVAK, J. D.. **A Theory of education.** Ithaca, N.Y., Cornell. University Press, 1977.

Piaget e Garcia (ano)

PORTO.C.C. et al. O sistema circulatório de Galeno a Rigatto. **Sociedade Brasileira de Cardiologia.** Disponível em < publicacoes.cardiol.br/caminhos/09/fig1.jpg > Acessado em 10/02/2007.

TEIXEIRA, Elder S; EL-HANI, Charbel N; FREIRE JUNIOR, Olival . Concepções de estudantes de Física sobre a natureza das ciências e sua transformação por uma abordagem conceitual do Ensino de Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, 1(3), 2001.

1 Bióloga, mestre em Ensino de Ciências e professora da rede pública do Estado do Paraná.

2 Bióloga, , Doutora em Educação Científica e Tecnológica e professora da Universidade Estadual de Londrina

3 Observe a indicação da presença de septos entre os lados direito e esquerdo do coração.

4 Nascido em Bruxelas, André Vesálio foi nomeado, em 1537, professor de Anatomia da Universidade de Pádua que representava uma expressão poderosa do movimento naturalista associado ao Renascimento.

5 Tempestade Cerebral - técnica por meio da qual o aluno expõe livremente suas idéias a respeito de um tema; nesta atividade teve a função de fazer emergir os conhecimentos prévios dos alunos.