

# **A construção do Sistema Circulatório na História e na Sala de Aula**

## **Construction of the Circulatory System in History and Classroom**

**Luciana Romeira de Jesus**

Universidade de São Paulo  
lucianabio2006@yahoo.com.br

**Jesuína Lopes de Almeida Pacca**

Universidade de São Paulo  
jepacca@if.usp.br

### **Resumo**

Este trabalho é parte de um projeto maior cujo objetivo é construir uma sequência didática para abordar o tema Sistema Circulatório, utilizando a História da Biologia como facilitadora do processo de ensino aprendizagem. A abordagem histórica e estratégias metodológicas adequadas devem constituir uma sequência didática que objetive a aprendizagem do conteúdo e seu significado conceitual e social. A sequência contará com textos sobre o desenvolvimento Histórico desse conhecimento; com experimentos específicos apresentando o Sistema Circulatório; e com dinâmicas de sala de aula que favoreçam a participação ativa dos estudantes e de interação contínua com o professor. O objetivo específico deste trabalho é analisar uma parte da sequência didática proposta em que os procedimentos e desenvolvimento das atividades em sala de aula pareceram facilitar a aprendizagem e a ressignificação de conceitos sobre Sistema Circulatório.

**Palavras chave:** ensino de biologia, história da ciência, sequência didática.

### **Abstract**

This paper describes part of a larger project which aims to the building up of a didactic sequence to deal with concepts of the circulatory system, using the history of Biology as an aid in the teaching-learning project. The historical approach and adequate methodological strategies should make up a didactic sequence that aims to subject learning and to its conceptual and social meaning. The sequence includes texts about the historical development with specific experiments presenting the circulatory system and classroom dynamics that might favor students participation and a continuous interaction with the teacher. The main purpose of this work is an analysis of part of the didactic sequence in which procedures and developments of classroom activities seem to favor learning and concepts resignification about the circulatory system.

**Key words:** History of science, biology teaching, instructional sequence.

## **A construção do Sistema Circulatorio na História e na Sala de Aula**

### **Introdução**

Atualmente muito se tem discutido a respeito da importância da Educação Científica. Dentre os argumentos para a necessidade dessa educação, está o de que a mesma possa contribuir na formação de futuros cientistas, além de auxiliar na formação de cidadãos críticos, que possam atuar em tomadas de decisões que envolvam conhecimentos científicos; ou ainda, que essa educação deva ser vista como direito de cidadania, uma vez que pode colocar o cidadão a par dos conhecimentos científicos dominados pela sociedade da qual ele faz parte. (CACHAPUZ, et al, 2005).

Diante de tantos argumentos a favor da Educação Científica, tem-se percebido nos últimos anos o aumento da preocupação e da oferta de cursos de conteúdo científico, tanto no âmbito formal (com o prolongamento do ensino obrigatório), quanto no informal (com uma variedade de divulgação científica) (DUARTE, 2004). No entanto, mesmo diante dessa maior oferta da Educação Científica, o que muitos estudiosos da área têm relatado é um claro fracasso no resultado desse investimento (MATHEWS, 1995).

El-Hani (2004) destaca que apesar das grandes transformações sociais dos últimos 60 anos, influenciadas principalmente pelos avanços científicos e tecnológicos, os currículos de Ciências praticamente não mudaram, e estão ainda hoje, retratando a prática científica de forma separada da sociedade, da cultura e da vida cotidiana, ignorando dimensão histórica e filosófica da Ciência.

Frente a esse fracasso de Educação Científica, muitos autores apontam para as limitações do Ensino de Ciências tradicional, e defendem a necessidade de novos currículos, contendo novas formas de se ensinar Ciências. Nesse contexto a inserção da História e Filosofia da Ciência nos currículos aparece como uma alternativa que pode contribuir na melhoria do Ensino de Ciências (MATTHEWS, 1995; GIL-PEREZ, 1993).

Matthews (1995) sintetiza os argumentos favoráveis presentes na literatura a esse respeito, ao defender que apesar de a História da Ciência não ter todas as respostas para a crise da educação científica, a mesma pode contribuir com sua superação, uma vez que tem o potencial para: humanizar as ciências conectando-as com preocupações pessoais, éticas, culturais e políticas; conectar o desenvolvimento do pensamento individual com o desenvolvimento das ideias científicas; tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas; por consequência, permitir o desenvolvimento do pensamento crítico; pode também contribuir para um entendimento mais efetivo de matérias científicas, uma vez que permite “superação do mar de falta de significação que se diz ter inundado as salas de aula de ciências, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem, a saber, o que significam”. Pode ainda melhorar a formação docente por permitir uma maior compreensão da natureza da Ciência, e ajudar o professor a compreender melhor as dificuldades de aprendizagem de seus alunos.

Existem na literatura muitos trabalhos relacionados à utilização da História da Ciência (HC) no Ensino. Mas em sua maioria, são trabalhos teóricos, que objetivam discutir as possíveis contribuições desse recurso didático. Sendo poucos os que se destinam a testar e avaliar as formas de se utilizar a HFC no ensino, são ainda em menor número os que focalizam especialmente formas de se utilizar a HC no ensino de conteúdos na área biológica.

## Objetivo

Este trabalho é parte de um projeto maior cujo objetivo é construir uma sequência didática para abordar o tema Sistema Circulatorio, utilizando a HC como facilitadora do processo de ensino aprendizagem. A abordagem histórica e estratégias metodológicas adequadas devem constituir uma sequência didática que objetive a aprendizagem do conteúdo e seu significado conceitual e social. A sequência contará com textos sobre o desenvolvimento Histórico desse conhecimento; com experimentos específicos apresentando o Sistema Circulatorio; e com dinâmicas de sala de aula que favoreçam participação ativa dos estudantes e a interação contínua com o professor.

Quanto ao objetivo específico deste trabalho, trata-se da análise de uma parte da sequência didática, em que os procedimentos e desenvolvimento das atividades em sala de aula pareceram facilitar a aprendizagem e a ressignificação de conceitos sobre Sistema Circulatorio.

## Referencial Teórico:

Este trabalho apoia-se fundamentalmente nas ideias de Astolfi (1999), que defende a aprendizagem a partir da identificação de obstáculos epistemológicos, e nesse contexto, o autor explora a questão do “erro” para a aprendizagem; e também nas interpretações de Macedo (1994), sobre as obras de Piaget. Segundo Macedo (1994), no construtivismo de Piaget a visão do erro como oposição ao acerto deve ser revista. Nessa perspectiva construtivista o desenvolvimento da criança esta marcado pela invenção e descoberta e não necessariamente por acertos ou erros (MACEDO, 1994). Do ponto de vista epistemológico, os erros muitas vezes constituem obstáculos também enfrentados na evolução histórica do conhecimento (BACHELARD, 1974), entretanto neste trabalho nos apoiaremos mais diretamente em Astolfi para dar conta do que ocorre na sala de aula.

Neste trabalho as crianças/estudantes tiveram espaço para explorar sua capacidade de invenção e descoberta. Durante as aulas de sondagem sobre as concepções prévias em vários momentos os estudantes foram questionados a respeito de fenômenos que não são corriqueiros em seu cotidiano, e por isso não tinham uma resposta já formulada, mas pensavam e inventavam um sistema explicativo para o questionamento. Além de permitir essa exploração da capacidade de invenção, os momentos de sondagens permitiram que o professor conhecesse melhor as ideias dos estudantes para futuramente explorá-las para facilitar a aprendizagem.

Astolfi (1999) analisa a percepção do erro na Ciência e na Educação. Na Ciência empírica com a “precisão das observações”, e positivista com o “rigor das deduções”, não haveria espaço para o erro na investigação científica, no entanto, essa visão segundo o autor pouco tem a ver com o desenvolvimento da Ciência real. É no sentido de contribuir com a superação dessa ideia de não haver espaço para o erro no fazer científico que este trabalho caminha. Pretende-se que os estudantes reconheçam os erros na atividade científica e em seus sistemas explicativos, para que assim, a aprendizagem caminhe em direção à superação dos erros.

Astolfi (1999) categoriza vários tipos de erros, uma deles é o Erro resultado das concepções prévias dos alunos, que é pertinente para o trabalho em questão. O autor propõe a análise das representações e dos obstáculos subjacentes ao conceito estudado, com trabalhos de escuta, de tomada de consciência envolvendo os alunos.

É difícil para o professor compreender os erros de seus alunos, uma vez que cada um tem suas referências, e não possuem o mesmo sistema lógico de raciocínio e usam conceitos diferentes entre si (Astolfi, 1999). Essa dificuldade em compreender o que é dito pelo outro fica bem expressa também em Maturana e Varela (1995), que defendem que:

...toda experiência cognitiva envolve aquele que conhece de uma maneira pessoal, enraizada em sua estrutura biológica. E toda experiência de certeza é um fenômeno individual, cego ao ato cognitivo do outro, em uma solidão que, (...), é transcendida somente no mundo criado com esse outro (pg. 46).

Pensando assim percebemos que de nada adianta que o professor fique com suas certezas tentando “passá-las” para os estudantes, pois estes também possuem as suas certezas. Faz-se necessário a construção de um ambiente em que ambos os envolvidos nesse processo de ensino aprendizagem sejam ouvidos, e que suas ideias sejam discutidas, para que dessa forma um possa compreender o outro, para talvez modificar suas certezas.

Para Astolfi (1999), considerar o erro como defeitos formais do trabalho acaba impedindo a compreensão de sua essência, e não se percebe sua potencialidade e suas possibilidades. É importante que eles sejam vistos como formas de se encontrar as dificuldades dos estudantes, e não como um “ritual corretor sem perspectiva de acabar com o erro”. Quanto ao momento de abordar o aluno, o autor descreve que, se no fim do processo for dito ao estudante que o que ele produziu não é conveniente, este pode se sentir enganado e se desmotivar, assim como, se a comunicação do erro for dita muito prematuramente, corre-se o risco de fazer com que o estudante priorize o domínio dos conhecimentos finais, aos quais ele está tentando apropriar-se com dificuldade. O interessante é um equilíbrio, em que se tente animar os estudantes sendo sincero com ele; que se tenha maior tolerância com os erros, ainda que somente durante o tempo necessário para compreendê-los e analisa-los. Essa é uma forma de situar-se estrategicamente e pensar em meios de tratar os erros realmente (ASTOLFI, 1999).

Ainda segundo este autor, na Ciência existe um mecanismo de explicação da atividade científica que é incapaz de explicar sua própria experiência. Isso porque a apresentação lógica do método científico tem como foco comunicar os resultados, e não descrever a forma de alcançá-los. O mesmo acontece na escola, quando utilizando métodos transmissivos o professor espera que seus alunos memorizem conteúdos de livros textos que apresentam resultados dos saberes, e com linguagens que não são acessíveis a quem não percorreu determinado caminho para a construção desse conhecimento (ASTOLFI, 1999), pensando assim, pretende-se fazer com que o aluno se aproprie do caminho para o estabelecimento de determinado conceito.

Para o processo de superação do erro é fundamental que o professor torne o erro um “observável” pelo aluno (MACEDO, 1994). De alguma forma o professor tem que evidenciar o erro do estudante, mas sem defini-lo, como algo errado a ser consertado. Quem deve chegar a essa conclusão é o próprio estudante, ao professor cabe apenas à condução do processo.

Para Astolfi (1999), ocorre com os estudantes (no processo de aprendizagem), algo equivalente ao que Thomas Kuhn chamou de mudança de paradigma na História de Ciência (HC). A mudança de paradigma não significa necessariamente a vitória da verdade sobre o erro e sendo assim, é necessário o rompimento com a “ideologia do progresso”, que considera a “História dos conceitos como um progresso linear com sucessivas vitórias da implacável verdade”.

É importante no ensino uma abordagem Histórica das ideias, ou seja, uma reflexão epistemológica que se interessa pelos métodos, princípios e conclusões de uma Ciência. Assim pode-se dar dupla função ao ensino científico: dar aos alunos chaves essenciais para responderem questões científicas e técnicas em sua vida cotidiana, e promover uma aproximação aos métodos de pensamento do fazer científico. Deve-se ter cuidado ao tratar a aprendizagem como algo sequencial de forma hierárquica, esperando que os estudantes tenham alguns requisitos prévios para compreender alguns conceitos; o interessante é trocar essas condições requeridas para condições de possibilidade, partir do que o estudante sabe (ASTOLFI e DEVELAY, 1991).

## **Metodologia de pesquisa:**

Para a construção da sequência didática, primeiramente foi construído um roteiro prévio, que foi aplicado a uma turma de 5ª série do ensino fundamental em um curso piloto. A partir da análise dos materiais oriundos desse curso (gravação de áudio das aulas, anotações feitas pela professora, registros escritos e relatos dos estudantes), constituiu-se uma sequência didática, onde a História da

Ciência é utilizada no ensino como constituinte essencial das atividades didáticas, capaz de levar a compreensão do conteúdo estudado e dos caminhos percorridos durante seu desenvolvimento histórico.

Neste trabalho em específico esta sendo analisado o acoplamento de dois instrumentos didáticos, que são os textos históricos e os experimentos específicos de um momento da Sequência Didática. Inicialmente há uma sondagem das concepções prévias dos estudantes, em seguida aulas práticas e por fim os alunos entram em contato com texto baseados em originais da História da Ciência, contendo ideias de diferentes pensadores a respeito do Sistema Circulatório. Esses textos foram construídos a partir de obras originais de Aristóteles e Harvey, e obras secundárias de Hipócrates, Galeno.

## **Resultados e Discussão:**

Em uma aula inicial do curso piloto foi feito um levantamento das concepções prévias dos estudantes a respeito do Sistema Circulatório (em uma discussão geral na sala de aula). Algumas dessas concepções estão a seguir.

- “Uma das funções do sangue é ajudar a manter o corpo quentinho”. Essa relação entre o sangue e a manutenção da temperatura, está presente na obra de Aristóteles intitulada “*Historia Animalium*”, em que o autor separa os animais em sangue quente e sangue frio (ARISTÓTELES, 343 a. C.). Mas os alunos até esse momento não haviam tido contato com essas ideias.
- “As veias transportam sangue e as artérias transportam ar”. Mas uma vez suas ideias correspondem às encontradas na literatura histórica - Hipócrates defendeu durante muitos anos essa ideia.
- “O coração tem como função produzir e bombear o sangue”. Suas ideias aqui correspondem novamente às defendidas por Aristóteles, que argumentava que o coração tinha a função de produzir sangue (ARISTÓTELES, 343 a. C.). Já a ideia de bombear o sangue estaria tanto próxima as de Aristóteles quanto das atuais.

Em uma atividade seguinte eles puderam manipular corações de galinha, sem uma interferência direta do professor no sentido de transmitir algum conhecimento especializado. A atividade possibilitou que eles confirmassem algumas de suas concepções como a de que existiriam ar e sangue no coração, e que a entrada de ar era feita pelas artérias. Isso ocorre porque, ao analisar o coração da galinha, os maiores vasos sanguíneos, que para os estudantes correspondem às artérias encontram-se vazios, uma vez que seu conteúdo de sangue foi perdido poucos instantes antes de sessarem as batidas do coração.

O professor deve conhecer as ideias de seus alunos, e também os obstáculos ao que ele pretende ensinar, para poder orientar a superação desses obstáculos. Sem isso, algumas atividades podem até reforça-los.

É importante ressaltar que nessa aula prática, além de corroborarem as observações defendidas antes, eles também fizeram algumas descobertas pertinentes para a aprendizagem:

\*\* “Existe gordura no coração” - isso permitiu abordar a questão da importância de uma boa alimentação para um bom funcionamento do coração;

\*\* “As artérias são elásticas” - assim pode-se trabalhar a função das artérias e a relação com sua elasticidade, uma vez que ela é elástica para poder receber o sangue com toda a pressão ao sair do coração;

\*\* “A função dos buracos no coração é deixar passar o sangue” – a observação das cavidades permitiu distinguir e explicar as funções do coração;

\*\* “Um lado do coração é opaco e o outro translúcido” - Permitiu explicar a função de cada lado do coração, ressaltando a diferença entre a pequena e a grande circulação.

Após a sondagem das concepções prévias dos alunos e a manipulação de material biológico (coração de galinha), os alunos tiveram contato com algumas ideias de pensadores de modelos explicativos para o Sistema Circulatório. Os textos escolhidos (de Hipócrates, Aristóteles e Galeno) procuraram apresentar as ideias de uma época e as transformações e conflitos até chegar o modelo mais próximo do atual (modelo de Harvey). Após a leitura e compreensão dos textos em uma aula seguinte os estudantes tiveram contato com as ideias de Harvey, que foram apresentadas a eles pela professora, mas sem se destacar qual seria o modelo mais aceito hoje; o que só foi feito bem mais tarde após outra aula prática, desta vez diferente da prática anterior, explicativa.

Em relação a Hipócrates o texto apresentado a eles foi o seguinte:

- ❖ *“Hipócrates (460 a. C.) ensinava aos seus discípulos que o coração era dividido em cavidades, algumas delas separadas por válvulas e que a coloração do sangue diferia nas cavidades direitas e esquerdas. Descreveu as veias como sendo os vasos que conduziam o sangue, mas ensinava que as artérias eram os canais responsáveis pela distribuição do ar no organismo”.*

Após lerem o texto os alunos deviam dizer se concordavam ou discordavam das ideias, e por que. Algumas das respostas podem ser vistas abaixo:

“Concordo, porque o sangue com O<sub>2</sub> é vermelho e o sangue com CO<sub>2</sub> é azul”;

“Concordo, porque as artérias puxam o ar para nós sobrevivermos, e o sangue fica nas veias transmitindo as vitaminas”.

Identificação dos Erros: temos a ideia de existência de duas cores de sangue; e as artérias como sendo vasos que transportam ar.

Em relação a Aristóteles o texto apresentado a eles foi o seguinte:

- ❖ *“Aristóteles (322 a. C.) afirmava que no coração, concentrava-se a vida, a fonte de calor e das sensações. Para ele o sangue era produzido no coração, e partiria por vasos sanguíneos que distribuíam o sangue pelo corpo. Os ligeiros movimentos do coração de “empurrar e retrain” eram transmitidos a outras partes do corpo através de fibras a ele conectadas”.*

Respostas dos estudantes

“Concordo que o coração produz o sangue e que é a fonte de calor e das sensações”.

Identificação do Erro: O coração como produtor do sangue.

Em relação a Galeno o texto apresentado foi o seguinte:

- ❖ *“Galeno (129-217) se contrapôs a alguns de seus antecessores como, por exemplo, Aristóteles, ao defender que os vasos partiam do fígado e não do coração. E também por acreditar que no interior das artérias havia sangue, e não ar. Galeno acreditava que o coração possuía 4 cavidades. Para ele o sangue se movimentava num sistema aberto, com início e fim, passando uma única vez pelo coração, os vasos sanguíneos partiriam do fígado, local onde o sangue seria produzido constantemente. O sangue sairia do fígado, através de vasos (Veia cava), com destino à cavidade direita do coração, onde as impurezas eram retiradas na forma de vapor, e levadas para o pulmão através de um vaso sanguíneo. O sangue purificado continuaria no sistema de vasos, e uma pequena porção era perdida para o lado esquerdo do coração através de poros existentes entre as duas cavidades inferiores do coração. No lado esquerdo do coração o sangue se misturaria com o ar do mundo exterior (vindo dos pulmões), se transformando no espírito vital (sangue arterial) que era distribuído pelo corpo através das artérias. Para Galeno o sangue partiria do fígado em direção a região do organismo que necessitasse de nutrição, e chegando nesse local o sangue seria consumido para nutrição.”*

As ideias que surgiam estão abaixo:

“Concordo que o coração tenha sangue, mas também tem um pouco de ar”;

“Discorda, o coração tem 5 e não 4 cavidades”;

“Concorda que no lado esquerdo do coração o sangue se misture com o ar”;

“Discorda, artéria não tem sangue”;

“Não concorda que o sangue se movimenta em um sistema aberto, e não volte mais, porque ele volta para se transformar em sangue novo”.

Identificação dos Erros: Existência de ar no coração; coração com 5 cavidades; coração e artéria contendo ar; sangue velho se transformar em sangue novo.

Após a identificação dos erros dos estudantes o professor pode encaminhar discussões para avançar na construção de um modelo para o Sistema Circulatório, tornando o erro um observável pelo aluno. Desta forma as chances de superação do erro do aluno são maiores, uma vez que se parte de como ele compreende para como se quer ele compreenda. No curso em questão após as discussões e aula prática no sentido de reconhecimento e superar os erros dos estudantes acredita-se que vários deles tenham sido superados, uma vez que nas atividades finais do curso foi possível identificar na escrita dos estudantes, os conceitos mais aceitos hoje, como destacados abaixo:

1. “Harvey e Galeno estavam certos em dizer que o coração tem 4 cavidades”;
2. “Acreditava que dentro dos riscos eram cavidades mas eram veias”;
3. “Eu acreditava que o coração tinha menos cavidades, mas descobri que tem 4 cavidades”;
4. “Hipócrates acreditava que as artérias levavam ar, já Harvey acreditava que elas levavam sangue para o corpo, passava para os capilares e os capilares levavam até as veias”;
5. “Descobri que o coração não produz sangue, o coração só bombeia”;
6. “A função do coração é bombear o sangue”;
7. “Artérias são vasos que levam o sangue até o corpo”;
8. “Veias são vasos que trazem o sangue novamente para o coração”;
9. “As artérias não carregam ar só carrega sangue”;
10. “Harvey, diferente de Hipócrates falava que o sangue só tinha uma cor, que era vermelha”.

O que se pode perceber é que eles corrigiram suas ideias para um modelo mais atualizado (1, 2, 3, 5, 6, 7, 8 e 9). E em algumas falas ficam bem evidentes o reconhecimento do próprio erro (2, 3 e 5). As análises dos trabalhos finais nos permite dizer que eles pareceram compreender mais claramente, tanto a estrutura anatômica como a fisiologia do Sistema Circulatório (1, 2, 3, 5 e 10). E, além disso, puderam conhecer um pouco mais sobre a História da Ciência.

## Conclusões:

É perceptível que existe uma forte relação entre as ideias dos estudantes e as encontradas na literatura histórica a respeito desse conteúdo. Mesmo cientes dos contextos distintos entre os alunos e os pensadores do Sistema Circulatório, acreditamos que a relação entre essas ideias possam contribuir em vários aspectos com a aprendizagem. Primeiro porque ao entrar em contato com as ideias desses pensadores os estudantes se identificam, sentem suas ideias valorizadas, o que contribui para que se sintam mais motivados em aprender sobre o assunto e em conhecer mais sobre a evolução histórica dos modelos. Segundo porque permiti aproximar as explicações dos estudantes à ideia de que a Ciência constrói modelos que devem concordar com as observações, e que essas não estão isentas da subjetividade do observador. Terceiro porque ao tentar mostrar os pontos falhos das ideias dos pensadores, por consequência colocam-se em evidencia os pontos falhos das ideias dos próprios estudantes, e isso ajuda aos mesmos a reconhecerem que a forma como pensam pode não representar a melhor maneira de explicar determinado conceito. Quarto porque ao mostrar pontos falhos nas ideias dos pensadores, destaca-se que o erro é algo presente na Ciência (como destacado por Astolfi), e isso contribui para uma melhoria na compreensão da natureza da Ciência, e na aceitação do próprio erro.

Analisando a pesquisa e os resultados da aprendizagem, as conclusões apontam para duas direções: uma avaliação da sequencia didática e o que os estudantes aprenderam.

Quanto à reformulação da Sequência didática, se faz necessário algumas modificações para que ela se estabeleça: em relação ao número de aulas que foi maior que o previsto; em relação à História da Ciência, pretende-se abordar um pouco mais questões sociais da época em que viveram os pensadores; bem como fornecer condições para uma aula final integrando os sistemas do corpo; e apresentar alguns experimentos de Harvey.

O que os estudantes aprenderam foi constatado nas manifestações durante as aulas e nos relatos dos trabalhos finais, que foram apresentados anteriormente. Os estudantes expressaram ideias que representam uma evolução na compreensão do Sistema Circulatório como um modelo com várias funções que explicam as observações encontradas por eles.

A sequência deve sofrer alterações para melhorar o desenvolvimento, mas a combinação de textos da História da Ciência com experimentos, acompanhados de discussões com a participação dos estudantes parece ter favorecido a aprendizagem e nos permite considerar essa forma de utilizar a História da Ciência produtiva e adequada.

## **Bibliografia:**

CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D.; CARVALHO, A.M.P.; VILCHES, A. (org). **A Necessária Renovação do Ensino das Ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

DUARTE, M. C. **A História da Ciência na prática de professores portugueses: implicações para a formação de professores de Ciências**. *Ciência & Educação*, v. 10, n. 3, p. 317-331, 2004.

MACEDO, L. **Ensaio Construtivista**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1994.

MATTHEWS, M. R. **História, Filosofia e Ensino de Ciências: A Tendência Atual de Reaproximação**. *Cadernos Catarinenses de Ensino de Física*, Florianópolis. v. 12, n.3, p.164, 1995.

EI –HANI, C. N. **Concepções Epistemológicas de Estudantes de Biologia e Sua Transformação por uma Proposta Explícita de Ensino Sobre História e Filosofia das Ciências**. *Investigações em Ensino de Ciências – V9(3)*, pp. 265-313, 2004.

GIL-PÉREZ, D. **Contribución de la Historia y de la Filosofia de las Ciencias al Desarrollo de un Modelo de Enseñanza/Aprendizaje com Investigación**. *Enseñanza de las ciencias*, v.11, n.2, 1993 p. 197/212.

ASTOLFI, J. P.; DEVELAY, M. A. **Didática das Ciências**. 2ª ed. Campinas: Papirus, 1991.

ASOLFI, J. P. **El “Error”, um Médio para Enseñar (Gaston Bachelard e Jean Piaget)**. 1ª ed.,Espanhã: Díada, 1999.

MATURANA, H. e VARELA, F. **A árvore do conhecimento - As bases biológicas do conhecimento humano**. São Paulo: Ed. Palas Athena, 2004.

ARISTÓTELES. **História dos Animais Livros I-VI**. Edição: Imprensa Nacional-Casa da Moeda. Concepção gráfica: Branca Vilallonga (Departamento Editorial da INCM) Revisão do texto: Paula Lobo. Tiragem: 800 exemplares. Data de impressão: Janeiro de 2006.

HARVEY, W. **Estudo Anatômico Sobre o Movimento do Coração e do Sangue nos Animais**, 1628. Tradução: Rebollo, R. A. São Paulo 1999.

REBOLLO, R. A. **O Legado Hipocrático e sua Fortuna no Período Greco-romano: de Cós a Galeno**. *Scientiae studia*, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 45-82, 2006.

BACHELARD, G. **A filosofia do não**, in *Os Pensadores XXXVIII*. São Paulo, editora: Abril Cultural, 1974.