

A ANALOGIA “CORÇÃO BOMBA” NO CONTEXTO DA DISSEMINAÇÃO DO CONHECIMENTO

Nadir Castilho Delizoicov

Programa de Pós-Graduação em Educação - Universidade do Oeste de Santa Catarina
UNOESC

Grupo de Estudos e Pesquisa em Ensino de Ciências Naturais - GEPECISC – UFSC
ridanc@hotmail.com

Edel Ern

Programa de Pós-Graduação em Educação - UFSC
edelern@matrix.com.br

Resumo

O trabalho aborda aspectos da formação e da prática de professores de ciências e de biologia. Foram analisados livros utilizados na formação acadêmica relativos às disciplinas de Anatomia e de Fisiologia Humana, com a finalidade de se identificar características que envolvem a veiculação de conteúdos referentes ao sistema sangüíneo, com especial ênfase ao uso da analogia “corção-bomba”. Livros didáticos destinados ao ensino fundamental e ao ensino médio também foram analisados. Professores desses dois níveis de ensino foram entrevistados com o objetivo de se obter informações a respeito da própria formação inicial, assim como dos problemas por eles enfrentados em sala de aula quando da abordagem de conteúdos relativos ao movimento do sangue no corpo humano e, em particular quando da utilização da analogia “corção-bomba”. A entrevista semi-estruturada foi mediada por dois textos: um extraído de um livro didático do ensino fundamental e o outro de um livro do ensino médio. Os resultados das análises realizadas, tanto nos livros quanto nas entrevistas, deixaram evidente que na disseminação do conhecimento não é considerada a gênese da analogia “corção-bomba”, o que compromete o entendimento da mesma. Considera-se que a inserção da história e filosofia da ciência, mais precisamente a história e a análise epistemológica do conceito de movimento do sangue no corpo humano, na formação de docentes poderia minimizar os problemas apontados neste trabalho, bem como ajudaria professores e alunos a melhorarem as respectivas compreensões da natureza do empreendimento científico.

Palavras-chave: Formação de professores; Sistema sangüíneo; História da Ciência.

Introdução

As analogias estão ligadas à cognição humana e são, com frequência, utilizadas na explicitação de um pensamento ou de um determinado conhecimento. Nas várias áreas do conhecimento das ciências naturais encontramos analogias imiscuídas nos conteúdos. Muitas delas tiveram as respectivas gêneses permeadas pela visão de mundo da época em que foram elaboradas. A comparação da função do corção com a função de uma bomba hidráulica, por exemplo, emergiu no início da Ciência Moderna sob uma visão mecânica do mundo.

O uso de analogias no processo de ensino aprendizagem vem sendo, há tempos, objeto de estudo de pesquisadores da área de ensino das ciências naturais. Particularmente dos anos 90 em diante DUIT (1991), THAGARD (1992), LAWSON (1993), DAGHER (1994), GINESTE e GILBERT (1995), SUTTON (1996), CARNEIRO (1997), VENVILLE e TREAGUST (1997), GLYNN e TAKAHASHI (1998), AYRES; SELLES e REZNIK (2000),

dentre outros, têm destacado tanto o caráter facilitador como as dificuldades que necessitam ser enfrentadas por professores e por autores de livros quando da utilização de analogias.

A analogia “coração-bomba”, amplamente encontrada em conteúdos da biologia, apresenta problemas para o processo ensino–aprendizagem, conforme análise realizada em livros do ensino superior, médio e fundamental. A forma como professores de ciências e de biologia lidam, no cotidiano escolar, com tal analogia é também abordada neste trabalho. Considera-se, ainda, a contribuição que a inserção da história e filosofia da ciência na formação de professores de biologia, quer inicial quer continuada, pode fornecer para minimizar alguns dos problemas enfrentados na compreensão e no emprego da analogia em questão.

A disseminação da analogia nos livros

Três livros didáticos destinados ao ensino fundamental; cinco utilizados no ensino médio e três no ensino superior, foram analisados (DELIZOICOV, 2002).

Os livros relativos ao ensino fundamental foram selecionados a partir do “Guia de Livros Didáticos – Programa Nacional do Livro Didático – GLD-PNLD”, 1999. Aqueles destinados ao ensino médio foram extraídos da bibliografia sugerida para os exames vestibulares entre os anos de 1999 a 2002.¹ Os manuais utilizados no ensino superior foram aqueles indicados por professores do ensino fundamental e do ensino médio, componentes de uma amostra que foi investigada, conforme será visto mais adiante.

Os resultados das análises (DELIZOICOV, 2002) mostraram que a analogia “coração bomba” é amplamente empregada com o objetivo de indicar o papel do coração na movimentação do sangue. No entanto, detectou-se sérios problemas no seu uso. Um deles refere-se à ausência do desenvolvimento de um raciocínio analógico, uma vez que não são estabelecidas as relações de paridade entre o órgão e o artefato, a analogia é apenas apresentada. Outro problema diz respeito à falta de referência explícita ao tipo de bomba com a qual o coração está sendo comparado. Notou-se, ainda, a ausência de uma contextualização histórica sobre a gênese da analogia “coração–bomba”. Esta última característica da disseminação do conhecimento foi encontrada nos livros dos três níveis de ensino. Os resultados mostraram, ainda, que um maior nível de detalhes e maior uso de nomenclatura específica, presentes nos conteúdos dos livros do ensino médio, marcam a grande diferença entre estes e os livros do ensino fundamental. Os conteúdos e a forma como os mesmos são veiculados, a linguagem e as ilustrações marcam a grande semelhança entre os livros destes dois níveis de ensino.

Os livros didáticos analisados apresentam, entre eles, os mesmos problemas relativos à veiculação da analogia “coração–bomba”. Aqueles cujas edições compreenderam o período entre os anos de 1998 a 2001, não apresentaram alterações quanto aos aspectos analisados.

No que se refere aos manuais examinados, destinados à formação docente, há diferenças na apresentação do conteúdo. Em um deles encontra-se explicitado o que se deseja comparar, o que ajuda o leitor na compreensão do conteúdo, como segue abaixo,

As características estruturais e funcionais do sistema cardiovascular podem ser avaliadas por medidas geralmente aplicadas a qualquer sistema mecânico hidráulico. A forma, os deslocamentos e forças gerados pela bomba, bem como as principais características mecânicas do sistema de vasos e do sangue, podem ser analisados em termos de variações de

¹ Particularmente os constantes no manual do vestibular da UFSC.

dimensões, pressões e fluxos (FRANCHINI, 1999, p. 398, in: DELIZOICOV, p.186, grifo nosso).

É afirmado que o coração desempenha o papel de uma bomba hidráulica e não o de qualquer outro tipo de bomba que se possa imaginar. Está explicitado porque é possível estabelecer a comparação do coração a uma bomba hidráulica. São leis da mecânica, particularmente da mecânica dos fluídos, que sustentam as explicações do movimento sanguíneo, há, assim, uma precisão na informação.

Entretanto, a omissão de detalhes deste tipo nos livros didáticos pode levar o aluno a interpretações inadequadas e/ou a memorizar a informação sem compreendê-la, considerando-a somente para as avaliações.

Já a citação abaixo extraída de um outro manual destinado ao ensino superior, poderia ser apontada como uma possível fonte para os livros do ensino fundamental e médio. A forma como o conteúdo é apresentado é muito semelhante ao que encontrou-se nos livros didáticos analisados.

... o sistema circulatório ... serve para transportar e distribuir substâncias ... para remover os produtos provenientes do metabolismo ... O sistema cardiovascular que realiza essas tarefas é constituído por uma bomba, uma série de vasos de distribuição e de coleta, e por um extenso sistema de finos vasos ... (LACCHINI e IRIGOYEN, 1999, p. 326, in DELIZOICOV, N. 2002, p. 187, grifo nosso).

Se a informação anterior pode constar de manuais destinados ao ensino superior, a sua transposição para livros do ensino fundamental e médio requer procedimentos que a torne compreensível para os alunos destes níveis de ensino.

A forma como os docentes atuantes no ensino fundamental e médio lidam com os problemas detectados nos livros didáticos, durante o processo de ensino-aprendizagem, bem como aspectos relativos à formação acadêmica dos mesmos são apresentados na seqüência.

A disseminação da analogia na formação docente

Tendo como uma das finalidades a obtenção de informações sobre a abordagem do sistema sanguíneo humano durante as aulas de Fisiologia e de Anatomia Humana no Curso de Formação inicial do professor de Biologia², uma amostra de seis professores, sendo três atuantes no ensino fundamental e três no ensino médio, que concluíram a formação no período compreendido entre os anos de 1988 a 2000, foram entrevistados (DELIZOICOV, N. 2002).

Por ocasião da entrevista com exceção de um professor os demais estavam em formação continuada³, o que caracterizou uma amostra intencional. O tempo desses docentes na atividade profissional variou entre um mês e quinze anos. Com exceção de um professor que estava no início da carreira docente, os demais já haviam lecionado em todas as séries do ensino fundamental e do ensino médio. Todos estavam atuando na rede pública de ensino, municipal e estadual.

Os resultados da análise das entrevistas (DELIZOICOV, N. 2002) evidenciaram que os professores tiveram aulas de Fisiologia e de Anatomia Humana com docentes ligados ao curso de medicina. Os livros indicados para o aprofundamento dos conteúdos eram, também,

² Oriundos do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.

³ Promovida pela Secretaria de Educação Municipal de São José – Município da Grande Florianópolis.

os mesmos utilizados pelos estudantes de medicina. As aulas das duas disciplinas foram ministradas de forma semelhante para os seis professores. As aulas eram compostas por exposição de conteúdos, cuidadosos desenhos no quadro negro; apresentação de experiência em vídeos e/ou dissecações realizadas em animais; práticas laboratoriais; exame de peças anatômicas e aprofundamento dos conteúdos através dos manuais indicados na bibliografia fornecida.

Os professores entrevistados declararam que os respectivos docentes das disciplinas de Anatomia e de Fisiologia ao abordarem um determinado sistema do corpo humano faziam referência a outros, com o objetivo de mostrar a integração existente entre os diversos órgãos e sistemas. No que diz respeito ao papel desempenhado pelo coração na movimentação do sangue era utilizada a analogia “coração-bomba”. No entanto, esta analogia era apenas apresentada sem qualquer referência à sua gênese. Aspectos históricos sobre as interpretações, que sucederam-se, sobre o movimento do sangue no corpo humano não foram considerados em nenhuma das duas disciplinas. Os professores declararam não terem cursado qualquer disciplina sobre a história e filosofia da ciência.

A disseminação da analogia na atuação docente

Dois textos extraídos dos livros analisados, um do ensino médio e o outro do ensino fundamental foram selecionados para comporem os respectivos instrumentos para a realização de entrevistas semi-estruturadas, com os professores dos dois níveis de ensino.

No momento inicial da entrevista o professor forneceu seu parecer sobre o texto, previamente por ele examinado. O texto constituiu-se em um elemento desencadeador do diálogo entre o professor e a pesquisadora. Este procedimento permitiu ao professor falar livremente, sobre algo que lhe era familiar e à pesquisadora perceber e explorar tendências espontâneas para a obtenção dos dados desejados. As questões introduzidas tiveram por finalidade obter informações sobre aspectos da formação inicial bem como da prática docente, no que se refere à abordagem do movimento do sangue no corpo humano com especial ênfase ao uso da analogia “coração-bomba”.

Os resultados da análise das entrevistas (DELIZOICOV, N. 2002) evidenciaram que, de forma geral, os professores ao discutirem o sistema sangüíneo humano com seus alunos procuram reproduzir aspectos da própria formação acadêmica. Assim como na formação inicial os professores, tanto do ensino fundamental quanto do ensino médio, declararam que informam aos alunos que o coração funciona como uma bomba cuja finalidade é a de movimentar o sangue. Procuram também relacionar os vários sistemas do corpo humano com o objetivo de mostrar a integração entre os mesmos.

[o (a) professor(a)] ... *sempre desenhava, trazia giz colorido, muito parecido com o que eu faço ... eram bonitos ... gravei até hoje a imagem dos desenhos ... eu faço igual ...* (Prof. B, in: DELIZOICOV, N., 2002, p. 193, grifo nosso)

Um professor do ensino fundamental salientou que somente se deu conta do uso da expressão “bomba”, quando se preocupou em examinar o texto mais atentamente por ocasião da entrevista.

A impressão que dá quando tu fala de bomba é uma coisa que explode ... para a gente pode parecer uma coisa boba mas para o aluno faz diferença ... uma bomba pronta imbatível ... Acho que o aluno tem uma noção de como

funciona uma bomba ... eu não comparo com nada ... eu não estou falando como funciona uma bomba ... eu uso o termo e provavelmente para o aluno passa despercebido ... (Prof.B, in: DELIZOICOV, N., 2002, p. 159, grifo nosso).

A apresentação da analogia “coração–bomba” de forma descontextualizada historicamente deixa o leitor livre para imaginar a bomba que ele quiser. Se de um lado este procedimento tem a vantagem de estimular a criatividade por parte de professores e alunos, por outro lado corre-se o risco de associações inadequadas, as quais dificultam o entendimento da real função do coração na movimentação do sangue, conforme a posição de um dos professores do ensino fundamental, que segue abaixo.

... uma poderosa bomba me pareceu uma expressão bélica ... imagina uma bomba dentro do teu peito parece que vai estourar a qualquer hora (Prof. A, in: DELIZOICOV, N., 2002, p.159, grifo nosso).

Um professor do ensino médio, ao abordar o papel do coração na movimentação do sangue, associou o termo bomba a um artefato que executa força capaz de gerar movimento.

*O coração é como uma bombinha, como o motor de um carro ... os alunos entendem que a **bomba** é algo para ter **força** ... e eles relacionam bombinha com o motor do carro ... da máquina de fazer cimento que ajuda a fazer força (Prof. F, in: DELIZOICOV, N., 2002, p 161, grifo nosso).*

A forma como os professores dos dois níveis de ensino enfrentam os problemas decorrentes da apresentação da analogia “coração – bomba”, na atuação docente são muito semelhantes. Tal semelhança pode decorrer da formação acadêmica uma vez que todos são oriundos de uma mesma Instituição, ainda que formados em épocas distintas.

Os professores desprovidos de conhecimentos sistematizados, distintos daqueles contidos nos livros didáticos, acabam por reproduzir o que está no livro, bem como aspectos da própria formação inicial.

Os procedimentos desses professores se justificam na medida em que a formação inicial tem peso considerável na atuação docente. É da formação que se extraem e se imitam os modelos (FLECK, 1986). No entanto, se por um lado há esta tendência, por outro não necessariamente ela se perpetuara, uma vez que há a possibilidade de que transformações venham a ocorrer na forma de pensar e de agir. A formação continuada destes professores apresenta-se como uma forte possibilidade de levá-los a alterar o estilo de pensamento pedagógico, conforme argumentado em DELIZOICOV, N. (1995). Mas, as necessárias transformações precisam ocorrer também na formação inicial do professor.

Considerações

A crítica relativamente fraca, ou mesmo ausente, dos professores no que diz respeito à analogia “coração-bomba” ficou caracterizada quando da comparação estabelecida entre órgãos e objetos, presente no texto por eles examinado. Os procedimentos a serem implementados quando da elaboração de analogias são negligenciados pelos livros didáticos e pelos professores. Semelhantemente aos manuais e aos livros didáticos, os docentes desconsideram aspectos históricos relacionados à gênese da analogia “coração-bomba”. Por

sua vez, a formação acadêmica não considerou a dimensão histórica e epistemológica do processo de produção do conhecimento científico.

Os conteúdos relativos ao sistema sanguíneo têm como característica, tanto nos livros didáticos e manuais quanto na formação docente, a completa ausência do contexto da sua produção, gerando, assim, problemas como os que foram apontados no decorrer deste trabalho.

Cláudio Galeno (c.130-200) considerado um dos mais importantes médicos da Idade Antiga e William Harvey (1578-1657) denominado o “Pai da Fisiologia Moderna”, são nomes ligados às interpretações sobre o movimento do sangue no corpo humano que sucederam-se historicamente, não estão presentes na disseminação do conhecimento, ou seja, nem nos livros e nem na formação docente. A interpretação de Galeno, que perdurou por mais de um milênio e a de Harvey que ao romper com o modelo anterior marcou o início de um novo estilo de pensamento médico, na área da fisiologia, é uma história completamente desconhecida pelos professores entrevistados.

A interpretação de Harvey sobre o movimento do sangue no corpo humano e o papel do coração nesse processo é caracterizada como um marco revolucionário na história do conhecimento médico e biológico, por ter dado início à Ciência Moderna no campo da fisiologia humana.

Não se trata de considerar apenas a simples menção à Harvey ou a Galeno, e/ou enaltecer as suas respectivas contribuições, mas que, através delas, se aborde o contexto histórico da produção do conhecimento e, sobretudo, a explicitação dos problemas investigados cujo enfrentamento possibilitou o surgimento de novos conhecimentos.

O estilo de pensamento médico de Galeno era uma

*... hábil mistura de antigas idéias filosóficas, como a doutrina dos **três espíritos ou almas**... com fluxo e refluxo de espíritos e de sangue nas artérias e nervos, o **coração como origem do calor** e os **pulmões como foles de arrefecimento**, ... iria constituir a base das crenças humanas ... durante mais de mil anos, (BERNAL, 1975, p. 237, in: DELIZOICOV, N., 2002, grifo nosso).*

A questão dos pneumas, da alma, do calor inato, e o resfriamento do sangue pelo ar que penetra nos pulmões, dentre outras crenças, constituíam idéias que permearam interpretações antigas a respeito do corpo humano.

Para Galeno o sangue, carregado de pneumas⁴, passava pelo coração para ser purificado, uma vez que as impurezas nele presentes eram levadas, em forma de vapor, para os pulmões a fim de serem exaladas durante a expiração. O seu movimento, no interior de um sistema aberto de vasos, era explicado por fluxo e refluxo, semelhante ao movimento das marés. Ao chegar aos órgãos e demais partes do corpo o sangue era consumido e a sua produção ocorria no fígado a partir dos produtos da digestão dos alimentos.

*O ponto de vista de Harvey ... é muito diferente daquele de Galeno, e ... ouviremos menos sobre **Desígnio** e mais sobre a **Máquina** (SINGER, [1956], 1996, p. 196, in: DELIZOICOV, N., 2002, p. 133, grifo nosso).*

Harvey, sob uma visão mecânica do mundo e aderindo à crescente crença na matematização dos fenômenos terrenos, jamais admitida no período anterior à da Ciência Moderna e, numa perspectiva dinâmica e quantitativa, valendo-se de cálculos matemáticos

⁴ Pneumas eram incorporados no ato da respiração, determinavam o funcionamento dos órgãos e dos produtos que a eles cabiam produzir.

para interpretar os ensaios biológicos que realizava, suplantou o estilo de pensamento galênico no que se refere ao movimento do sangue no corpo humano.

Harvey que estudou, entre os anos de 1597 a 1602, na Universidade de Pádua, norte da Itália, centro científico da Renascença, teve a oportunidade de interagir com outros estilos de pensamento. Estudiosos como Galileu, Kepler, Vesálio, Descartes e tantos outros, criaram e/ou aperfeiçoaram conceitos nas áreas de astronomia, física, anatomia, etc, em um trabalho que culminou com a origem da Ciência Moderna.

... os médicos italianos e o grande número de estudantes estrangeiros que acorriam à Itália para estudar medicina não estavam isolados; misturavam-se livremente com artistas, matemáticos, astrônomos e engenheiros – de fato muitos deles dedicavam-se simultaneamente a tais profissões (BERNAL, 1976, p. 389, in: DELIZOICOV, N., 2002, p. 120, grifo nosso).

Possivelmente, por ter vivenciado o Renascimento Italiano e a emergência de uma visão mecânica para a compreensão do corpo humano e demais fenômenos naturais e, ainda, por ter estudado no maior centro científico de sua época, Harvey rompe com a compreensão de um corpo e de um mundo estático. Passa a considerar o problema que vinha sendo estudado há séculos sob um outro ponto de vista, ou seja, sob um aspecto quantitativo e dinâmico, não se restringindo à dimensão qualitativa, anatômica e estrutural. A questão por ele colocada foi: que quantidade de sangue era transmitida?

Na descrição de Harvey o coração funciona como uma bomba hidráulica impulsionada pela força muscular. Através de conceitos importados do conhecimento hidráulico da época, tais como bombas, válvulas e canais, ele explicou a circulação do sangue segundo um circuito fechado.

A ausência da história e filosofia da ciência e de uma análise epistemológica da produção do conhecimento científico, na disseminação do conhecimento, quer nos cursos de formação de docentes, quer nos materiais destinados ao ensino aprendizagem, está fortemente relacionado a problemas detectados na atuação docente relativamente ao uso inadequado, senão equivocado, de analogias.

A inserção da história e filosofia da ciência nos cursos de formação de professores de ciências e de biologia, quer inicial ou continuada, pode contribuir não só para o conhecimento da gênese de muitos dos conceitos e analogias atualmente estabelecidos, mas, também, para que professores possam analisar e melhor entenderem os momentos em que a ciência sofre transformações que alteram o conhecimento, uma vez que novas teorias, conceitos e métodos podem ser elaborados. Esta análise pode ainda ajudar na compreensão de outros aspectos do empreendimento científico, como por exemplo, quem controla e quem se beneficia com a aplicação dos resultados dos conhecimentos produzidos, assim como das questões ligadas à ética.

Como salienta ZANETIC (1988) a inserção da história e filosofia da ciência nos cursos de formação de professores é imprescindível pois, ainda que os professores não estejam familiarizados ou seguros para uma abordagem de conteúdos a partir de uma perspectiva da história e filosofia da ciência, ela de alguma forma “alimentará suas aulas” na medida em que, segundo ele, lhes permitirá desenvolver um estudo mais dinâmico podendo abordar questões políticas e demandas sociais da época em que o conhecimento foi produzido.

No entanto, ainda que os professores desejem inserir aspectos histórico-epistemológicos em suas aulas podem deparar-se com dificuldades na localização de materiais adequados a essa finalidade. Neste sentido, há que se incentivar a elaboração de trabalhos que tenham preocupação com a dimensão histórica do conhecimento.

Referências bibliográficas

- AYRES, A. C.; SELLES, S. E.; REZNIK, T. (2000). Estudo de Recursos Analógicos Empregados no Ensino do Sistema Circulatório em Livros Didáticos a Partir de uma Perspectiva de Modelos Mentais. In: **VII Encontro “Perspectivas do Ensino de Biologia” – Simpósio Latino Americano da IOSTE (International Organization for Science and Technology Education)**. (p.545-550). São Paulo: FEUSP.
- CARNEIRO, M. H. (1997). La Utilización de Analogías en la Enseñanza de Ciencias: Obstáculo o Facilitador del Aprendizaje? **V Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias**. Murcia, Espanha.
- DAGHER, Z. R. (1994). Características Únicas das Analogias Utilizadas pelos Professores de Ciências. Tradução de CHAGAS I. **Revista Educação**. Vol. IV, nº ½, dez. Departamento de Educação da F.C. da U. L.
- DELIZOICOV, N. (1995). **O professor de ciências naturais e o livro didático** (no ensino de programas de saúde). Dissertação de Mestrado. Florianópolis: CED/UFSC.
- DELIZOICOV, N., (2002). **O movimento do sangue no corpo humano: história e ensino**. Tese de Doutorado. Florianópolis: CED – UFSC.
- DUIT, R. (1991). On The Role of Analogies and Metaphors in Learning Science. **Science Education**, 75(6), p. 649-672.
- FLECK, L. ([1935] 1986). **La génesis y el desarrollo de un hecho científico**. Madrid: Alianza Editorial.
- GINESTE, M. D.; GILBERT, L..(1995). Les Analogies dans l’ Aquisition de Concepts en Biologie chez des Élèves de 10-11 ans. **Didaskalia**. nº 7, (27-41).
- GLYNN, M. S.; TAKAHASHI, T. (1998). Learning from Analogy – Enhanced Science Text. **Journal of Research in Science Teaching**. vol. 35, n.10. PP. 1129-1149.
- LAWSON, A. E. (1993). Deductive Reasoning brain maturation, and Science concept acquisition: Are they linked? **Journal of research in Science Teaching**. 30 (9) 1029-1051.
- MEC (1998). **Guia de Livros Didáticos - 5ª à 8ª Séries - PNLD - 1999**. Brasília: MEC/PNLD.
- SUTTON, C. (1996). Beliefs about science and beliefs about language. **Int. J. Sci. Educ.** vol. 18, nº 1, 1-18.
- THAGARD, P. (1992). ‘Analogy, Explanation and Education’. **Journal of Research in Science Teaching**. 29(6), 537-544.
- VENVILLE, J. C.; TREAGUST, D. F.; (1997). Analogies in Biology Education: A Contentious Issue. **The American Biology Teacher**. v. 59, n.05.
- ZANETIC, J. (1988). Mesa Redonda: Influência da História da Ciência no Ensino de Física. In: **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. Florianópolis: vol. 5, número especial, p. 76-92.