

# **A História da Ciência e o uso de mapas conceituais: Uma proposta para formação de professores de física**

## **The history of science and the use of Concept Maps: A proposal for training teachers of**

**Vanessa Leandro de Oliveira Alves** Universidade  
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,  
vanessaoliveira@bol.com.br

**Fernando Luna de Oliveira**  
Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,  
fernando@uenf.br

**Simonne Teixeira**  
Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,  
simonnetex@gmail.com

**Marília Paixão Linhares**  
Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,  
paixaoli@uenf.br

### **Resumo**

Esse trabalho é parte de uma dissertação de mestrado no qual foi desenvolvida uma proposta com a abordagem da História da Ciência voltada para formação de professores de física. Utilizou-se fatos da história de Campos dos Goytacazes do final do século XIX, sobre as consequências da máquina à vapor nesta localidade, mostrando o impacto desta tecnologia na economia, política e sociedade naquela época, destacando a interação da física com a cultura. A proposta didática foi dividida em diversas atividades investigativas, que ao final foram avaliadas por meio de mapas conceituais e entrevistas. No presente trabalho iremos mostrar os resultados de uma das atividades implementada nesta proposta, trata-se da realização de um experimento com materiais de baixo custo, buscamos representar de forma simplificada o funcionamento de uma máquina a vapor, com o intuito de trabalhar conceitos físicos com os alunos relacionados ao tema implementado. Como instrumento de avaliação utilizamos mapas conceituais.

**Palavras chave:** História da Ciência, Formação de professores, mapas conceituais.

### **Abstract**

This work is part of a dissertation in which a proposal was developed with the approach of the History of Science focused on teacher training in physics . We used the facts of history of Goytacazes the late nineteenth century , on the consequences of the steam engine in this locality , showing the impact of this technology on the economy , politics and society at the time, highlighting the interaction of physics with the culture . The didactic proposal was divided into several investigative activities , which in the end were evaluated using concept

maps and interviews . In this paper we show the results of the activities implemented in this proposal , it is the realization of an experiment with low cost materials , we seek to represent a simplified operation of a steam engine , in order to work with physical concepts students related to the theme implemented . As an assessment tool used concept maps .

**Key words:** History of Science, Teacher Training, conceptual maps.

## Introdução

A abordagem da história da Ciência no ensino tem sido destacada por diversos autores (El-Hani, 2006; Gil-Perez, 2001; Matthews, 1990; Martins, 2006; Forato, 2009). De acordo com Pietrocolla (2003) uma abordagem histórica pode permitir o melhor conhecimento dos processos e das dificuldades que levaram a construção de leis e teorias “facilita a compreensão dos problemas enfrentados pelos alunos no entendimento de conceitos chaves da ciência” (Pietrocolla, 2003: página 133).

Além disso, a História da Ciência permite entender como os conhecimentos físicos influenciaram na sociedade através dos avanços tecnológicos ao longo da história, inclusive a local. Zanetic (1989) comenta a importância da interação da física com a organização social e com a cultura. Diz que a física sofreu influências profundas da organização reinante nos diferentes períodos históricos, bem como influenciou os mais diversos aspectos da vida social: seu papel na indústria, comércio e organização militar, porém, sua influência nos demais setores culturais não pode de forma alguma ser desprezado.

Além de transmitir uma visão mais adequada sobre a ciência e sua relação com a cultura, a História da Ciência pode auxiliar na aprendizagem de conceitos. De acordo com Martins (2006), a reestruturação conceitual dos alunos, ou seja, o abandono dos conceitos antigos ou prévios e a adoção dos novos conceitos deve se ocorrer de modo suave e racional. De acordo com ele um conceito novo exige a superação de obstáculos de natureza “emocional”, comparável a uma luta entre a concepção do professor e a concepção do aluno, onde para o estudante colocar em dúvida ou rejeitar uma idéia antes aceita pode acarretar uma sensação de perda de uma parte de si próprio. Ainda de acordo com Martins (op. cit.) a História da Ciência pode ser muito útil para essa transformação conceitual, pois muitas vezes os conceitos prévios dos alunos são parecidos com os conceitos de alguns cientistas antigos.

Entendemos que é importante que o aluno perceba que, para um cientista abandonar um conhecimento já estruturado requer tempo, a produção científica é um trabalho coletivo, e muitas vezes conservador, assim a produção do conhecimento ocorre através de erros e acertos, caracterizando mais uma vez a ciência como produção humana.

Na formação inicial de professores a inclusão da abordagem histórica tem recebido bastante destaque. Ao falar da formação dos docentes na área das ciências, Gil Perez et al (1991) apresenta elementos fundamentais sobre o que deve saber e saber fazer um professor de ciências e dentre eles podemos destacar: conhecer a matéria a ser ensinada, o que inclui não apenas os conteúdos específicos de uma disciplina, como também aspectos da História da Ciência e da dinâmica do processo de construção do conhecimento (Gil Perez et al, 1991).

Entendemos através destas diretrizes e das conclusões de pesquisas da área, que a História da Ciência na formação inicial é uma ferramenta para uma melhor formação do futuro docente, e a fim de contribuir para a utilização da abordagem da História da Ciência na formação inicial, apresentamos neste trabalho uma atividade onde buscamos responder a seguinte questão de pesquisa: É possível utilizar a História da Ciência, em aulas de física, a fim de favorecer a

compreensão de conceitos científicos?

A presente proposta, trata-se da realização de um experimento com materiais de baixo custo, buscamos representar de forma simplificada o funcionamento de uma máquina a vapor, com o intuito de trabalhar conceitos físicos com os alunos relacionados ao tema abordado, esta atividade faz parte de uma sequência didática implementada com licenciandos em Física, teve como eixo principal o método de estudos de caso, que utilizou recortes da história regional de Campos dos Goytacazes do século XIX, para tratar sobre as consequências do uso da máquina à vapor nesta localidade a partir da Revolução Industrial. A sequência de atividades elaborada buscou mostrar para os licenciandos como utilizar a abordagem da história da ciência a partir de diferentes metodologias com conteúdos do ensino médio.

### **A elaboração da proposta didática**

A proposta didática buscou relacionar a abordagem da história da ciência com a cultura local. Na busca pelo tema adequado que atendesse este objetivo, realizamos uma pesquisa em fontes históricas: jornais e livros de memorialistas da região de Campos dos Goytacazes. (cidade onde está localizada a Universidade). E a partir disso selecionamos um fato histórico para ser implementado atendendo o objetivo do projeto.

O assunto selecionado trata da utilização da máquina a vapor em barcos e engenhos no final do século XIX e seu significado para a sociedade local. Optamos por este fato histórico devido à grande contribuição que esta tecnologia teve no desenvolvimento da região.

Para melhor entendimento dos estudantes selecionamos uma reportagem do jornal Monitor Campista (jornal local e o segundo mais antigo do Brasil) de 1834, que trata sobre a necessidade da vinda dos barcos a vapor para Campos dos Goytacazes. Após a seleção e aprofundamento dos fatos históricos, elaboramos uma sequência de atividades para ser desenvolvida com os licenciandos. Utilizamos o método de estudos caso como eixo principal desta sequência de atividades (Linhares e Reis, 2008). Em um estudo de caso os estudantes seguem basicamente três passos: No primeiro passo, o estudante lê o texto do caso e aponta uma solução preliminar, deixando as marcas de suas idéias prévias; no passo seguinte, ocorre todo o desenvolvimento da proposta, ou seja é o momento do estudo sobre o tema; O terceiro passo, etapa de conclusão, cada estudante encaminha sua proposta de solução que deve incorporar elementos das leituras e discussões (Reis e Linhares, 2008). Em nosso caso utilizamos um estudo de caso histórico, seguindo as orientações de Stinner (2003).

Após a construção do estudo de caso histórico intitulado “A máquina à vapor e sua consequência na sociedade”, elaboramos mais três atividades. A primeira atividade é referente aos fatos históricos selecionados, no qual elaboramos um texto onde mostramos como ocorreu a implementação da máquina a vapor em barcos e engenhos e as consequências do uso desta tecnologia na sociedade campista, com esta atividade buscamos promover uma reflexão por parte dos alunos sobre a relação existente entre ciência e cultura local.

A segunda atividade trata-se de um filme intitulado “Lendas da Ciência-episódio Queimar”, em que o filósofo francês Michel Serres analisa a construção do conhecimento científico e seu poder transformador. Este episódio mostra detalhes da Revolução Industrial desde a invenção da máquina a vapor à elaboração das teorias da termodinâmica e como as máquinas mudaram a história. Após o filme foi entregue aos alunos um texto onde apresentamos um resumo dos principais aspectos tratados no filme, para ser lido pelos alunos com o intuito de promover uma discussão após a leitura em sala de aula.

A terceira atividade, é a atividade que será apresentada no presente artigo, é referente à realização de um experimento com materiais de baixo custo, buscamos representar de forma

simplificada o funcionamento de uma máquina a vapor, com o intuito de trabalhar conceitos físicos com os alunos relacionados ao tema abordado. O principal objetivo desta atividade foi estudar os conceitos envolvidos em uma máquina térmica mostrando que a história da ciência pode facilitar a aprendizagem de conceitos.

Para realização deste experimento utiliza-se fio de cobre, duas latas de refrigerante, álcool em gel, fósforo e formas de empadas.

O experimento deveria ser elaborado pelos alunos da seguinte maneira: Utiliza-se uma lata, parcialmente cheia, e coloca-se horizontalmente sobre uma pequena “fornalha” (forma de empada com álcool). Em frente à lata de refrigerante, coloca-se a turbina feita de latinha de refrigerante, semelhante a um cata vento. Quando a água ferve o vapor é expulso da lata num jato horizontal que movimentava a turbina.

Como forma de avaliação, os alunos deveriam elaborar mapas conceituais relacionando os conceitos físicos discutidos durante a realização do experimento. Selecionamos algumas palavras-chaves para que os alunos pudessem elaborar seus mapas, são as seguintes: máquina térmica, máquina à vapor, fonte quente, fonte fria, energia térmica, calor da caldeira, movimento, ambiente, trabalho.

Segundo Moreira (1993) mapas conceituais é uma técnica de análise que pode ser usada para ilustrar a estrutura conceitual de uma fonte de conhecimentos. Portanto “mapas conceituais são diagramas hierárquicos indicando os conceitos e as relações entre esses conceitos” (Moreira, 1993).

## **A implementação da terceira atividade**

A proposta foi implementada pela professora da disciplina Estratégias para o Ensino de Física I no primeiro semestre de 2011 em uma turma do terceiro período da licenciatura em física. Esta disciplina teve como objetivo associar teoria, prática e conteúdos específicos de física. Para melhor desenvolvimento do trabalho foi realizada reuniões entre a professora e a pesquisadora. A turma selecionada era formada por seis licenciandos, mas somente cinco frequentavam as aulas, todos os alunos eram do sexo masculino. Dentre estes alunos, dois deles, já haviam tido a oportunidade de ministrar aulas de física, apesar de ainda estarem cursando a graduação.

A atividade que aqui será apresentada foi realizada no segundo dia de aula e ocorreu após uma discussão com a professora sobre o surgimento da máquina a vapor, nesta discussão foram abordados alguns aspectos do desenvolvimento da máquina a vapor tratados no filme, como por exemplo: as primeiras máquinas a vapor criadas e os problemas enfrentados em seus funcionamentos, os principais personagens envolvidos, as controvérsias e aspectos importantes da época. Após o debate, os alunos montaram o experimento com a professora e ao decorrer da atividade, foram discutidos os conceitos físicos envolvidos naquele experimento. Por último, os alunos elaboraram os mapas conceituais.

## **Fundamentação para a análise**

Segundo Moreira (1993) mapas conceituais é uma técnica de análise que pode ser usada para ilustrar a estrutura conceitual de uma fonte de conhecimentos. Portanto “mapas conceituais

são diagramas hierárquicos indicando os conceitos e as relações entre esses conceitos” (Moreira, 1993).

Novak (1999) em seu livro conta como utilizou mapas conceituais como forma de avaliação em diversos de seus trabalhos e também mostra como utilizar e avaliar tais mapas. Sugere uma forma de avaliar os mapas conceituais considerando três aspectos da teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel:

- 1) A estrutura cognitiva é organizada hierarquicamente, com os conceitos e as proposições menos inclusivos, mais específicos, subordinados aos conceitos e proposições mais gerais e abrangentes.
- 2) Os conceitos da estrutura cognitiva estão sujeitos a uma diferenciação progressiva, acompanhada do reconhecimento de uma maior abrangência e especificidade nas regularidades dos objetos ou acontecimentos, e de cada vez mais ligações preposicionais com outros conceitos.
- 3) A reconciliação integradora ocorre quando dois ou mais conceitos são relacionados em termos de novos significados preposicionais ou quando se resolvem conflitos de significados entre conceitos.

No que se refere à estrutura hierárquica, esta idéia incorpora o conceito de subsunção de Ausubel, no qual diz respeito ao fato da nova informação ser freqüentemente relacionada e integrada a conceitos mais abrangentes e gerais. De acordo com Novak (1999) não pode existir mapas conceituais “perfeitos”, no máximo o que nos esforçamos em representar são maneiras corretas de representar hierarquias de relações, em torno das quais giram os conceitos e mapas conceituais.

Na diferenciação progressiva os conceitos nunca são “finalmente aprendidos”, mas sim permanentemente enriquecidos, modificados e tornados mais explícito e inclusivo à medida que forem progressivamente diferenciados. A diferenciação progressiva demonstra o grau de significados que uma pessoa tem a respeito de um determinado conceito. Os mapas conceituais são indicadores relativamente precisos do grau de diferenciação dos conceitos de um indivíduo porque representam ligações proposicionais específicas (incluindo relações hierárquicas) entre os conceitos. Como exemplo Novak (1999) apresenta o conceito de clima para as crianças, que a princípio pode não ir além da diferença entre chuva e sol, quente e frio, irá com o tempo adquirir significados muito mais precisos ligados com conceitos como a radiação solar, o ciclo da água e padrões climáticos, continuando a sofrer uma diferenciação.

E por último o princípio da reconciliação integradora que determina se a aprendizagem significativa é melhorada quando o aluno reconhece novas relações conceituais (ligações conceituais) entre conjuntos de conceitos ou proposições. Os mapas conceituais tornam visíveis as estruturas preposicionais de cada indivíduo e podem, por conseguinte ser usados para analisar ligações deficientes ou para mostrar que podem faltar conceitos relevantes. Os mapas conceituais, utilizados como ferramentas para negociar significados, podem tornar possível novas reconciliações integradoras que, por sua vez, conduzem a uma compreensão nova e mais poderosa.

De acordo com Moreira (1993) a idéia principal da avaliação através de mapas conceituais é observar o que o aluno sabe em termos de conceitos, isto é, como ele estrutura, hierarquiza, diferencia, relaciona, discrimina e integra conceitos de uma determinada unidade de estudo. Os mapas, quando utilizados como instrumento de avaliação, devem ser analisados qualitativamente a fim de se obter evidências de aprendizagem significativa, visto que a própria estrutura cognitiva do aluno influencia nas suas relações, sendo importante que o aluno externalize seus significados.

## Avaliando os mapas conceituais dos alunos

Na avaliação dos mapas conceituais foram considerados os seguintes aspectos: a validade das relações de significados entre os conceitos, o grau de hierarquização entre os conceitos mais abrangentes e os mais específicos, as ligações cruzadas entre os conceitos, que indicam a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa dos significados conceituais (Novak, 1999). A partir destas idéias apresentamos a seguir a avaliação dos mapas conceituais dos alunos.

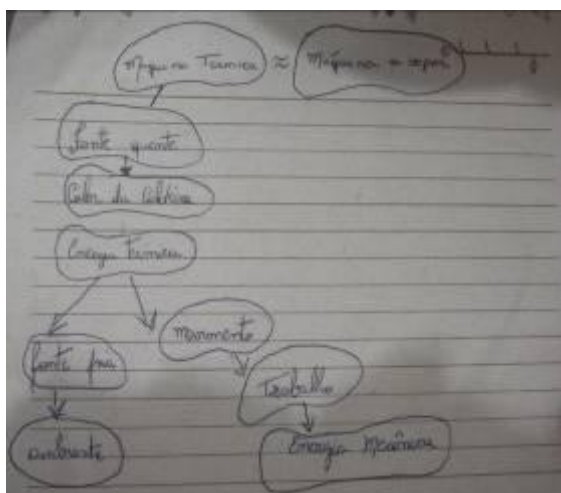


Figura 1: Mapa Conceitual do aluno A

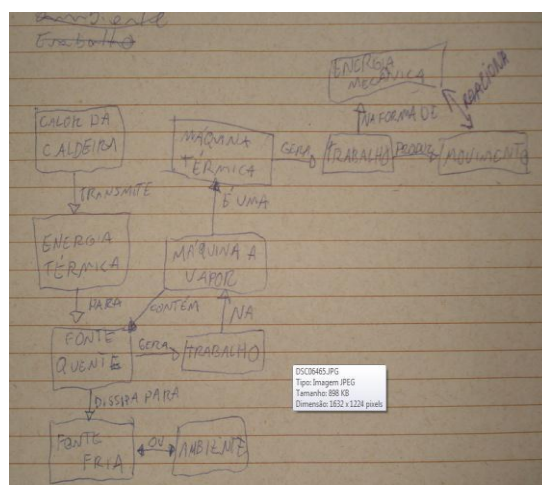


Figura 2: Mapa conceitual do aluno B

O estudante A começou bem o mapa com o conceito mais geral “máquina térmica”, porém não faz ligações transversais ou cruzadas entre os conceitos ao decorrer do mapa mostrando uma falta de reconciliação integradora, ou seja, o aluno A percebe pouco as diversas relações que podem haver entre os conceitos. Já o aluno B apresenta palavras de ligações entre os conceitos facilitando o entendimento do mapa, mostra alguma similaridade entre os conceitos em algumas ligações horizontais como, por exemplo “fonte fria” e “ambiente”. Ele hierarquiza os conceitos de forma adequada como por exemplo: os conceitos mais gerais e inclusivos são colocados nas posições de destaque no mapa como “máquina térmica” e “máquina a vapor” e os conceitos mais específicos são colocados nos extremos como por exemplo: “fonte fria” e “ambiente”. O aluno B apresentou em seu mapa ligações transversais como no caso dos conceitos “energia mecânica”, “trabalho” e “movimento”, mostrando perceber as relações existentes entre estes conceitos dentro do contexto do experimento.



Figura 3: Mapa conceitual aluno C

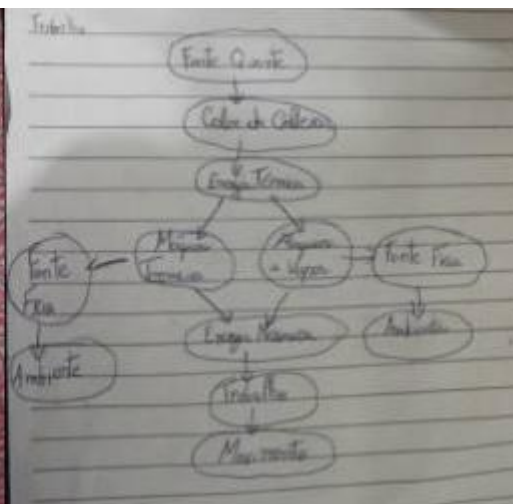


Figura 4: Mapa conceitual aluno D

Ao desenhar o mapa, o aluno C não apresentou uma hierarquia conceitual, o conceito de “fonte quente” que é um conceito menos inclusivo aparece no topo do mapa, o aluno mostra não possuir um grau de significados a respeito dos conceitos. Além disso, não há palavras de ligações dificultando o entendimento do mapa. Apresenta também poucas ligações cruzadas mostrando não vê as diversas relações que pode haver entre os conceitos.

O mapa do aluno D também apresenta conceitos menos inclusivos no topo, sua hierarquia conceitual é confusa, por exemplo: “energia térmica” aparece como mais inclusivo do que o de “energia a mecânica”. Além disso, quase não estabeleceu relações cruzadas entre os conceitos.

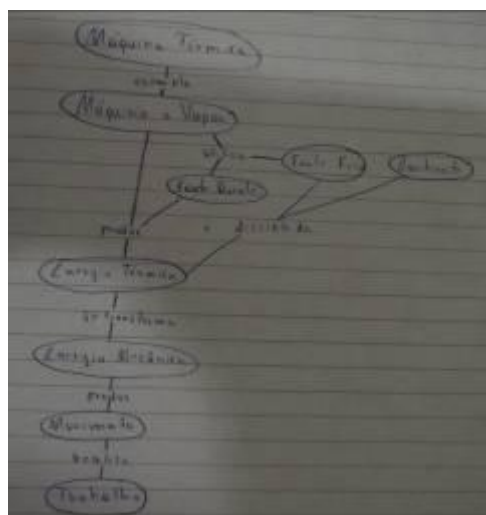


Figura 5: Mapa conceitual do aluno E

O mapa do aluno E apresentou uma hierarquia conceitual adequada onde os conceitos mais inclusivos e gerais estão no topo do mapa e os mais específicos nas posições inferiores, as palavras de ligações facilitaram o entendimento do mapa, o aluno também fez algumas ligações cruzadas mostrando que possui uma relação integradora entre os conceitos, porém ao final do mapa o aluno não percebeu as possíveis relações entre os conceitos “energia mecânica”, “movimento” e “trabalho”, produzindo um mapa na vertical, sem ligações cruzadas.

## Resultados e discussões

Nesta proposta didática optamos por um conteúdo voltado para alunos do ensino médio, porém implementamos tal proposta em uma turma da licenciatura, pois seria uma oportunidade dos licenciandos vêem e participarem de uma proposta com uma abordagem da história da ciência voltada para este público. Acreditamos que utilizar estratégias inovadoras já na formação de professores pode ser uma oportunidade de fazer os licenciandos refletirem sobre suas futuras práticas. Pois não bastaria elaborar um trabalho correto do ponto de vista historiográfico, o mais importante era elaborar uma proposta que “funcionasse” em sala de aula. A partir disto elaboramos uma proposta sobre a história da máquina a vapor, ressaltando as consequências desta tecnologia na nossa região, destacando a relação que existe entre ciência e cultura, além de produzir visões mais adequadas sobre o fazer científico e facilitar a aprendizagem de conceitos. A atividade apresentada neste trabalho utilizando mapas conceituais como instrumento de avaliação nos pareceu ser uma boa estratégia para trabalhar a parte conceitual com os alunos. E a discussão prévia sobre a história da máquina a vapor se mostrou um instrumento facilitador na aprendizagem dos conceitos.

## Referências

- EL-HANI, C. Notas sobre o ensino de história e filosofia da ciência na educação científica de nível superior, In: Estudos de História e Filosofia das Ciências: Subsídios para Aplicação no Ensino, organizado por C.C. Silva Livraria da Física, São Paulo, 2006.
- FORATO, T. A natureza da ciência como saber escolar: um estudo de caso a partir da natureza da luz, Tese (Doutor em Educação) USP, 2009.
- GIL-PÉREZ, D; MONTORO, I, A., J; CACHAPUZ, A; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, 7(2), 2001.
- GIL-PÉREZ, D. ¿Qué han de saber y saber hacer los profesores de ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 9, 1991.
- LINHARES, M.P.; REIS, E.M. Educando Jovens e Adultos para a Ciência com Tecnologias de Informação e Comunicação. Projeto de Pesquisa CAPES/SETEC/PROEJA, nov. 2006.
- MARTINS, R. A., in: Estudos de História e Filosofia das Ciências: Subsídios para Aplicação no Ensino, organizado por C.C. Silva Livraria da Física, São Paulo, 2006.
- MATTHEWS, M. R. *History, Philosophy and Science Teaching: Selected Readings*. OISE Press. Toronto.1990
- MOREIRA, M. A.; BUCHWEITZ, B. Novas estratégias de ensino e aprendizagem os mapas conceituais e o Vê epistemológico. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1993.
- NOVAK, J. D. e GOWIN, D. Bob. *Aprender a aprender*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1999.
- PIETROCOLA, M. A História e a epistemologia no ensino de ciências: dos processos aos modelos de realidade na educação científica. In: ANDRADE, A. M. R. (Org.) *Ciência em Perspectiva. Estudos, Ensaios e Debates*. Rio de Janeiro: MAST/SBHC, p. 133-149, 2003.
- STINNER, A.; MCMILLAN, B.; DON METZ; JILEK, J.; KLASSEN, S. The Renewal of Case Studies in Science Education, *Science & Education*, 12: 617–643, 2003.
- ZANETIC, J. Física também é cultura. Tese (Doutorado). Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1989.