



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação

Instituto de Física

Instituto de Química

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS

MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENSINO DE CIÊNCIAS

**A FORMAÇÃO DE UMA CULTURA CIENTÍFICA NO ENSINO MÉDIO:
O PAPEL DO LIVRO DIDÁTICO DE FÍSICA**

TEXTO DE APOIO AO PROFESSOR DE FÍSICA

UM OLHAR SOBRE OS LIVROS DIDÁTICOS

SOB O PONTO DE VISTA DE CATEGORIAS PEDAGÓGICO-

EPISTEMOLÓGIAS

Material elaborado por Sandra Gonçalves Coimbra como parte do trabalho desenvolvido no Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências – Área de concentração Ensino de Física – sob orientação do Prof^o Dr. Cássio Costa Laranjeiras.

BRASÍLIA – DF
DEZEMBRO / 2007

APRESENTAÇÃO

Esse texto de apoio foi elaborado no contexto do Mestrado Profissionalizante do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília. No presente trabalho foi discutido a relevância da formação de uma cultura científica no ensino médio e a importância que o livro didático tem nesse processo. Nesse contexto, foram analisados os livros didáticos de Física que foram aprovados no PNLEM (Plano Nacional Livro Didático do Ensino Médio).

O objetivo desse texto de apoio é reunir elementos que contribuam na construção de um “novo olhar” sobre os livros didáticos, identificando alguns elementos importantes para a formação de uma cultura científica: *dialogicidade, protagonismo discente, dimensão empírica da ciência, dimensão histórica da ciência, relação entre ciência e tecnologia.*

O texto está proposto com vistas a uma análise qualitativa, por isso não há escalas de aferição das categorias propostas. O objetivo maior é observar o livro didático sob uma perspectiva científico-cultural, a fim de identificar qual tem sido o seu papel na construção de uma cultura científica no ensino médio.

A aquisição de uma cultura científica na escola média é parte fundamental de todo um processo de formação cultural do estudante na Educação Básica, permitindo-lhe a apropriação do discurso científico e do entendimento das potencialidades e limitações da ciência.

Na sociedade contemporânea é possível identificar o grande impacto que a ciência vem exercendo sobre a cultura. Qualquer sociedade atual faz uso da eletricidade, dos transportes automotivos, da vacinação, das telecomunicações, e tantas outras técnicas que são manifestações da cultura científica e tecnológica

(Menezes, 2005). Vivemos em um mundo superpovoado por objetos tecnocientíficos, e este fato é tão avassalador que não podemos mais prescindir da cultura científica, a ponto de quem estiver privado dessa cultura encontra-se vivendo na ignorância de seu próprio meio (Japiassu, 2005).

A aquisição de uma cultura científica e tecnológica pode ser feita em diversos ambientes, mas a escola é considerada o espaço e agente de definição e articulação do que aprender e ensinar, cabendo-lhe, portanto, um papel significativo na tarefa de formação de uma cultura científica.

Como parte integrante das estratégias didático-pedagógicas do processo de formação no ambiente escolar, encontra-se o livro didático, recurso que se tornou uma tradição muito forte na educação brasileira. Tradição sustentada pelo olhar saudosista dos pais, pela organização escolar como um todo, pelo marketing das editoras e pelo próprio imaginário que orienta as decisões pedagógicas do educador (Silva, 1996).

É no contexto dessas idéias que reconhecemos a necessidade de refletirmos acerca do papel que vem desempenhando os Livros Didáticos de Física no processo de construção da formação cultural-científica na escola média. A identificação das suas potencialidades e limitações pode nos ajudar numa compreensão mais dinâmica desse importante recurso didático.

1. CULTURA CIENTÍFICA

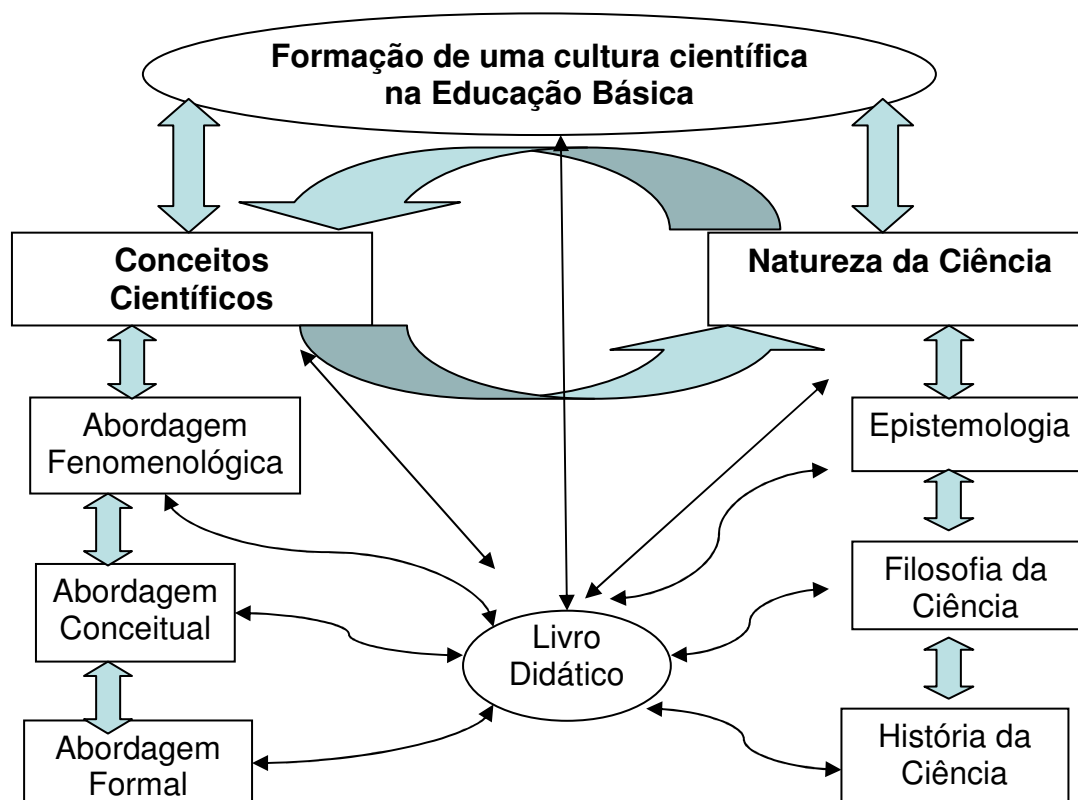
Em contraposição ao termo Alfabetização Científica¹, adotamos ao longo deste trabalho a expressão Cultura Científica, visto que a idéia de cultura incorpora de maneira mais ampla e dinâmica o processo de apropriação do discurso científico bem como de uma visão crítica do mesmo. Uma cultura científica também se diz sobre uma reflexão em torno dos limites desse discurso e vincula a formulação científica a um contexto social, histórico, a um produto humano.

Defende-se aqui a idéia de que a constituição de uma cultura científica na educação básica reivindica uma ação didático-pedagógica que seja capaz de promover uma apreensão integrada de aspectos dinamicamente complementares da compreensão da ciência: aspectos **conceituais** e aqueles referentes à **natureza da ciência**. O primeiro refere-se aos conceitos, princípios, leis, teorias, formalismos matemáticos e modelos que são usados na ciência para descrever e interpretar a natureza. O segundo diz respeito a aspectos epistemológicos, filosóficos e históricos do processo de desenvolvimento da ciência, abordando de maneira mais direta a dinâmica da construção do conhecimento científico, como o cientista desenvolveu e justificou esse conhecimento, as mudanças de paradigmas, as influências econômicas, políticas, religiosas, enfim, uma dimensão interpretativa.

O diagrama a seguir busca, em primeira aproximação, representar nossa percepção sobre a formação de uma cultura científica na educação básica, explicitando aspectos relacionados à natureza da ciência e à natureza dos conceitos científicos. Tais aspectos, embora apresentados em separado com o propósito de dar maior clareza aos seus elementos constitutivos, devem ser percebidos como

¹ Santos (2007) apresenta uma revisão de estudos desenvolvidos no âmbito da educação em ciências, no qual discute concepções que são dadas ao termo alfabetização científica.

dinamicamente complementares. As setas bidirecionais indicando fluxos contínuos de relação são uma tentativa de explicitar essas interações que permeiam as categorias, reforçando a idéia de dinamismo que o quadro busca incorporar.



Esquema representativo dos elementos e processos constitutivos de uma Cultura Científica no âmbito do Ensino de Ciências na Educação Básica. Embora inacabado, ele é parte do Núcleo de uma Linha de Pesquisa desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, coordenada pelo Prof^o. Dr. Cássio C. Laranjeiras, do Instituto de Física da Universidade de Brasília.

2. OS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA E A FORMAÇÃO DE UMA CULTURA CIENTÍFICA

Buscando estabelecer critérios que nos permitissem um olhar crítico sobre os livros didáticos na sua maneira de entender e tratar a ciência, elaboramos um conjunto de *categorias analíticas* que procuram explicitar aspectos considerados relevantes no processo de constituição de uma cultura científica na educação básica. Assim foi que surgiram as categorias analíticas referidas na apresentação. A *Dialogicidade e Protagonismo Discente* estão vinculadas a uma dimensão mais propriamente pedagógica, o que nos remete a concepção dialógica e libertadora de educação proposta por Paulo Freire, que tem como alicerces o diálogo (elemento norteador do processo educativo), os objetos de conhecimento (mediadores do diálogo) e inserção do educando como sujeito nas ações educativas.

A ***Dialogicidade*** enquanto categoria analítica surge aqui referenciada na perspectiva pedagógica de Paulo Freire e pressupõe o entendimento do processo educativo como essencialmente comunicativo, uma comunicação que se estabelece entre educador e educando e entre ambos e a realidade que os cerca. Para Freire “a educação é comunicação, é diálogo, na medida em que não é transferência de saber, mas um encontro de sujeitos interlocutores que buscam a significação dos significados” (FREIRE, 1971, p. 69). Nesta compreensão do processo educativo, o livro didático deve desempenhar importante papel propondo mediações significativas dos atores do processo com essa mesma realidade.

Podemos compreender a dinâmica do processo dialógico em busca do conhecimento como fundada em dois momentos básicos: o primeiro como sendo aquele em que o homem simplesmente capta a presença das coisas, sem desvelá-las em suas relações autênticas, o que para Freire ainda não constitui

“*conhecimento verdadeiro*”, caracterizando o domínio da mera opinião ou “*doxa*”. A “*doxa*”, no dizer de Eduardo Nicol, “ainda que chegue a ser coerente, não traduz a coerência objetiva das coisas. Não aspira sequer a ser verificada, ou seja, compreendida por motivos racionais e não emocionais.” (NICOL apud LARANJEIRAS, 1994, p.17). O segundo nível seria aquele em que o homem busca “desvelar” a sua realidade imediata em suas razões primeiras. Aqui poderíamos localizar o ápice do processo de aprendizagem, momento no qual o indivíduo transpõe os limites das suas percepções iniciais em torno do objeto de conhecimento, num processo de progressiva determinação e aperfeiçoamento de relações. Este momento inaugura a “*episteme*”, para a qual, que segundo Heller

Conhecer um fenômeno não significa simplesmente poder reagir ante ele (ou saber produzi-lo), mas conhecer as conexões que o ligam a outros fenômenos, captar o lugar que ocupa no sistema de outros fenômenos. (HELLER apud LARANJEIRAS, 1994. p.18).

Esse modo de compreender o processo de conhecimento encontra ressonância no pensamento de Bachelard, que reforça esta necessidade apontada por Freire de superação da “*doxa*” como forma desarmada de conhecimento frente ao mundo, em favor da “*episteme*”. Em sua obra “A Formação do Espírito Científico”, Bachelard defende a idéia de que todo conhecimento é resposta a uma pergunta e se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico.

Partindo dessa perspectiva, um texto didático deve estimular a capacidade investigativa do aluno, desenvolver uma postura de busca do conhecimento, de modo que ele assuma a condição de agente na construção do seu conhecimento (VASCONCELOS e SOUTO, 2003, p.93).

Um texto didático com postura dialógica, precisa apresentar questões capazes de desencadear um processo investigativo, Não se trata aqui de questões

visando aferir o dito no texto, mas questões que proponham ao aluno a problematização do mundo, da sua realidade.

O diálogo conduz a outras atividades, sugere ao estudante a busca de conhecimento. Estimula o desenvolvimento da autonomia intelectual. Diálogo não é só conversa com o professor e/ou com outros estudantes, mas é diálogo interno dentro da própria construção do conhecimento. Para Bachelard se não houver esse diálogo, não há superação de obstáculos e, portanto, não haverá ruptura.

Elementos históricos e empíricos propiciam a dialogicidade. Por exemplo, aspectos da história da ciência reforçam a dimensão dialógica do texto; atividades experimentais têm o papel de explicitar a dimensão empírica da ciência ao estabelecerem diálogo com a própria realidade, e isso ocorre na medida em que o estudante coleta dados, organiza informações, controla variáveis, analisa resultados.

Se, como propõe Freire, adotamos uma perspectiva em que “conhecer é tarefa de sujeitos, não de objetos” (FREIRE, 1971, p.27), o **protagonismo do estudante** deve ser considerado prioritário. A atitude consciente do indivíduo frente ao ato de conhecer é a única capaz de instrumentalizá-lo em sua ação transformadora da realidade. Estamos diante de uma concepção onde o conhecimento é percebido em sua natureza “construtiva”, como resultado de uma elaboração do pensamento, fruto da ação do sujeito, protagonista mesmo do processo educativo.

Essa confrontação com o mundo, com a realidade, faz do homem um agente, um protagonista. No contexto educacional, o estudante inserido no processo de busca de conhecimento, e da relação deste com a realidade, com o seu mundo vivencial. Esse é o sentido para protagonismo discente.

No processo educativo Freire destaca que “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção” (FREIRE, 1996, p.47). Nesse sentido, o texto didático deve estar comprometido com o estímulo à capacidade investigativa do estudante, apresentar situações em que o aluno problematize o conhecimento adquirido, estimular a reflexão crítica sobre o ato de conhecer.

Um texto didático pode incentivar o protagonismo discente ao contextualizar adequadamente o conteúdo e problematizar, de modo inteligente, os conceitos. Isso significa não trazer conceitos prontos e acabados, mas abrir espaço para questionamento, para confronto com suas “experiências primeiras”, conforme preconiza Bachelard. Assim sendo, os estudantes poderão sentir-se desafiados e também descobrir que os conteúdos curriculares podem ter significados em suas vidas.

As Dimensões Empírica e Histórica da Ciência e também a *Relação entre Ciência e Tecnologia* estão vinculadas a uma dimensão de caráter epistemológico, que nos remete a epistemologia histórico-crítica de Gaston Bachelard, que tem como alicerce os conceitos de “ruptura” e “obstáculo epistemológico”.

A realização de experimentos como estratégia de ensino é defendida por muitos autores, e o seu uso tem sido apontado como uma das maneiras de minimizar as dificuldades de ensinar e aprender Física (ARAÚJO e ABIB, 2003). Entretanto, mesmo sendo consensual o potencial desse instrumento, essa atividade é pouco explorada no ambiente escolar, e os motivos são diversos, desde problemas de inexistência de aulas preparadas para uso do professor até a formação docente (BORGES, 2002), passando por livros didáticos que abordam o tema somente com orientações tipo “livro de receitas” (ARAÚJO e ABIB, 2003).

Entendemos que a experimentação é um elemento importante no ensino de ciências, tendo em vista que através dela se pode explicitar a dimensão empírica da ciência. Portanto o ensino experimental “deve ser usado não como um instrumento a mais de motivação para o aluno, mas sim como um instrumento que propicie a construção e aprendizagem de conceitos e modelos científicos.” (BARBOSA et al, 2003, p.106).

As atividades experimentais podem proporcionar o desenvolvimento de habilidades tais como fazer observações, classificar, prever, formular hipóteses, medir grandezas físicas, fazer montagens e usar de equipamentos específicos. Podem, ainda, desenvolver técnicas de investigação, tais como repetição de procedimentos para aumentar confiabilidade dos resultados obtidos, aprender a colocar informações em diferentes formas de representação – gráficos, diagramas, esquemas, tabelas (BORGES, 2002, p.297).

Tamir (apud CACHAPUZ et al, 2005) distingue dois tipos de experimentação: verificação e investigação. No primeiro caso, o problema, as demonstrações e instruções diretas, são feitos pelo professor; é algo tipo “receita”. No segundo tipo de experimentação esta deve ser um meio para explorar as idéias dos alunos; desenvolver a compreensão conceitual; ser sustentada por base teórica com o objetivo de orientar a análise de resultados; ser delineada pelos alunos a fim de possibilitar o controle da aprendizagem.

Um texto didático necessita incorporar essa dimensão empírica da ciência. Trabalhar com o aluno a percepção de que a ciência não nasce de uma forma indutiva, a teoria não é construída a partir da experiência, mas a experiência tem um papel relevante na construção da ciência. As atividades experimentais propostas nos livros didáticos precisam traduzir esse papel relevante da experimentação,

indicar atividades com metodologias diferenciadas, explicitando os objetivos a serem alcançados. Atividades que levem estudantes a uma reformulação de suas explicações causais para fenômenos investigados; favorecer entendimento do uso de instrumentos de medida, tratamento gráfico, tratamento estatístico de dados; elaborar situações que possibilitem análises, reflexões e generalizações.

A formação da cultura científica abrange dois aspectos: a natureza dos conceitos científicos e a natureza da ciência. Conforme sintetizado no esquema apresentado anteriormente, a **dimensão histórica** incide sobre a natureza da ciência.

O texto didático precisa apresentar uma visão de ciência que aborde tanto a dimensão da natureza dos conceitos científicos quanto da natureza da ciência. É nesse sentido que informações sobre a vida dos cientistas, aspectos histórico-culturais de sua época, concepções e teorias aceitas nesse período, as controvérsias e dificuldades para aceitar novas idéias, podem contribuir para uma nova visão da ciência e do cientista e a compreensão das relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Martins (2006) argumenta que o estudo adequado de alguns episódios históricos permite perceber o processo social e gradativo da construção do conhecimento; compreender que a ciência não é o resultado da aplicação de um “método científico” que permita chegar à verdade; contribuir de forma insubstituível na formação de uma concepção adequada sobre a natureza das ciências suas limitações e relações com outros domínios; pode auxiliar no próprio aprendizado dos conteúdos científicos.

Um texto didático que apresenta tais aspectos históricos contribui para a formação de uma cultura científica, diferente de um texto que apresenta a história da

ciência somente com o uso de nomes e datas, transmitindo a concepção de ciência constituída por grandes cientistas e fatos marcantes.

O mundo contemporâneo é constituído por objetos tecnológicos, de modo que o homem é fortemente marcado pela presença da tecnologia em sua vida diária. Do mesmo modo a ciência tem grande impacto nesse mundo. Assim a nossa cultura é marcada tanto pela tecnologia como pela ciência, caracterizando uma cultura científica.

As relações entre **ciência e tecnologia** são complexas. Se nos voltarmos para o mundo grego, veremos que a *techné* constituía um saber prático, em oposição ao saber teórico. Com a revolução científica no século XVII, a ciência deixa de ser teórica para tornar-se ativa, com isso a técnica passa a ser considerada consequência prática do conhecimento teórico. Contemporaneamente a técnica não é mais considerada aplicação do saber teórico, passa a ser considerada como uma tecnologia, como uma prática tendo sua lógica própria suscetível de determinar a sociedade onde se insere, através dos modelos e dos fins que ela impõe (JAPIASSU, 2005, p.212).

O texto didático ao tratar da natureza das ciências e dos conceitos científicos precisa apresentar as inter-relações com a tecnologia. Uma possível abordagem seria a explicação de aparatos tecnológicos, seu funcionamento, informações técnicas e conhecimentos científicos envolvidos, de modo a contribuir para o desenvolvimento da autonomia crítica do estudante e trazer reflexões acerca da produção e uso de tais tecnologias.

Nesta direção, sugerimos ao professor a utilização de um olhar diferenciado, mais perscrutador do processo de constituição da ciência e da sua inserção nos

textos didáticos de Física. A tabela a seguir pretende uma apresentação sintética das categorias utilizadas ao longo deste trabalho e que são aqui sugeridas como ferramentas de análise ao professor.

AVALIANDO OS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA
CATEGORIAS ANALÍTICAS SUGERIDAS

| Categoria de análise | Aspectos analisados | Parâmetros |
|-----------------------------------|--|---|
| Dialogicidade | Nível e estilo de discurso utilizado ao longo do texto no trabalho didático-pedagógico com os diferentes temas. | Observação da estrutura dos capítulos, do ritmo de apresentação dos temas e do grau de levantamento de questões visando a inserção do estudante em um processo dialógico com o texto e mediados pelo texto. |
| Protagonismo Discente | Grau de inserção dos estudantes, adotado pelos autores ao longo do texto, no processo de investigação dos temas abordados. | Presença de atividades e/ou ações que remetam o estudante a uma participação ativa no processo de ensino-aprendizagem. |
| Dimensão Empírica | Identificação e caracterização da forma e tratamento dado ao longo do texto à dimensão empírica da ciência. | Presença de atividades experimentais que estimulem o controle de variáveis, tomada de dados e a relação destas com os conhecimentos teóricos trabalhados ao longo do texto. |
| Dimensão Histórica | Identificação e caracterização da forma e tratamento dado ao longo do texto à dimensão histórica da ciência. | Presença de aspectos sócio-econômicos e culturais como influenciando o processo de construção do conhecimento; Dinâmica de construção de teorias, apresentadas através do conflito de diferentes pontos de vista; a participação de diferentes cientistas na elaboração de conceitos e teorias. |
| Relação Ciência-Tecnologia | Identificação e caracterização da forma e tratamento dado ao longo do texto à relação ciência-tecnologia. | Presença da discussão de fatores tecnológicos como potencializadores do desenvolvimento científico; reflexões acerca da aplicabilidade da ciência e sua presença no desenvolvimento da tecnologia e seus produtos. |

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, Mauro Sérgio T. de; ABIB, Maria Lúcia V. dos Santos. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 25, n. 02, junho, 2003.

BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BARBOSA, Joaquim de Oliveira et al. Investigação do papel da experimentação na construção de conceitos em eletricidade no ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v.16, n. 01, abril, 1999. Disponível em < <http://www.fsc.ufsc.br> > Acesso em 07 de setembro de 2007.

BORGES, A. Tarcísio. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v.19, n. 03, dezembro 2002. Disponível em < <http://www.fsc.ufsc.br> > Acesso em 07 de setembro de 2007.

CACHAPUZ, António et al. **A necessária renovação do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

FREIRE, Paulo. **Extensão ou comunicação?** Tradução de Rosisca Darcy de Oliveira. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1971.

JAPIASSU, Hilton. **Ciência e destino humano**. Rio de Janeiro: Imago, 2005.

LARANJEIRAS, Cássio C. **Redimensionando o Ensino de Física numa perspectiva histórica**. Dissertação de mestrado. Instituto de Física e Faculdade de Educação da USP. São Paulo. 1994.

MARTINS, Roberto de Andrade. A história das ciências e seus usos na educação. In SILVA, Cibelle Celestino (org). **Estudos de História e Filosofia das Ciências: subsídios para aplicação no ensino**. Livraria da Física. São Paulo, 2006.

MENEZES, Luis Carlos de. **A matéria uma aventura do espírito: fundamentos e fronteiras do conhecimento físico**. São Paulo: Ed. Livraria da Física, 2005.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v.12, n.36, p. 474-496, set./dez. 2007.

SILVA, Ezequiel Theodoro. Livro didático: do ritual de passagem à ultrapassagem. **Em Aberto**, ano 16, n. 69, jan/mar, 1996.

VASCONCELOS, Simão Dias; SOUTO, Emanuel. O livro didático de ciências no ensino fundamental – proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. **Ciência e Educação**, v.9 n.1, p. 93-104, 2003.

