

EDUCAÇÃO DIALÓGICA-PROBLEMATIZADORA NA FÍSICA CONTEMPORÂNEA

Wagner Duarte José/UESC
Franklin Bispo dos Santos/UESC
Fábio da Purificação de Bastos/UFSM

RESUMO

Neste artigo, destacamos os fundamentos didáticos-metodológicos que embasam atividades teórico-experimentais em torno de aparatos tecnológicos, bem como relatamos o desenvolvimento de um curso de extensão norteado por estes fundamentos. Nosso intuito é o de buscarmos uma melhor compreensão da dimensão prática da relação Física-Tecnologia-Sociedade em torno de conhecimentos da física contemporânea relacionados aos Fundamentos da Mecânica Quântica, como exemplificado pelo paradoxo do "gato de Schrödinger" e suas aplicações. Objetivamos ainda demonstrar a necessidade da reorientação curricular dos cursos de formação de professores de física, no sentido de vivenciar habilidades científicas-educacionais e formar redes de professores-pesquisadores que atuem colaborativamente ao desenvolverem suas práticas escolares de física.

Palavras-chaves

Física-Tecnologia-Sociedade, "gato de Schrödinger", professores-pesquisadores, educação dialógica.

ABSTRACT

In this article we detached the theoretical-methodological foundations that rule theoretical-experimental activities around technological apparatuses and we told the development of an extension course orientated by these foundations. We intent to get a better comprehension of the practice dimension of relationship Physics-Technology-Society around of knowledge of the contemporary physics related to the Foundations of Quantum Mechanics as exemplified by the paradox of the "Schrödinger's cat" and its applications. We aim to demonstrate the need of the changing the significance of the courses of the teachers formation in the sense of to development scientific-educational abilities and to form teacher-researches nets that act cooperatively on to develop your social education practices.

Keywords

Physics-Technology-Society, "Schrödinger's cat", teacher-researches, dialogical education.

INTRODUÇÃO

Há um consenso atual na comunidade universitária de Física no que se refere às dificuldades que alunos formandos da graduação encontram para interpretar fenômenos físicos. Se por um lado, a habilidade matemática se faz cada vez mais presente na especificidade crescente do curso, por outro, o desenvolvimento de habilidades como observação, reflexão, distanciamento e formulação de hipóteses, enriquecem a compreensão da Física, despertando no aluno a curiosidade e a iniciativa para construir conhecimentos e desenvolver suas próprias práticas sócio-educacionais de maneira crítica e investigativa. Infelizmente, em favor de um caráter excessivamente matematizado e compartimentalizado dos conteúdos curriculares em cursos de licenciatura em Física, estas habilidades não têm sido priorizadas.

Esta contradição é ainda mais notória quando se almeja uma formação científica-tecnológica que responda aos desafios de enfrentamento do mo-

delo capitalista em prol da humanização dos sujeitos execrados de sua condição humana. No espaço escolar, torna-se fundamental a reelaboração dos conteúdos escolares a fim de serem construídos instrumentos que possibilitem a transformação da realidade pela via da racionalidade científica-tecnológica.

O requisito essencial desse processo gnosiológico é o diálogo-problematizador entre os sujeitos educativos em torno da realidade por eles percebida com base em suas próprias visões de mundo. A educação dialógica-problematizadora de matriz freireana assume essa interação hominimundo como gerador do conhecimento educacional. Entendendo que esta concepção de educação seja inerente à formação inicial e continuada de professores-pesquisadores de física, buscamos pautar o ensino da Física na análise de *situações-limites* que se apresentam codificadas aos sujeitos educativos, a partir das quais os conhecimentos em Física são apreendidos (JOSÉ, 1999). Mais especificamente, procuramos desenvolver educacional-

mente a investigação em torno de objetos reais, transformando-os em *equipamentos geradores*, os quais potencializam a reelaboração dos conteúdos educacionais no sentido da incorporação da relação dialética entre Física, Tecnologia e Sociedade (FTS) no contexto da sala de aula.

Consideramos, por exemplo, que temáticas relacionadas a conhecimentos-chaves da física contemporânea podem desencadear o processo reflexivo-ativo dos alunos, pois encerram contradições entre a compreensão de um fenômeno físico, as diferentes visões de mundo, a formulação matemática de um problema (modelo físico) e o desvelamento de aparatos tecnológicos presentes na realidade e produtores da existência humana. Fenômenos como a produção de fótons, a interferência quântica, a não-localidade e o paradoxo do “gato de Schrödinger” são modelos da física quântica de extrema importância para a compreensão qualitativa, a partir dos primeiros princípios, da interação matéria-radiação, que estão na base conceitual da construção e funcionamento de aparelhos tecnológicos como lâmpadas, lasers, dispositivos de lógica quântica, criptografia quântica, computadores quânticos, dentre outros.

Neste artigo, descrevemos uma atividade escolar dialógica em física, tematizada pelo paradoxo do gato de Schrödinger, tomando-o como um desafio didático-epistemológico¹. Tal atividade foi organizada e concretizada dentro um curso de extensão, cujo objetivo foi o de introduzirmos esta concepção de trabalho escolar junto aos alunos do curso de graduação em Física e avaliarmos sua potencialidade educacional. Analisando nossa práxis educacional pelo viés da *investigação-ação emancipatória* (Carr e Kemmis, 1986), esperamos contribuir para a reorientação dos cursos de formação inicial e continuada dos professores de Física e Ciências Naturais e suas Tecnologias.

REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO

Atualmente, tem sido efervescente a discussão na comunidade científica de Ensino de Ciências Naturais e suas Tecnologias em torno das reorientações curriculares que estão sendo implementadas pelo governo federal, na forma de

diretrizes curriculares para o ensino de graduação e parâmetros curriculares nacionais. Tais documentos delineiam uma formação mais flexibilizada em Física e uma atuação profissional baseada em competências e habilidades que o profissional em Física necessita possuir a fim de ter comprometimento com a contextualização histórico-cultural, científico-tecnológica, político-social e econômica da sociedade em que vive (MOREIRA, 2000).

Não entrando no mérito das relações problemáticas entre governo e comunidade acadêmica universitária quanto aos meios e fins das políticas educacionais, muitas vezes impostas por aquele a esta, defendemos que, do ponto de vista educacional, a mudança na concepção de formação de professores se dê em torno da concepção de *educação dialógica problematizadora*:

“É preciso (...) que o formando, desde o princípio mesmo de sua experiência formadora, assumindo-se como sujeito também da produção do saber, se convença definitivamente de que **ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção.** (...) É preciso deflagrar no aprendiz uma aprendizagem crescente (...) **quanto mais criticamente se exerça a capacidade de aprender tanto mais se constrói e desenvolve o que venho chamando de “curiosidade epistemológica”, sem a qual não alcançamos o conhecimento cabal do objeto.**” (FREIRE, 1996 - grifos nossos).

Freire chama atenção para a curiosidade epistemológica, necessariamente investigativa, como processo que envolve o distanciamento crítico em busca de conhecimentos que possibilitem a reflexão e ação dos homens sobre o mundo para, transformando-se, transformá-lo (FREIRE, 1987). Enquanto processo pedagógico, a educação dialógica-problematizadora freireana consiste no desvelamento ou decodificação das chamadas *situações-limites*, contradições que se apresentam a nós como *codificadas*, seja pelo conhecimento físico envolvido com relação à temática, seja pela alienação diante de uma realidade ideologicamente opacizada, frente às quais a alternativa primeira seria a adaptação (JOSÉ, 1999).

A identificação e análise de *situações-limi-*

tes em torno da produção, funcionamento e uso de aparelhos tecnológicos, em torno das relações de opressão estabelecidas e das leis da Física que estão ali concretizadas, englobam o que chamamos *alfabetização técnica*, uma concepção de ensino dialógico que explora educacionalmente a interface *Física-Tecnologia-Sociedade*. De maneira mais formal, a alfabetização técnica envolve problemas concretos que a realidade levanta em torno de *equipamentos geradores*, objetos tecnológicos cujo princípio de construção e funcionamento estejam acoplados às situações/fenômenos tomados como significativos, capazes de potencializar ações educativas *dialógicas*, vinculadas à realidade concreta e interagindo com ela (DE BASTOS, 1990).

A ciência e a tecnologia deixam de ser entendidas como elementos neutros de modificação da natureza, ou seja, são conceituadas dentro de uma relação dialética com a evolução da sociedade, pois se originam na práxis produtiva humana, reflexiva e transformadora do homem sobre o mundo, possuem uma história, determinam os modos de produção e consumo e são determinadas por estes, humanizam (o emancipam) e desumanizam o homem (vem completar sua alienação) (VASQUEZ, 1977; VIEIRA PINTO, 1985).

A produção constante de ciência e tecnologia, sua rápida difusão e uso pelo setor produtivo e por uma sociedade de parâmetros consumistas, tornam-se motivo de preocupação não apenas pela degradação ambiental conseqüente, mas principalmente pela própria marginalização dos trabalhadores, impelidos para a categoria dos excluídos em função do acirrado modelo sócio-econômico capitalista.

Trabalhar educacionalmente neste contexto consiste em desvelar mecanismos e relações mitificados pela ideologia da minoria dominante, buscar soluções para superação das relações de opressão pela melhoria da qualidade de vida, possibilitar o acesso de todos a bens e serviços em áreas essenciais para o desenvolvimento das potencialidades dignas do ser humano. O que se pretende na realidade, é alcançar uma compreensão cada vez mais coerente da relação entre ciência e tecnologia como processos sociais, pois se esta relação

“for entendida nesse contexto mais amplo, poderá haver uma esperança real de que a configuração do nosso mundo futuro será traçada por um eficiente controle público, de modo que os processos científicos e tecnológicos beneficiem verdadeiramente a humanidade.” (BAZZO, 1998)

A *Investigação-ação emancipatória* no contexto escolar propicia essa busca interativa na construção do conhecimento dentro de uma dimensão prática, pois é um processo epistemológico de indagação e conhecimento que visa o entendimento e as transformações das práticas educacionais individuais e coletivas decorrentes da interação entre os envolvidos. Seu intuito é o de observar sistematicamente as ações e refletir criticamente sobre as limitações, transformando a ação educativa num compromisso concreto de melhoria das práticas sociais dos sujeitos educativos envolvidos (DE BASTOS, 2000).

Sua sistemática educacional compreende a *espiral investigativa*, que consiste num ciclo formado pelos momentos de *planejamento* (elaboração coletiva de atividade educacional), *ação* (aula propriamente dita), *observação* (registros de problemas e avanços enfrentados), *reflexão* (auto-reflexões) e re-planejamento, realizados colaborativamente (DE BASTOS, 2001). A ação educacional passa a ser continuamente informada sobre o problema vivenciado com vistas à sua superação. A organização didática-metodológica da aula propriamente dita é norteada pelos *três momentos pedagógicos* sistematizados por Angotti e Delizoicov (1990):

Num primeiro momento - *estudo da realidade (ER)*, são apresentadas questões e/ou situações para discussão com os alunos. Sua função, mais do que simples motivação para se introduzir um conteúdo específico, é fazer a ligação desse conteúdo com situações reais que os alunos conhecem e presenciam, para as quais provavelmente não dispõem de conhecimentos sistematizados suficientes para interpretá-las total ou corretamente.

No segundo momento - *organização do conhecimento (OC)*, continuando o processo de distanciamento, são desenvolvidas definições,

conceitos, relações, sendo estes conhecimentos programados e sistematizados de maneira que levem ao recorte epistemológico do conhecimento sistematizado pela relação FTS.

No terceiro momento - *aplicação do conhecimento (AC)*, voltamos à problemática descrita pelo ER, compreendendo-a já com os olhos do conhecimento sistematizado em sala de aula, e defrontamo-nos com outras novas situações que representarão limites nos quais aplicaremos o conhecimento apreendido e que suscitarão novos processos de *codificação-decodificação*.

O CURSO DE EXTENSÃO

Planejamos as atividades educacionais pautadas na investigação dos *equipamentos geradores*, possibilitando a descoberta dos aspectos mais conflitantes para os educandos em torno dos conteúdos delimitados pela temática, procurando identificar fenômenos ou situações de maior relevância sócio-cultural, suas visões de mundo (dos educandos) e a forma como eles percebem a realidade concreta. Os três momentos pedagógicos funcionaram como organizadores da programação, para refletirmos de onde partimos, aonde queríamos chegar e qual a direção que poderíamos dar ao trabalho.

Essas atividades fizeram parte de um curso de extensão de 20 horas contendo três oficinas pedagógicas de Física com carga horária de seis horas cada (as duas restantes destinaram-se à apresentação e ao encerramento), ao longo de cinco semanas. O curso foi denominado de *Fundamentos da Mecânica Quântica: desvelando visões de mundo e descrevendo tecnologias futuras*, e foi ministrado a um grupo de 15 alunos de graduação em Física (Bacharelado e Licenciatura) da Universidade Estadual de Santa Cruz da Bahia, os quais tinham completado apenas as disciplinas da Física Clássica. Nosso objetivo era o de realizar atividades educacionais dialógicas dentro da temática dos Fundamentos de Mecânica Quântica e proporcionar ao educando instrumentos de confecção e análise de situações-limites descritivas da relação dialética Física-Tecnologia-Sociedade.

O fato de não terem estudado ainda a disciplina de Estrutura da Matéria foi bastante oportuno, pois pudemos trabalhar como se nunca tivessem tomado contato com a visão de mundo científica sobre fenômenos do cotidiano, como a produção de luz numa lâmpada incandescente. Logo na problematização inicial ou estudo da realidade, já identificamos a dificuldade de se expressarem contracenando o modelo ondu-latório clássico da radiação e o modelo atômico de Bohr (que já conheciam do ensino fundamental e da disciplina de Química Geral).

O paradoxo do gato de Schrödinger como desafio didático-epistemológico, apesar de não poder ser formalmente classificado como tema gerador na perspectiva freireana, apresentou-se como uma boa codificação, porque recentemente o jornal *Folha de São Paulo* tinha publicado um longo encarte sobre os 100 anos da Física Quântica e um outro artigo sobre a obtenção de estados do tipo “gato de Schrödinger” com aplicação em computadores quânticos (FOLHA DE SÃO PAULO, 2000a e 2000b).

Para entendimento do paradoxo, outros conhecimentos que proporcionam a descontinuidade conceitual das físicas clássica e quântica, necessitavam ser problematizados e apreendidos, o que foi feito nas duas primeiras oficinas. A seguir, relatamos brevemente estas oficinas e descrevemos com maior detalhe a terceira oficina, que tratou mais especificamente do paradoxo. No anexo, destacamos o guia do professor da terceira oficina e um texto explicativo do paradoxo.

Oficina 1 – Lâmpadas incandescentes e fluorescentes: desvelando visões de mundo

Esta oficina confronta conhecimentos de física clássica e quântica na descrição do fenômeno de produção de luz nestas lâmpadas e discute o atual racionamento de energia elétrica através de textos de jornais e da avaliação da relação custo-benefício na troca de lâmpadas incandescentes por fluorescentes pela eficiência da luz produzida. Analisando e confrontando os espectros da luz produ-

zida pelas duas lâmpadas com auxílio de um cd, utilizado como rede de difração para verificar a dispersão das várias cores que compõem os dois feixes de luz (contínuo no caso da lâmpada incandescente e discreto na fluorescente), tivemos a oportunidade de introduzir conceitos básicos da teoria quântica, como a estrutura atômica da matéria, o fóton, átomo de Bohr, quantização e espectros de energia, processo de emissão-absorção de luz pela matéria, e outros.

Oficina 2 – Desvelando o armazenamento e a leitura de informações num *cd-player*.

A partir da comparação entre as vantagens e desvantagens de um cd e um disco de vinil, da leitura digital e analógica, e da diferenciação entre luz laser e luz branca (comum), dialogamos criticamente sobre a revolução que este mecanismo de produção e transmissão de informações tem causado à sociedade.

Ao desvelarmos o armazenamento e a leitura de informações num *cd-player*, enfatizamos a evolução das teorias corpuscular e ondulatória da luz, e destacamos a dualidade onda-partícula, evidenciando o fenômeno de *interferência nos ridges* (montanhinhas) do *cd* e o fenômeno *corpuscular* da absorção da luz laser pelo fotodiodo após fazer a leitura dos códigos. Finalmente, demonstramos a viabilidade de utilizarmos o cd como uma rede de difração, medindo experimentalmente o comprimento de onda da luz laser de uma ponteira-laser, e salientamos os aspectos da evolução da tecnologia que possibilitou a ampliação da quantidade de informações armazenadas.

Oficina 3 – Desvelando o paradoxo do gato de Schrödinger e suas aplicações.

Nesta oficina, apresentamos uma abordagem mais complexa, pois problematizamos aos alunos as contradições geradas na interpretação da Mecânica Quântica a nível macroscópico, como a superposição de dois estados clássicos distintos descrita na experiência imaginária do paradoxo do “Gato de Schrödinger”.

A falta de um equipamento gerador propria-

mente dito foi substituída pela leitura e problematização de artigos de divulgação científica que versavam sobre a teoria quântica publicados pelo jornal *Folha de São Paulo* (FOLHA DE SÃO PAULO, 2000a e 2000b). Estes artigos ressaltam a importância do conhecimento contemporâneo em Física como elemento de cultura e valor de todo ser humano, porém, são escritos de uma forma codificada mesmo para alunos iniciantes dos cursos de Física, levando à reafirmação metafísica da Física como legado compreensível apenas pelos próprios físicos.

Essencialmente, buscamos interpretar os desafios presentes nos artigos, como a dualidade onda-partícula, o princípio de incerteza, a divisibilidade do átomo, a superposição quântica de estados clássicos, e as partículas gêmeas telepáticas. A análise discursiva do paradoxo em termos da *teoria da medida* e da influência do meio ambiente causada pela decoerência permitiu abordagens mais sutis dos Fundamentos da Mecânica Quântica e de aplicações tecnológicas subsequentes, como a criptografia quântica e a computação quântica, sendo enfatizadas suas vantagens e limitações.

As diversas interpretações da Mecânica Quântica e as possíveis soluções do paradoxo foram problematizadas como um problema em aberto, buscando abrir caminho para a compreensão da teoria quântica numa dimensão mais qualitativa, interpretativa, mesmo quando a formulação matemática se fez necessária.

AVALIANDO O PROCESSO

Não nos detemos a responder estritamente as questões do guia, que serviram apenas como direcionamento da atividade, pois nossa preocupação era de suscitar e sustentar o diálogo-problematizador e as interpretações que os alunos tinham acerca das *situações-limites*. Durante o desenvolvimento das oficinas, ocorreram interações entre os alunos através de grupos para a análise de situações práticas, desencadeando reflexões em torno do tema proposto e oportunizando a troca de informações adicionais entre os mesmos.

Após cada oficina, realizávamos anotações

a respeito do curso através de um diário de bordo, onde relatávamos algumas observações e comentários, o que se apresentou de importante para nós, e questionamos os alunos quanto ao tema do estudo e a abordagem didática. Esses registros compuseram a memória geradora das nossas auto-reflexões e replanejamentos educacionais. Os alunos destacaram favoravelmente a importância de enfatizarmos as atividades experimentais como forma introduzir os conhecimentos teóricos descrevendo fenômenos que passam quase despercebidos no cotidiano, tornando as aulas mais dinâmicas e interessantes.

A manipulação dos equipamentos geradores provocou a interatividade dos alunos e a exposição de argumentos e opiniões diante das *situações codificadas*, o que se configurou numa abordagem *dialógica* da relação *Física, Tecnologia e Sociedade*, contemplando fatos atuais e facilitando a compreensão conceitual de conhecimentos-chaves da física contemporânea.

Notamos um certo desenvolvimento do espírito investigativo por parte dos alunos e uma receptividade muito boa, até mesmo quando se defrontaram com as equações quânticas, discutidas qualitativamente, as quais já não eram mais aterrorizantes e sim esclarecedoras da origem do paradoxo. Porém, não podemos afirmar que passaram a ter uma melhor percepção daquilo que os cercam, tornando-se mais observadores e críticos. Provavelmente passaram a viver a consciência dos seus mundos e suas interações, fato que observamos pela abordagem crítica que houve em torno do racionamento de energia elétrica, por exemplo.

Infelizmente, não foi possível mediante o curso de extensão garantir a mudança na concepção de formação de professores, quando nos reportamos a questões como: seria possível trabalhar com esta abordagem didática-metodológica numa disciplina do curso de Física? Para muitos alunos, mesmo salientando os pontos positivos da educação dialógica-problematizadora, o conteúdo do ensino tradicional seria prejudicado quanto à sua extensão, pois o tempo destinado a atividades como estas não possibilitaria que a ementa curricular fosse cumprida. Acreditamos que questões como estas

devam ser tensionadas ao longo de toda a formação escolar inicial do docente, principalmente dentro das disciplinas curriculares, a fim de diminuir ou mesmo erradicar essa visão naturalista da ciência e de seu ensino.

O ponto mais crítico no curso, na nossa avaliação, foi o pouco tempo dedicado no curso para as produções escritas dos alunos, a fim de que fizessem sínteses das atividades, respondessem às questões e dissertassem sobre as situações codificadas. No replanejamento dessas atividades e de outras, estes questionamentos devem ser levados em conta, conforme a própria espiral investigava preconiza, acrescentando o planejamento de situações-limites do próprio processo educacional como a relação conhecimento-conteúdo exposta acima.

Convém ressaltar que a evasão foi bastante reduzida (eram dezoito alunos matriculados, ficando quinze no final) e, dentro dos limites do curso, os objetivos foram cumpridos. Outros desdobramentos do curso tornaram-se evidentes, como uma discussão mais pormenorizada das diferentes interpretações da Mecânica Quântica, do paradoxo das Desigualdades de Bell e dos arquétipos experimentais realizados atualmente dentro da Óptica Quântica, ficando essa abordagem para um momento posterior, contando com novos ciclos da espiral investigativa.

CONCLUSÕES

Diante do exposto, podemos concluir que a discussão em torno das visões de mundo utilizando equipamentos geradores, tanto clássica com quântica, com o intuito de apreender criticamente a realidade vivida em torno da ciência e da tecnologia, torna-se essencial num processo escolar-investigativo que contemple a ruptura com o caráter fragmentado e matematizado do ensino tradicional de Física, no sentido da reorganização dos conteúdos educacionais.

Assim, a abordagem didática-metodológica adotada desde a preparação do curso até sua avaliação nos parece bastante adequada para o ensino da Física, problematizando a compressão de conhecimentos contemporâneos e resgatando o viver

dos alunos. O caráter educacional dialógico-problematizador das oficinas pedagógicas possibilitou análises investigativas em múltiplas dimensões da relação *Física, Tecnologia e Sociedade* (FTS), contribuindo para a formação científica-educacional crítica do aluno.

Cabe perguntar ainda se não vale a pena apresentarmos uma disciplina semestral que faça realmente o salto proposto, já que somos cientes das dificuldades que temos em romper com a fragmentação doutrinária e livresca dos currículos atuais. Pelo desenrolar do curso, o conhecimento educacional aqui descrito, se tomado como ponto de partida, tem potencial para alavancar tanto uma

reestruturação das disciplinas de Estrutura da Matéria e Mecânica Quântica, quanto para romper com a dissecação matemática desta última, em favor de uma versão dinâmica contempladora da codificação-descodificação, gerando inserções da História e Filosofia da Ciência e do tripé FTS.

Portanto, tensionar as políticas curriculares em cursos de formação de professores de Física pela via da investigação-ação emancipatória buscando delinear ações como as aqui expostas, e formar comunidades de professores-pesquisadores atuando colaborativamente, constitui um caminho formativo a trilharmos dentro da dimensão humanista freireana do ser *mais*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGOTTI J. A.; DELIZOICOV, D. (1990) *Metodologia do Ensino de Ciências*, São Paulo: Cortez.
- CARR, W e KEMMIS, S. (1986) *Becoming Critical: Education, knowledge and action research*, Brighton, UK: Falmer Press.
- DE BASTOS, F. da P. "Alfabetização Técnica" na disciplina de Física: uma experiência educacional dialógica. - Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 1990 Dissertação (Mestrado).
- DE BASTOS, F. da P.; ANGOTTI, J. A. P.; MION, R. A.; JOSÉ, W. D. (2000) *Didática e Prática de Ensino: Instâncias curriculares interfaceadoras da Física, Tecnologia e Sociedade*, VII ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, Atas... Florianópolis.
- DE BASTOS, F. da P.; JOSÉ, W. D.; MION, R. A.; SOUZA, C. A. (2001) *Mudando o trabalho educativo de formar professores de Física*. *Revista Perspectiva*. Florianópolis, v.18, n.33, p.93-114.
- BAZZO, W A (1998) *Ciência, Tecnologia e Sociedade no Contexto da Educação Tecnológica*, Florianópolis: UFSC.
- DAVIDOVICH, L. (2001) <http://www.if.ufrj.br/~ladif/extensao/#pal>.
- FOLHA DE SÃO PAULO (2000a) *Folha Ciência*, 29 de Outubro de 2000.
- FOLHA DE SÃO PAULO (2000b) *Caderno Mais*, 17 de Dezembro de 2000.
- FREIRE, P. (1983) *Pedagogia do Oprimido*, São Paulo: Paz e Terra, ed.17.
- FREIRE, P. (1996) *Pedagogia da Autonomia (Saberes necessários à prática educativa)*, Coleção leitura, São Paulo: Paz e Terra, ed.15.
- JOSÉ, W. D. (1999) *Situações-limites do Ensino de Física e Ciências: Contribuições de uma prática educacional dialógica*, Atas a V Escola de Verão de Investigação-Ação Educacional, Santa Maria, RS.
- MOREIRA, M. A. (2000) *Ensino de física no Brasil: Retrospectivas e Perspectivas*, *Revista Brasileira de Ensino de Física*, Vol.22, n.1, Março; p.94-99
- VASQUEZ, A. S. (1977) *Filosofia da Práxis*, Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- VIEIRA PINTO, A. (1985) *Ciência e Existência: problemas filosóficos da pesquisa científica*, Rio de Janeiro: Paz e Terra.