

Ensino-aprendizagem de física no nível médio: o estado da arte da produção acadêmica no século XXI

(*Physics teaching and learning at high school level: the state of art of academic publication in the 21st century*)

Flavia Rezende¹, Fernanda Ostermann², Gleice Ferraz³

¹*Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil*

²*Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil*

³*Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil*

Recebido em 8/3/2008; Revisado em 14/8/2008; Aceito em 16/1/2009; Publicado em 30/4/2009

O presente trabalho permitiu mapear o estado da arte da produção nacional recente sobre o ensino de física que pode servir como uma primeira aproximação à área. A análise inicial, que distribuiu todos os trabalhos publicados no período de 2000 a 2007 em temáticas utilizadas nas últimas edições dos eventos científicos referentes ao ensino de física, mostrou que a produção se concentra na temática ensino-aprendizagem. Esta tendência expressa uma visão instrumentalista da pesquisa em ensino e muitas vezes tecnicista do processo educativo, que visa basicamente ao fornecimento de subsídios ao professor para melhorar o desempenho do aluno. Pela análise de conteúdo dos resumos foi possível perceber que, em geral, a ênfase é colocada nos aspectos cognitivos do ensino-aprendizagem de física, deixando-se de fora outros aspectos envolvidos e assim, não fazendo justiça à complexidade do processo. Este resultado indica a necessidade de maior investimento na pesquisa teórica, que permita uma reflexão mais profunda e a compreensão das muitas dimensões do processo educativo. A distribuição dos 100 trabalhos sobre ensino-aprendizagem de física em subtemáticas indicou que a produção se apoia sobre um tripé: desenvolvimento de experimentos para o laboratório didático, que concentra a maior parte dos trabalhos, seguida de propostas de metodologias e estratégias de ensino e da elaboração de recursos didáticos. O predomínio de trabalhos de cunho descritivo sugere a necessidade de fomentar a cultura de pesquisa que de fato leve à produção de conhecimento.

Palavras-chave: ensino e aprendizagem de física, estado da arte, produção acadêmica.

This work presents the state of the art of the recent national publication on the teaching and learning of physics that can be a starting point to first approaching the area. The initial analysis, that distributed all the papers published since 2000 to 2007 in the themes used in academic conferences related to the teaching of physics showed that the publication concentrates on the theme of Teaching and Learning. This trend expresses an instrumentalist view of the educational research and a technicist view of education that aim basically to supply teachers with resources to improve students' performance. The abstracts' content analysis showed that, in general, the emphasis is put on the cognitive aspects, not making justice to the complexity of the process. This result indicates the necessity of investment on theoretic research, which allows a deeper reflection and comprehension of all the dimensions involved in the educational process. The distribution of a hundred papers on the teaching and learning of physics in subthemes indicated that research is supported on a tripod: development of experiments for didactic laboratory, which concentrates great part of the papers, followed by proposals of teaching methodologies and strategies and elaboration of instructional resources. The predominance of descriptive papers suggests the necessity of fomenting the research culture that leads to the production of knowledge.

Keywords: teaching and learning of physics, state of the art academic publication.

1. Introdução

O contexto deste estudo é a seleção de recursos pedagógicos para o ambiente virtual InterAge [1] que visa à formação de professores de física por meio de sua aproximação à produção acadêmica da área, da re-

flexão sobre sua prática profissional, da interatividade e colaboração entre professores. Basicamente, são propostas situações-problema da prática pedagógica, que podem ser resolvidas por meio de planejamentos de aula ou de unidades de ensino, com apoio de recursos pedagógicos e de comunicação on-line com outros

¹E-mail: flaviarezende@uol.com.br.

professores e tutores. Diferentes conjuntos de recursos, incluindo textos de apoio, materiais educativos, problemas relacionados, *links* e boas práticas foram selecionados ou elaborados especificamente para cada uma das situações-problema e a elas associados. Os textos de apoio são artigos publicados nos principais periódicos de ensino de física e em atas de eventos da área. O professor tem acesso aos resumos e textos completos, além de ter a possibilidade de imprimi-los. Na medida em que a produção acadêmica está sempre crescendo, faz-se necessária a constante atualização dos recursos oferecidos no ambiente.

A seleção de textos de pesquisa em ensino de física para serem disponibilizados no InterAge já permitiram, anteriormente, a elaboração de uma análise da produção no período de 2000 a 2004 e sua confrontação com os problemas efetivos dos professores de física [2, 3]. O contexto de atualização do conjunto de artigos oferecidos nos permite, agora, dar continuidade a estes trabalhos, sendo possível, assim, caracterizar a produção acadêmica em ensino de física a partir de um levantamento do que se publicou, nos periódicos nacionais, entre 2000 a 2007.

2. Metodologia

A caracterização da produção em ensino de física no período considerado envolveu as seguintes etapas: a) o levantamento do universo de trabalhos a ser analisado; b) a classificação dos trabalhos segundo temáticas e c) caracterização da temática ensino-aprendizagem a partir da organização dos trabalhos em subtemáticas.

2.1. Levantamento do universo de trabalhos a ser analisado

O universo de trabalhos é composto pelo total de trabalhos sobre o ensino de física no nível médio publicados nos volumes dos principais periódicos nacionais da área de ensino de ciências (Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Investigações em Ensino de Ciências, Revista Brasileira de Ensino de Física; Revista Ciência & Educação, Revista Ensaio-Pesquisa em Educação em Ciências; Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências e A Física na Escola) no período de 2000 a 2007 (Tabela 1).

Tabela 1 - Volumes dos periódicos nacionais pesquisados.

Periódico	Volume
Ciência & Educação	6-13
Investigações em Ensino de Ciências	5-12
Caderno Brasileiro de Ensino de Física	17-24
Rev. Bras. de Pesq. em Educação em Ciências	1-7
Ensaio - Pesq. Ed. Ciências	2-9
Revista Brasileira de Ensino de Física	22-29
A Física na Escola	1-8

Além dos trabalhos publicados em língua estrangeira e aqueles dirigidos exclusivamente aos pesquisadores,

foram excluídos aqueles cujos objetos de estudo são: conteúdo de física não reelaborado para a formação do professor ou para o ensino-aprendizagem de nível médio; ciências no ensino fundamental; ensino superior, exceto quando voltados para cursos de licenciatura em física.

2.2. Classificação dos trabalhos em temáticas

Nesta etapa, o universo de trabalhos foi classificado segundo um conjunto de temáticas definidas a partir de uma composição das temáticas utilizadas nas últimas edições do Encontro de Pesquisa em Ensino de Física e do Simpósio Nacional de Ensino de Física. O conjunto de categorias resultante foi o seguinte: a) *Ensino-aprendizagem de física*; b) *Formação do professor de física*; c) *Filosofia, história e sociologia da ciência no ensino de física*; d) *Educação em espaços não-formais e divulgação científica*; e) *Ciência, tecnologia e sociedade*; f) *Alfabetização científica e tecnológica e ensino de física*; g) *Currículo e inovação educacional*; h) *Políticas educacionais*; i) *Interdisciplinaridade e ensino de física*; j) *Arte, cultura e educação científica*; k) *Linguagem e cognição no ensino de física*; e l) *Ensino de física para portadores de necessidades especiais*.

A classificação dos trabalhos foi feita a partir da análise do conteúdo [4] de seus resumos e visou, fundamentalmente, levantar seus objetos de estudo e, assim, identificar a principal temática na qual cada trabalho se encaixava.

2.3. Caracterização da temática ensino-aprendizagem de física

Nesta etapa, a análise de conteúdo dos resumos de todos os trabalhos classificados na temática ensino-aprendizagem permitiu a identificação de categorias e sua distribuição nas seguintes subtemáticas: *Referenciais teóricos para o ensino e aprendizagem*; *Resolução de Problemas*; *Metodologias/Estratégias de ensino*; *Levantamento de concepções / dificuldades conceituais*; *Avaliação da aprendizagem*; *Recursos didáticos*; *Laboratório didático*; *Conteúdos reelaborados para o ensino médio*. Os trabalhos sobre recursos didáticos que utilizam as tecnologias da informação e comunicação foram incluídos na subtemática *Recursos didáticos* apesar de, ultimamente, já constituírem uma temática específica nos eventos científicos.

Essa análise incluiu um processo de triangulação do qual participaram três pesquisadores. Os pesquisadores obtiveram uma percentagem de mais de 90% de concordância com relação à classificação dos trabalhos.

3. Resultados

A classificação do universo de trabalhos nas temáticas definidas mostrou que a grande maioria das publicações

nos periódicos da área está dirigida a questões relacionadas ao ensino-aprendizagem de física (Tabela 2).

Tabela 2 - Classificação dos trabalhos segundo as temáticas.

Temática	N. trabalhos
Ensino-aprendizagem de física	100
Formação do professor de física	13
Filosofia, história e sociologia da ciência no ensino de física	18
Educação em espaços não-formais e divulgação científica	1
Ciência, tecnologia e sociedade	3
Alfabetização científica e tecnológica e ensino de física	1
Currículo e inovação educacional	4
Políticas educacionais	3
Interdisciplinaridade e ensino de física	4
Arte, cultura e educação científica	0
Linguagem e cognição no ensino de física	2
Ensino de física para portadores de necessidades especiais	3

Os 100 trabalhos sobre a temática de ensino-aprendizagem foram, então, distribuídos em subtemáticas (Tabela 3).

Tabela 3 - Classificação da temática ensino-aprendizagem de física em subtemáticas.

Subtemáticas	N. trabalhos
Referenciais teóricos para o ensino e aprendizagem	8
Resolução de problemas	1
Metodologias e estratégias de ensino	19
Levantamento de concepções / dificuldades conceituais	8
Avaliação da aprendizagem	3
Recursos didáticos	22
Laboratório didático	34
Conteúdos reelaborados para o ensino médio	5
Total	100

Uma síntese do conteúdo do conjunto de trabalhos que compõe cada subtemática é apresentada nas seções a seguir, procurando-se caracterizar o objeto de estudo de cada trabalho. O conjunto dessas subseções compõe, então, o estado da arte da produção acadêmica sobre a temática ensino-aprendizagem de física.

3.1. Referenciais teóricos para o ensino e aprendizagem

Referenciais cognitivistas continuam sendo objeto dos pesquisadores, como por exemplo, na análise crítica do referencial da mudança conceitual [5], na proposta dos modelos mentais integrados à teoria dos campos conceituais de Vergnaud [6] e no trabalho de Arruda *et al.* [7] que pretendeu complementar o conceito de aprendizagem significativa, introduzindo o universo inconsciente na discussão.

Matthews [8] e Laburú *et al.* [9] fizeram uma análise crítica dos pressupostos do construtivismo como referencial teórico, enquanto que Rezende [10] apresentou

um panorama das abordagens construtivistas associadas ao uso das tecnologias da informação e comunicação nas aulas de ciências. Araújo e Barros Filho [11] buscam uma aproximação entre o construtivismo de Piaget e o inatismo de Chomsky, embora reconhecendo inúmeras dificuldades que envolvem questões neste campo.

A teoria de ‘Transposição Didática’, proposta por Yves Chevallard, foi explorada por Brockington e Pietrocola [12] no sentido de levantar os requisitos necessários para a inserção de elementos de mecânica quântica nas aulas do ensino médio.

3.2. Resolução de problemas

Foi encontrado apenas um trabalho sobre esta subtemática no período considerado. Sousa *et al.* [13] buscaram estudar a capacidade do aluno em construir modelos mentais sobre o conteúdo de ondas a partir da resolução de um problema específico sobre este tema.

3.3. Metodologias e estratégias de ensino

As metodologias de ensino têm sido influenciadas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais, que propõem estratégias didáticas baseadas principalmente nas concepções dos alunos, na experimentação, na contextualização do conhecimento físico.

Guerra *et al.* [14] propuseram uma estratégia para trabalhar a ciência sob o enfoque histórico-filosófico. Moreira [15] faz uso didático da literatura poética e Pena [16] propõe o trabalho com as ‘tirinhas da física’ para discutir ciência em sala de aula. Foi encontrada uma proposta metodológica para o ensino do conceito de pressão [17]. A leitura de um livro sobre Isaac Newton foi investigada [18] como mediação para a aprendizagem de conteúdos de física e construção de uma cultura científica por parte dos estudantes de ensino médio.

Com base no referencial ausubeliano, foram adotados organizadores prévios como metodologia para o ensino dos conceitos de campo elétrico e magnético [19] e o enfoque psicanalítico guiou a investigação sobre a dinâmica de grupos e suas relações com as intervenções dos professores [20, 21].

À luz da perspectiva construtivista, Valadares e Fonseca [22] aplicaram e avaliaram uma estratégia para o ensino de óptica com base no Vê epistemológico de Gowin. Dentro dessa perspectiva, o levantamento das concepções prévias dos estudantes tem sido utilizado como parte de estratégias de ensino. Covolan e Silva [23] avaliaram a evolução de alunos de ensino médio a partir de suas concepções prévias sobre entropia em situações cotidianas e Karam *et al.* [24] abordaram tópicos da relatividade restrita articulados ao ensino da cinemática usual e partindo das concepções prévias dos alunos. Barbosa e Borges [25] desenharam uma sequência didática para o primeiro ano do ensino médio,

começando por analisar os ‘modelos de energia’ dos estudantes identificados na fase preliminar à intervenção.

Uma estratégia que introduz a discussão ampla do princípio da relatividade com alunos de primeira série do ensino médio foi investigada por Karam *et al.* [26].

Seguindo a estratégia de experimentação, Catelli e Reis [27] descrevem uma abordagem didática baseada na ‘demonstração experimental’ de imagens brilhantes dentro de uma lâmpada incandescente tornando o ensino de óptica geométrica (espelhos côncavos e convexos) mais atraente e interessante. Posteriormente, Catelli e Vicenzi [28] relatam a ‘descoberta’ instigante de duas estudantes acerca da forma do reflexo da luz em xícaras de café. Em um contexto de atividades experimentais sobre equilíbrio dos corpos, Schein e Coelho [29] realizaram um estudo com alunos do ensino médio com o objetivo de pesquisar como as intervenções do professor e do aluno interferem na construção do conhecimento. Borges e Rodrigues [30] propuseram a manipulação de recursos para a aprendizagem em um curso sobre física do som, em um ambiente rico em representações e centrado no computador.

O ciclo de experiência Kellyana foi apontado como um processo metodológico para minimizar a dificuldade de alunos da primeira série do ensino médio em compreender a existência de movimento sem a ação de uma força [31].

Souza *et al.* [32] investigaram como os alunos do ensino médio compreendem os modelos atômicos a partir das analogias usadas em sala de aula.

3.4. Levantamento de concepções/dificuldades conceituais

Cunha e Caldas [33] levantaram concepções de estudantes e professores do ensino fundamental e médio acerca dos conceitos de força e movimento. Outros estudos se voltaram para levantamentos sobre as concepções dos alunos acerca do conceito de corrente elétrica [34] e sobre a queda dos corpos [35]. Grings *et al.* [36] investigaram dificuldades conceituais em Termodinâmica de estudantes de ensino médio e técnico que podem servir de indicadores para futuras investigações sobre os chamados invariantes operatórios de Vergnaud.

Rezende e Souza Barros [37] elaboraram uma revisão da literatura sobre concepções alternativas na área de mecânica e Amaral e Mortimer [38] propuseram um perfil conceitual para a noção de calor a partir da literatura.

Entrevistas com dois estudantes do ensino médio sobre colisões em Mecânica mostraram que as condições subjetivas, a relação com o conhecimento e com a entrevistadora tiveram papel importante no desenvolvimento do processo de produção de esquemas mentais [39].

Um estudo exploratório sobre as concepções dos alunos acerca da física ensinada no nível médio foi realizado por Ricardo e Freire [40].

3.5. Avaliação da aprendizagem

Apenas o trabalho de Vidotto *et al.* [41] teve como objeto de estudo a avaliação da aprendizagem. Neste trabalho os autores analisaram a diferença de desempenho dos alunos em avaliações tradicionais e em avaliações por processo.

A atitude dos alunos em relação à física [42], as questões do Exame Nacional do ensino médio [43] surgem como novos objetos dos pesquisadores no campo da avaliação.

3.6. Recursos didáticos

A grande preocupação dos pesquisadores nos trabalhos sobre recursos didáticos foi e continua sendo, em geral, atender às propostas dos Parâmetros Curriculares Nacionais. Essa preocupação está presente na elaboração de experimentos, na análise de livros didáticos e na elaboração e utilização de textos sobre conteúdos de física.

Trabalhos que analisaram livros didáticos incluem estudos que apontaram erros conceituais na área da relatividade restrita [44, 45] e na abordagem dos estudos de Arquimedes [46] e um estudo que criticou o tratamento epistemológico que a teoria copernicana recebeu em livros didáticos de física [47]. A elaboração de uma proposta de instrumento de avaliação para os manuais da disciplina de física em Portugal [48] foi também publicada.

A física moderna está presente em brinquedos científicos alternativos utilizados para ilustrar o ‘elevador de Einstein’ e o Princípio da Equivalência da Relatividade Geral [49] e em um *software* que simula o interferômetro de Mach-Zehnder [50].

Medeiros e Medeiros [51] analisaram criticamente as possibilidades e limitações do uso das tecnologias da informação e comunicação no ensino de física. A aquisição automática de dados no laboratório didático [52, 53], a modelagem de fenômenos físicos [54], o uso da planilha eletrônica [55], de simuladores, imagens e animações [56], de programas computacionais desenvolvidos para análise de movimentos reais [57,58] e de recursos computacionais disponíveis na Internet [59] foram descritos como recursos didáticos para o ensino de física, tendo como suporte as tecnologias da informação e comunicação. Um sítio sobre gravitação e temas afins e um ambiente virtual de aprendizagem para alunos de ensino médio foram propostos por Pires e Veit [60]. Sistemas hipermídia de aprendizagem [61-64] foram propostos e pesquisados como recursos didáticos inovadores para o ensino de física.

3.7. Laboratório didático

O laboratório didático continua sendo o objeto de estudo mais frequente entre as publicações na área de

ensino de física, tanto das que descrevem o desenvolvimento de experimentos, quanto das que se ocupam da avaliação do uso didático do laboratório.

Stuchi [65] sugeriu um experimento para a verificação de troca de calor por convecção. A óptica do olho humano foi ensinada a partir do olho de boi [66]. Saba *et al.* [67] descreveram uma maneira simples para “congelar” movimentos impossíveis de se ver a olho nu. Utilizando recipientes de vidro dotados de tampa do tipo ‘abre fácil’, Pimentel e Yamamura [68] mostraram que é possível realizar interessantes experimentos envolvendo diversos conceitos de física. Fernandes *et al.* [69] discutiram dois experimentos que exemplificam a lei da inércia.

Uma parte significativa dos estudos refere-se ao desenvolvimento de experimentos de baixo custo, visando substituir equipamentos caros e sofisticados. Dentre eles: Saba *et al.* [70], Cardoso e Mendes Filho [71], Laburú *et al.* [72], Ramos e Souza [73], Mattos e Gaspar [74]; Laburú e Silva [75], Silveira e Levin [76], Weltner *et al.* [77], Pimentel *et al.* [78], Melquiades e Appoloni [79], Saab *et al.* [80], Canalle e Souza [81], Rocha Filho *et al.* [82], Lopes *et al.* [83], Catelli e Franco [84], Chaib e Assis [85] e Souza [86].

O fenômeno do desaparecimento de parte de uma garrafa de vidro submersa em uma substância foi descrito por Silva e Laburú [87]. Usando procedimentos quantitativos e qualitativos, Pimentel e Silva [88] analisaram a influência do raio efetivo no movimento de projéteis esféricos.

Arruda *et al.* [89] fundamentados na epistemologia de Kuhn, analisaram o papel do laboratório no ensino de física. O papel do laboratório também foi problematizado a partir do conceito da transposição didática [90]. Pimentel *et al.* [91] exploraram a idéia de que o laboratório precisa despertar a curiosidade dos alunos e fazê-los levantar hipóteses, analisá-las e discuti-las.

Laburú [92] investigou a opinião dos professores sobre quais experiências devem ser levadas para o ensino médio. Borges [93] avaliou o que os alunos aprendem a partir de atividades não dirigidas, discutiu experimentos de laboratórios que priorizam a manipulação de interpretações e idéias e analisou planejamentos que estudantes elaboraram para identificar fatores que afetam dois problemas experimentais [94]. Erthal e Gaspar [95] levantaram concepções prévias dos alunos como parte da avaliação da aprendizagem com atividades experimentais. A aprendizagem dos conteúdos procedimentais [96], as atividades de laboratório que aproximam o aluno do fazer ciência [97] e uma retrospectiva histórica da inserção das ilusões de óptica na formação dos alunos [98] foram aspectos também discutidos.

3.8. Conteúdos reelaborados para o ensino médio

O trabalho de Silveira *et al.* [99] explica, no âmbito da óptica geométrica, o que de fato se vê quando uma pessoa se enxerga no espelho côncavo; Cindra e Teixeira [100] apresentam uma discussão conceitual sobre equilíbrio térmico a partir dos fenômenos do dia-a-dia e Dias *et al.* [101] abordam a gravitação universal com ênfase histórica. O uso de diagramas é proposto como uma ferramenta para apoiar o ensino da relatividade restrita [102].

Silveira e Varriale [103] analisaram a física dos tsunamis, por ter sido este fenômeno muito divulgado nos meios de comunicação devido ao grave desastre natural ocorrido, recentemente na Ásia.

4. Considerações finais

O presente trabalho permitiu mapear o estado da arte da produção nacional recente sobre o ensino de física que pode servir como uma primeira aproximação à área. A análise inicial, que distribuiu todos os trabalhos publicados no período de 2000 a 2007 em temáticas utilizadas nas últimas edições dos eventos científicos referentes ao ensino de física, mostrou que a produção se concentra na temática ensino-aprendizagem. Embora não tenhamos dados sobre períodos anteriores, é possível supor que esta tenha sido a ênfase da área desde o início. Pode-se interpretar esta tendência como a expressão de uma visão instrumentalista da pesquisa em ensino e muitas vezes tecnicista do processo educativo, que visa basicamente ao fornecimento de subsídios ao professor para melhorar o desempenho do aluno.

Pela análise dos resumos foi possível perceber que em geral, a ênfase é colocada nos aspectos cognitivos do ensino-aprendizagem de física, deixando-se de fora outros aspectos envolvidos e assim, não fazendo justiça à complexidade do processo. Este resultado indica a necessidade de maior investimento na pesquisa teórica, que permita uma reflexão mais profunda e a compreensão das muitas dimensões do processo educativo. O resultado informa, ao mesmo tempo, sobre o silêncio da comunidade em relação a todas as outras temáticas, com exceção da Formação de professores e da História e Filosofia da Ciência, que, em número muito menor que o ensino-aprendizagem, também têm sido discutidas nos artigos.

A distribuição dos 100 trabalhos sobre ensino-aprendizagem de física em subtemáticas indicou que a produção se apoia sobre um tripé: desenvolvimento de experimentos para o laboratório didático, que concentra a maior parte dos trabalhos, seguida de propostas de metodologias e estratégias de ensino e da elaboração de recursos didáticos. O predomínio de trabalhos de cunho descritivo nestas subtemáticas sugere a necessidade de fomentar a cultura de pesquisa que de fato leve

à produção de conhecimento.

A predominância dos artigos que têm como objeto a descrição ou utilização de experimentos de laboratório confirma o resultado obtido por Araújo e Abib [104] referente ao período de 1992 a 2001, de que se trata de um tema de grande interesse dos pesquisadores, abordado sob vários enfoques e com finalidades diferentes. Embora tenham sido encontrados alguns trabalhos de reflexão sobre o papel do laboratório na aprendizagem de física, a grande maioria se dedica à descrição de experimentos, muitas vezes sem abordar o sua relação com o ensino e aprendizagem, limitando-se ao conteúdo de física envolvido na experiência. A ênfase nos aspectos experimentais da física dentro da temática ensino-aprendizagem esconde concepções que deveriam ser problematizadas, como por exemplo, a visão da física como uma ciência exclusivamente experimental, a visão empirista da ciência e da aprendizagem, na medida em que os trabalhos apostam muitas vezes na demonstração do fenômeno físico como meio suficiente para a construção do conhecimento, caracterizando-o como um processo passivo.

Referências

- [1] F. Rezende, S. Sousa Barros, A. Lopes e R. Araújo, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* **20**, 372 (2003).
- [2] F. Rezende e F. Ostermann, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* **22**, 316 (2005).
- [3] F. Rezende e F. Ostermann, *Enseñanza de las Ciencias* **24**, 387 (2006).
- [4] L. Bardin, *Análise de Conteúdo* (Edições 70, Lisboa, 1994).
- [5] O. Aguiar, *Pesquisa em Educação em Ciências* **3**, 1 (2001).
- [6] I. de C. Moreira, *A Física na Escola* **3**(1), 17 (2002).
- [7] S. Arruda, A. Villani, M. Ueno e V. Dias, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* **21**, 194 (2004).
- [8] M. Matthews, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* **17**, 270 (2000).
- [9] C. Laburú, M. Carvalho e I.L. Batista, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* **18**, 152 (2001).
- [10] F. Rezende, *Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências* **2**, 1 (2000).
- [11] T. Araújo e J. Barros Filho, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* **21**, 350 (2004).
- [12] G. Brockington e M. Pietrocola, *Investigações em Ensino de Ciências* **10**, 1(2005).
- [13] C. Sousa, A. Lara e M. Moreira, *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências* **4**, 10 (2004).
- [14] A. Guerra, J. Reis e M. Braga, *A Física na Escola* **3**(1), 9 (2002).
- [15] M.A. Moreira, *Investigações em Ensino de Ciências* **7**, 7 (2002).
- [16] F. Pena, *A Física na Escola* **4**(2), 20 (2003).
- [17] W. E. Francisco Jr., *Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências* **9**, 1 (2007).
- [18] M. Zanotello e M. Almeida, *Revista Brasileira de Ensino de Física* **29**, 437 (2007).
- [19] M. Magalhães, W. Santos e P. Dias, *Revista Brasileira de Ensino de Física* **24**, 489 (2002).
- [20] M. Barros, E. Barolli e A. Villani, *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências* **1**, 6 (2001).
- [21] M. Barros e A. Villani, *Investigações em Ensino de Ciências* **9**, 115 (2004).
- [22] J. Valadares e F. Fonseca, *Revista Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências* **4**, 74 (2004).
- [23] S. Covolan e D. Silva, *Ciência e Educação* **11**, 98 (2005).
- [24] R. Karam, S. Cruz e D. Coimbra, *Revista Brasileira de Ensino de Física* **28**, 373 (2006).
- [25] J. Barbosa e A. Borges, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* **23**, 182 (2006).
- [26] R. Karam, S. Cruz e D. Coimbra, *Revista Brasileira de Ensino de Física* **29**, 105 (2007).
- [27] F. Catelli e C. Reis, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* **21**, 115 (2004).
- [28] F. Catelli e S. Vicenzi, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* **21**, 392 (2004).
- [29] Z. Schein e S. Coelho, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* **23**, 68 (2006).
- [30] A. Borges e B. Rodrigues, *Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências* **17**, 1 (2005).
- [31] L. Rocha, A. Tenório, H. Ferreira e H. Bastos, *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências* **5**, 6 (2005).
- [32] V. Souza, R. Justi e F. Ferreira, *Investigações em Ensino de Ciências* **11**, 7 (2006).
- [33] A. L. Cunha e H. Caldas, *Revista Brasileira de Ensino de Física* **23**, 93 (2001).
- [34] J. Pacca, A. Fukui, M. Bueno, R. Costa, R. Valerio e S. Mancini, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* **20**, 151 (2003).
- [35] M. Hülsendeger, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* **21**, 377 (2004).
- [36] E. Grings, C. Caballero e M. Moreira, *Revista Brasileira de Ensino de Física* **28**, 463 (2006).
- [37] F. Rezende e S. Souza Barros, *A Física na Escola* **6**(1), 63 (2005).
- [38] E. Amaral e E. Mortimer, *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências* **1**(3), 5 (2001).
- [39] A. Villani e L. Carvalho, *Investigações em Ensino de Ciências* **10**, 363 (2005).
- [40] E.C. Ricardo e J.C. Freire, *Revista Brasileira de Ensino de Física* **29**, 447 (2007).
- [41] L. Vidotto, C. Laburú e M. Barros, *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências* **5**, 77 (2005).
- [42] S. Talim, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* **21**, 313 (2004).

- [43] N. Andrade, Caderno Brasileiro de Ensino de Física **22**, 263 (2005).
- [44] F. Ostermann e T. Ricci, Caderno Brasileiro de Ensino de Física **19**, 176 (2002).
- [45] F. Ostermann e T. Ricci, Caderno Brasileiro de Ensino de Física **21**, 83 (2004).
- [46] H. Cardoso, P. Freire e J. Mendes Filho, Caderno Brasileiro de Ensino de Física **23**, 218 (2006).
- [47] A. Medeiros e M. Monteiro Caderno Brasileiro de Ensino de Física **19**, 29 (2002).
- [48] P. Neves e J. Valadares, Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências **4**, 5 (2004).
- [49] A. Medeiros e C. Medeiros, Caderno Brasileiro de Ensino de Física **22**, 299 (2005).
- [50] F. Ostermann, S.D. Prado e T. Ricci, A Física na Escola **7**(1), 22 (2006).
- [51] A. Medeiros e C. Medeiros, Revista Brasileira de Ensino de Física **24**, 77 (2002).
- [52] J. S. Figueira e E.A. Veit, Revista Brasileira de Ensino de Física **26**, 203 (2004).
- [53] D. Sias e R. Teixeira, Caderno Brasileiro de Ensino de Física **23**, 360 (2006).
- [54] I. Araújo, E. Veit e M. Moreira, Revista Brasileira de Ensino de Física **26**, 179 (2004).
- [55] A. Barbosa, C. Carvalhaes e M. Costa, Revista Brasileira de Ensino de Física **28**, 249 (2006).
- [56] V. Heckler, M.F. Saraiva e K. Oliveira Filho, Revista Brasileira de Ensino de Física **29**, 267 (2007).
- [57] M. Cavalcante e C. Tavoraro, Revista Brasileira de Ensino de Física **22**, 421 (2000).
- [58] M. Magalhães, D. Schiel, I. Guerrini e E. Marega Jr., Revista Brasileira de Ensino de Física **24**, 97 (2002).
- [59] M. Cavalcante, A. Piffer e P. Nakamura, Revista Brasileira de Ensino de Física **23**, 108 (2001).
- [60] M. Pires e E. Veit, Revista Brasileira de Ensino de Física **28**, 241 (2006).
- [61] D. Machado e R. Nardi, Revista Brasileira de Ensino de Física **28**, 473 (2006).
- [62] D. Machado e P.L. Santos, Ciência e Educação **10**, 75 (2004).
- [63] F. Rezende, Caderno Catarinense de Ensino de Física **18**, 197 (2001).
- [64] W. Silva, C. Silva, D. Silva e C. Silva, Caderno Brasileiro de Ensino de Física **21**, 103 (2004).
- [65] A. M. Stuchi, A Física na Escola **4**(1), 15 (2003).
- [66] M. Saba e I. Epiphanyo, A Física na Escola **2**(2), 16 (2001a).
- [67] M. Saba, R. Rapozo e G. Santana, A Física na Escola **3**(1), 12 (2002).
- [68] J. Pimentel e P. Yamamura, A Física na Escola **5**(2), 26 (2004).
- [69] B. C. Fernandes, W. Santos e P. Dias, A Física na Escola **6**(2), 17 (2005).
- [70] M. Saba, B. B. Silva e P.R.J. de Paula, A Física na Escola **1**(1), 15 (2001b).
- [71] H. Cardoso, e J. Mendes Filho, A Física na Escola **3**(2), 5 (2002).
- [72] C. Laburú, J. B. Domingos Júnior e N. C. Ferreira, A Física na Escola **3**(1), 15 (2002).
- [73] P. Ramos e R. Souza, A Física na Escola **4**(1), 25 (2003).
- [74] C. Mattos e A. Gaspar, Revista Brasileira de Ensino de Física **25**, 45 (2003).
- [75] C. Laburú e O. Silva, Caderno Brasileiro de Ensino de Física **21**, 249 (2004).
- [76] F. Silveira e Y. Levin, Caderno Brasileiro de Ensino de Física **21**, 285 (2004).
- [77] K. Weltner, A. Esperidião, P. Miranda e J. Rocha, Caderno Brasileiro de Ensino de Física **21**, 258 (2004).
- [78] J. Pimentel, F. Saad, P. Yamamura e C. Furukawa, Caderno Brasileiro de Ensino de Física **21**, 401 (2004).
- [79] F. Melquiades e C. Appoloni, Caderno Brasileiro de Ensino de Física **21**, 120 (2004).
- [80] S. Saab, F. Cássaro e A. Brinatti, Caderno Brasileiro de Ensino de Física **22**, 112 (2005).
- [81] J. Canalle e A. Souza, Caderno Brasileiro de Ensino de Física **22**, 121 (2005).
- [82] J. B. Rocha Filho, M. Salami, C. Galli, M. Ferreira, T. Motta e R. Costa, Caderno Brasileiro de Ensino de Física **22**, 400 (2005).
- [83] D. Lopes, C. Alzira, L. Stein-Barana e J. Bortolin, Caderno Brasileiro de Ensino de Física **24**, 26 (2007).
- [84] F. Catelli e V.C. Franco, Caderno Brasileiro de Ensino de Física **24**, 26 (2007).
- [85] J. Chaib e A. Assis, Revista Brasileira de Ensino de Física **29**, 447 (2007).
- [86] J. A. Souza, A Física na Escola **8**(2), 6 (2007).
- [87] O. Silva e C. Laburú, Caderno Brasileiro de Ensino de Física **21**, 11 (2004).
- [88] J. Pimentel e M. Silva, Caderno Brasileiro de Ensino de Física **22**, 209 (2005).
- [89] S. Arruda, M. Silva e C.E. Laburú, Investigações em Ensino de Ciências **6**, 97 (2001).
- [90] J. P. Alves Filho, Caderno Brasileiro de Ensino de Física **21** Edição Especial, 12(2004)
- [91] J. Pimentel, F. Saad, P. Yamamura e C. Furukawa, Caderno Brasileiro de Ensino de Física **22**, 105 (2005).
- [92] C. Laburú, Investigações em Ensino de Ciências **10**, 161 (2005).
- [93] A.T. Borges, Caderno Brasileiro de Ensino de Física **19**, 291 (2004).
- [94] A. Borges, O. Borges e A. Vaz, Revista Brasileira de Ensino de Física **27**, 435 (2005).
- [95] J. Erthal e A. Gaspar, Caderno Brasileiro de Ensino de Física **23**, 345 (2006).
- [96] M. Insausti e M. Merino, Investigações em Ensino de Ciências **5**, 93 (2002).
- [97] M. Séré, S. Coelho e A. Nunes, Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 21 Edição Especial, 8 (2004).

- [98] A. Medeiros, Caderno Brasileiro de Ensino de Física **23**, 329 (2006).
- [99] F. Silveira, R. Axt e M. Pires, Revista Brasileira de Ensino de Física **26**, 15 (2004).
- [100] J. Cindra e O. Teixeira, Caderno Brasileiro de Ensino de Física **21**, 176 (2004).
- [101] P. Dias, W. Santos e M. Souza, Revista Brasileira de Ensino de Física **26**, 267 (2004).
- [102] R. Santos, Caderno Brasileiro de Ensino de Física **23**, 238 (2006).
- [103] F. Silveira e M. Varriale, Caderno Brasileiro de Ensino de Física **22**, 190 (2005).
- [104] M. Araújo e M.L. Abib, Revista Brasileira de Ensino de Física **25**, 176 (2003).
- [105] E. Amaral e E. Mortimer, Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências **1**(3), 5 (2001).