

## A TEORIA DO MOVIMENTO DE PROJÉTEIS NOS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA E NO VESTIBULAR

### THE THEORY OF PROJECTILE MOVEMENT IN PHYSICS TEXTBOOKS AND IN THE ENTRANCE EXAM

Silvia Oliveira Resquetti<sup>1</sup>, Marcos Cesar Danhoni Neves<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Colégio Estadual Governador Adolpho de Oliveira Franco, sresquetti@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Universidade Estadual de Maringá, macedane@yahoo.com

#### Resumo

Este trabalho investiga como a teoria do movimento dos projéteis é apresentada nos livros didáticos de Física mais utilizados no Ensino Médio. Sustentamos que grande parte das dificuldades e do desinteresse dos estudantes em relação à ciência do movimento se deve, invariavelmente, à forma como os diferentes temas são tratados pelos autores de livros didáticos. Em nossa pesquisa examinamos, em seis obras selecionadas, o enfoque dado pelos autores - se conceitual ou lógico - e como são abordados o estudo do movimento dos projéteis e os conceitos envolvendo trajetória, velocidade, aceleração e inércia. Procuramos identificar nas obras a evolução histórica (se presente ou não) desses conhecimentos, especialmente a apresentação da Física de Galileu. Para desenvolver nossa investigação, buscamos resquícios e indícios da educação científica (formalizada pela cultura dos livros didáticos) em respostas de diversos alunos envolvendo uma questão pertinente. Para esse fim, analisamos as respostas de 260 provas discursivas de Física, referentes à questão 2, realizadas por candidatos no vestibular 2/2006 da Universidade Estadual de Maringá - PR. Optamos pela Análise de Conteúdo, de Bardin (1977), para classificar as respostas dos estudantes, aplicando o método das categorias temáticas. Os resultados obtidos, comparados com a análise dos livros didáticos, nos conduziram à conclusão que sustenta nossas suposições iniciais.

**Palavras-chave:** Teoria do Movimento de Projéteis. Galileu. Livro Didático. Ensino de Física.

#### Abstract

Current research analyzes the representation of the theory of projectile movement in Physics textbooks used in the upper high school. Most difficulties met by students and their lack of interest in the science of movements are invariably due to the way the themes are dealt with by textbook authors. Six selected textbooks have been analyzed with special reference to the approach - conceptual or logical - given by the authors and the manner the study of projectile movement and the concepts of trajectory, speed, acceleration and inertia are focused. The inclusion or not of the historical evolution of the above subjects, especially Galileo's Physics, was also investigated. Hints and traces of scientific education (formalized by the textbooks' culture) in the answers given by several students on a certain issue were also given prominence. The answers to question 2 in 260 discursive tests in Physics set for the Winter Entrance Exam of the State University of Maringá, Maringá PR Brazil, were eventually analyzed. Bardin's Content Analysis was employed to classify

the students' answer with the application of the thematic categories method. When compared to results provided by the analysis of textbooks, initial presuppositions were confirmed.

**Keywords:** Theory of Projectile Movement. Galileo. Textbook. Physics Teaching.

### Introdução

A proposta deste trabalho é investigar por que os estudantes apresentam dificuldades quanto à aprendizagem da teoria do movimento de projéteis. O interesse surgiu a partir de uma questão da prova discursiva de Física do 2º Vestibular/2006 da Universidade Estadual de Maringá (UEM/PR), que abordava o movimento de queda de uma caixa de mantimentos, abandonada de um avião a determinada altura do solo.

Para o desenvolvimento da pesquisa, optamos por realizar um estudo comparativo das respostas dos candidatos com os conteúdos referentes ao movimento de projéteis de seis livros didáticos de Física do Ensino Médio. Essas obras fazem parte daquelas mais vendidas em livrarias, segundo estatísticas apresentadas por Gonçalves Filho no XV Simpósio Nacional de Ensino de Física (2003).

Acreditamos que os exames vestibulares continuam mantendo uma influência, de certa forma, deletéria para os alunos que optaram por uma formação propedêutica. Estudos realizados por Megid Neto e Pacheco (2001), Gaspar (2003), Custódio e Pietrocola (2004) e outros confirmam que a forma como a Ciência é apresentada nos manuais escolares mostra a tendência do ensino em sala de aula. A análise das obras didáticas foi essencial para que identificássemos o distanciamento entre a ação pedagógica do professor e o real propósito da educação científica.

Entendemos que a História da Ciência representa um papel fundamental para a compreensão conceitual da Ciência moderna, ao fornecer informações a respeito do *status* dos conceitos e teorias científicas desenvolvidos em vários momentos da história. Nesse sentido, consideramos essencial destacar os aspectos mais importantes dos estudos realizados acerca dos movimentos, desde os trabalhos desenvolvidos por Aristóteles, na Antiguidade, passando pela Física Medieval até o Renascimento, com Leonardo da Vinci, Tartaglia, Galileu e, finalmente, Newton, no século XVII.

Compreendendo a evolução das idéias que culminaram na construção da teoria que explica o movimento composto dos projéteis, pudemos inferir, a partir do padrão das respostas apresentadas por estudantes no 2º Vestibular/2006 da UEM, o modo como eles pensam e se expressam.

A partir dos resultados da análise das respostas, investigamos os livros didáticos selecionados dos autores Ramalho, Paraná, Alvarenga e Bonjorno, uma vez que acreditamos que grande parte dos problemas de ensino-aprendizagem de Física no Ensino Médio esteja nos manuais adotados atualmente em sala de aula.

## Material de pesquisa e metodologia

A Comissão Central do Vestibular da UEM, sob a supervisão de um técnico, colocou à disposição para estudo as provas discursivas de Física do 2º Vestibular/2006, para que fossem copiadas. Escolheu-se aleatoriamente uma das três caixas em que estavam acondicionadas 1.185 provas, em pacotes contendo 15 provas cada. Foram feitas 371 cópias da questão de número 2. Somente as provas resolvidas à caneta foram consideradas, tomando-se o cuidado de manter a ordem em que se encontravam nos envelopes. As provas foram enumeradas colocando-se a sigla “E”, de estudante, seguida de um número.

A questão escolhida aborda o lançamento de caixas de alimentos por aviões que sobrevoam a região da Caxemira, devastada por um recente terremoto. O enunciado pede, no item *a*, que seja representada, em uma figura, a trajetória descrita por uma das caixas vista por um sobrevivente no solo e, no item *b*, a trajetória em relação a um observador no avião. Ao considerar a variação da velocidade com o tempo, o estudante deveria ilustrar, no desenho, cinco posições da caixa durante a queda, para tornar claro o efeito da gravidade. A resistência do ar deveria ser desprezada.

Os livros didáticos selecionados para análise estão listados abaixo. A numeração adotada servirá como dado de referência.

(1) ALVARENGA, Beatriz e MÁXIMO, Antonio. *Física: de olho no mundo do trabalho*, volume único. São Paulo: Scipione, 2003.

(2) ALVARENGA, Beatriz e MÁXIMO, Antonio. *Curso de Física*, volume 1. 6. ed. rev. e ampl. São Paulo: Scipione, 2005.

(3) BONJORNO, José R.; BONJORNO, Regina A.; BONJORNO, Valter. *Física Fundamental*, volume único. 2. ed. São Paulo: FTD, 2001.

(4) BONJORNO, José R.; BONJORNO, Regina A.; BONJORNO, Valter; RAMOS, Clinton M. *Física: história e cotidiano*, volume 1. São Paulo: FTD, 2003.

(5) PARANÁ, Djalma N. da S. *Física*, volume único. 6. ed. reformulada. São Paulo: Ática, 2003.

(6) RAMALHO Jr., Francisco; FERRARO, Nicolau G.; SOARES, Paulo A. T. *Os Fundamentos da Física*, volume 1. 8. ed. rev. e ampl. São Paulo: Moderna, 2003.

## Análise das respostas e resultados

Um levantamento preliminar das respostas dos estudantes possibilitou uma visão geral do material de estudo. Foram desconsideradas 111 provas, cerca de 30% do total. O primeiro motivo foi não haver a indicação do sentido do movimento do avião e, desse modo, não ser possível concluir se a trajetória estava a favor ou contra o sentido do deslocamento da aeronave. O segundo, o fato de os estudantes ilustrarem a queda da caixa com pára-quedas - neste caso, a influência do ar é importante, contrariando o enunciado da questão, que deixava claro que a resistência do ar deveria ser desprezada.

Destarte, de um conjunto de 371 provas, restaram 260 para serem analisadas. Para organizar as categorias em uma primeira análise, consideramos apenas as formas das trajetórias apresentadas pelos estudantes. As respostas são

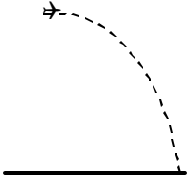
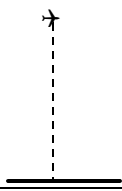
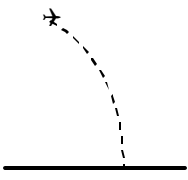
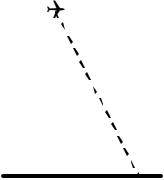
muito diversas e algumas, não esperadas. Optamos pela análise de Conteúdo, de Bardin (1977), para classificar as respostas. Assim, com base na exploração inicial do material, chegamos ao estabelecimento de dez grupos, segundo o tema *trajetória*. Os resultados encontram-se na tabela 1.

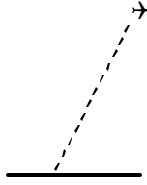
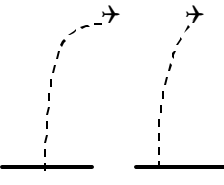
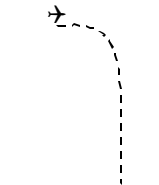
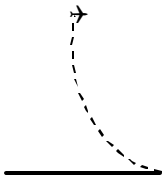
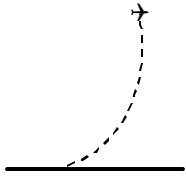
### I - Resultados preliminares

A tabela 1 apresenta os resultados preliminares da análise das respostas dos estudantes, organizados sob o tema *trajetórias*, mostrando os seguintes aspectos:

- Primeira coluna - representa os grupos de categorias enumerados.
- Segunda coluna - traz a descrição da forma da trajetória.
- Terceira coluna - apresenta a forma geométrica da trajetória.
- Quarta coluna - expõe a frequência das respostas relativas ao *item a*.
- Quinta coluna - expõe a frequência das respostas relativas a o *item b*.

Tabela 1- Categorias das trajetórias de queda de uma caixa abandonada do avião, vista por um observador em terra e por um observador no avião:

Grupo	Trajétória de queda de uma caixa	Forma da trajetória	Frequência (%) Item a (observador no solo)	Frequência (%) Item b (observador no avião)
1	Parabólica (no sentido do movimento do avião)		43,9	1,5
2	Retilínea vertical		11,9	48,9
3	Curvilínea para frente (no sentido do movimento do avião)		8,9	0,8
4	Retilínea inclinada para frente (no sentido do movimento do avião)		6,1	1,9

5	Retilínea inclinada para trás (no sentido oposto ao movimento do avião)		3,8	7,7
6	Curvilínea para trás (sentido oposto ao movimento do avião)		6,9	6,5
7	Trajetória de Tartaglia		2,7	0
8	Curvilínea com concavidade para cima (no sentido do movimento do avião)		1,9	0
9	Curvilínea com concavidade para cima (no sentido oposto ao movimento do avião)		0,8	2,3
10	Indefinidas Sinuosas Estranhas	Formas e respostas diversas	13,1	30,4

Esta pré-análise nos orientou para as etapas seguintes da pesquisa.

## II – Respostas corretas relativas aos itens a e b

Após um estudo minucioso do material relativo ao item a do grupo 1 e ao item b do grupo 2, chegamos aos resultados finais da análise das respostas dos estudantes. A tabela 2 apresenta esses resultados, mostrando o índice de acerto dos dois itens separadamente, como também ao mesmo tempo.

Tabela 2: Frequência das respostas corretas relativas aos itens *a* e *b*.

RESPOSTAS CORRETAS	FREQUÊNCIA (%)
Item <i>a</i>	4,6
Item <i>b</i>	0,8
Itens <i>a</i> e <i>b</i>	0,8

Notamos que o índice de acerto do item *b* é menor do que o do item *a*. Esta diferença pode ser explicada com base em um grupo de estudantes que representou a trajetória sem que a caixa acompanhasse o curso do avião, ilustrando uma única reta vertical unindo a posição inicial do objeto ao solo.

Ao cruzar as respostas dos itens *a* e *b*, observamos que 29,6% dos estudantes apresentaram, ao mesmo tempo, a forma parabólica como resposta do item *a* e a forma retilínea vertical para o item *b*. Embora estes estudantes saibam qual é a trajetória descrita pelo objeto em relação ao observador em terra e ao observador no avião, apenas 0,8% compreendeu que o movimento descrito pelo objeto é composto simultaneamente pela superposição de dois movimentos distintos, o retilíneo uniforme na direção horizontal e o de queda livre na direção vertical.

### III – Análise das respostas dos demais grupos

Os grupos que ilustraram o item *a* com a forma *retilínea vertical* e, o item *b* com a forma *parabólica* inverteram as respostas da questão. O grupo 3 apresentou trajetórias curvilíneas que não correspondiam a arcos de parábolas. Acreditamos que os estudantes que representaram tais trajetórias foram conduzidos pela memorização das figuras que viram em sala de aula, demonstrando que não compreenderam a teoria do lançamento de projéteis.

As figuras desenhadas pelos grupos de 4 a 9 revelaram que os estudantes têm *concepções alternativas* a respeito do movimento dos corpos. É interessante observarmos que o grupo 7 apresentou trajetórias semelhantes àsquelas de Niccolò Tartaglia, no século XVI. Não obstante, não é objeto desse estudo investigar as *concepções prévias* dos estudantes, tampouco discutir teorias que levem a sua compreensão e superação.

O grupo 10 apresentou figuras diversas, como gráficos da velocidade ou do espaço em função do tempo, trajetórias sinuosas ou estranhas. Neste grupo, incluímos como indefinidas as respostas que não apresentavam o sentido do movimento do avião ou a queda da caixa com pára-quedas, somente no item *a* ou somente no item *b*.

Podemos afirmar que as respostas destes grupos demonstram que os estudantes não compreenderam a teoria do movimento dos projéteis, ou não chegaram a estudá-la durante os três anos de Ensino Médio.

### Análise dos livros didáticos

Efetuamos o levantamento dos livros didáticos após termos obtido os resultados finais da análise das respostas dos estudantes. Investigamos o enfoque

dado pelos autores (se conceitual ou lógico), como são abordados os conceitos envolvendo trajetória, velocidade, aceleração e inércia, se foi ou não apresentada a evolução das idéias que culminaram na construção da teoria dos movimentos, a apresentação dos temas, a abordagem conceitual das funções horárias, a relação entre a Física e cotidiano, os recursos pedagógicos, os exercícios propostos (se conceituais ou algébricos) e, por fim, as atividades experimentais sugeridas.

Fizemos, então, o confronto entre as repostas apresentadas pelos estudantes e a análise das obras didáticas selecionadas. Do padrão das respostas comparado à educação formal via livros didáticos pudemos extrair inferências a respeito do ensino-aprendizagem da teoria do movimento dos projéteis.

### **Conclusão**

Os resultados finais da análise das respostas apontaram que cerca de 0,8 % dos candidatos acertou os itens *a* e *b* da questão proposta, relativamente ao total de provas analisadas, número excessivamente baixo e preocupante. Pode-se também afirmar que cerca de 45 a 49% dos estudantes que tiveram suas provas analisadas apresentaram concepções conflitantes a respeito da teoria do movimento dos projéteis. Praticamente metade da amostra, que corresponde aos grupos 3 ao 10 na análise preliminar, demonstrou que suas concepções estão distantes dos quadros conceituais galileano-newtoniano a respeito da teoria do movimento dos projéteis.

A análise dos livros didáticos selecionados, confrontada com a análise das respostas dos estudantes, levou-nos a identificar as características gerais das obras, apresentadas em seguida, que apontam indícios de problemas no ensino-aprendizagem da teoria do movimento dos projéteis.

Atividades experimentais são ausentes ou quase ausentes nas obras (1), (3), (4), (5). Os autores dos livros didáticos de referência (2), de Alvarenga e Máximo, e (6), de Ramalho *et al.*, procuram introduzir algumas sugestões de experimentação como atividade de apoio no desenvolvimento conceitual dos conteúdos. Segundo Axt e Moreira (1991, p. 98), “[...] a experimentação é utilizada para veicular conceitos, comprovar relações, determinar constantes, propor problemas experimentais. Exploram-se, neste caso, as potencialidades didáticas do experimentando, tanto no sentido heurístico quanto no metodológico”. Além dessas características, os experimentos devem servir de instrumento para os alunos refletirem e reverem suas concepções, de maneira a atingirem um nível de aprendizado que lhes permita efetuar uma reestruturação dos modelos explicativos dos fenômenos abordados (ARAÚJO; ABIB, 2003).

Observamos a ausência da História da Ciência na obra (3) e uma tímida abordagem do tema nas obras (4), (5) e (6). Embora Alvarenga e Máximo explorem a evolução histórica da Ciência em vários momentos, em outros os autores ou não se aprofundam na abordagem ou simplesmente deixam o tema à margem da discussão. A história da evolução de uma teoria que pudesse explicar o movimento composto de um projétil, - como a forma de sua trajetória, a velocidade capaz de atingir, ou o alcance - começa com Aristóteles, na Antigüidade, e é resolvida somente no século XVII, por Galileu. Entretanto, nenhuma das obras analisadas apresenta os trabalhos realizados por Galileu a respeito da elaboração de tal teoria.

Quanto à abordagem da Física de Galileu ao longo das obras, observamos que há uma visão equivocada dos autores a respeito de suas realizações e

contribuições. Verificamos que todos os autores atribuem a Galileu a elaboração do “Princípio da Inércia” tal como foi formulado por Newton, muitos anos depois da morte do físico italiano. O conteúdo de algumas informações - como o experimento da Torre de Pisa, comentado nas obras (1), (2), e (4) -, os experimentos a respeito de lançamento horizontal mencionados nas obras (2) e (4), que teriam sido realizados de fato por Galileu, além de algumas referências à obra e época de determinados eventos, apresentadas na obra (5), são passíveis de correção.

Nas obras (3), (4), (5) e (6) são enfatizados os exercícios memorísticos e de formulação matemática. Apenas Alvarenga e Máximo, autores das obras (1) e (2), apresentam uma abordagem equilibrada entre os exercícios conceituais e algébricos. Embora Paraná, Ramalho *et. al.*, autores dos livros de referência (5) e (6), respectivamente, tenham abordado exercícios conceituais, os exercícios de cálculo recebem um tratamento prioritário.

Em relação à abordagem dos conceitos e temas, nossa pesquisa revelou que na apresentação dos conceitos de velocidade e aceleração, como também na exposição dos movimentos uniforme e uniformemente variado, prevalece a descrição com formulação matemática em todas as obras examinadas. A exposição do movimento de queda livre é mais elaborada nas obras de Alvarenga e Máximo, seguida da de Paraná. O conceito de trajetória é apresentado de modo semelhante por todos os autores, valendo-se de ilustrações de situações do cotidiano. O tema da forma da trajetória, em relação a referências, não é tratado com profundidade em nenhuma das obras.

A abordagem do movimento composto de um projétil é feita com definições e descrições matemáticas: os autores apenas relatam que tipo de movimento o objeto descreve em relação às direções horizontal e vertical, apresentando em seguida as expressões matemáticas e os exercícios. Não há, na discussão deste tema, um tratamento qualitativo das funções horárias dos dois movimentos simultâneos e independentes, tampouco discussão envolvendo a forma da trajetória em relação a diferentes referenciais. A ênfase na abordagem do tema é formulística, priorizando a resolução de longas séries de exercícios algébricos.

É importante ressaltamos a expressiva influência que o livro didático desempenha na ação pedagógica do educador. Conforme estudos apresentados por Gaspar (2003) e pelo Plano Nacional do Livro Didático (PNLD/2000), o despreparo e a formação deficiente do professor são algumas das razões que explicam a sua dependência em relação aos livros-texto. Silva (1998) escreve que os professores e os livros didáticos constituem os elementos difusores da Física no Ensino Médio. Segundo a autora, estudar como a Física é apresentada ou representada por esses elementos, consiste em uma possibilidade de se compreender como se difunde essa ciência junto aos estudantes. “Os professores são os impulsionadores do conhecimento, ou seja, desenvolvem um processo que permite a circulação de determinadas maneiras de ver as ciências, particularmente a Física” (SILVA, p. 70). Nesse sentido, entendemos que o professor deva ter uma formação em sua graduação que lhe permita construir um universo de possibilidades, capaz, inclusive, de desmontar a linguagem fácil, algoritmizada e ahistórica presente nos livros didáticos.

É compreensível a deficiência do desempenho apresentado pelos estudantes em respostas à questão proposta no vestibular 2/2006 da UEM, diante dos problemas identificados nos livros didáticos mais utilizados nas escolas de



Ensino Médio. Lembremos que se tratava de uma questão de uma prova discursiva de Física, característica incomum nos exames vestibulares em geral. A resolução do problema exigia do estudante uma compreensão conceitual profunda dos movimentos uniforme e uniformemente variado, de queda livre e do conceito de inércia, que lhe permitisse entender o movimento parabólico do projétil, resultante da superposição de dois movimentos simultâneos e independentes.

Nossa pesquisa nos ajudou a identificar o distanciamento entre o ensino formalizado pela cultura do livro didático e o real propósito da educação científica. A questão do vestibular, de cunho qualitativo, parecia à primeira vista de fácil resolução; contudo, mostrou-se difícil para os estudantes que não tiveram a educação científica desejável.

Entendemos que as dificuldades apresentadas pelos estudantes na resolução da questão são uma consequência direta da ausência de uma abordagem qualitativa, de uma discussão crítica e conceitual dos temas apresentados pelos autores das obras didáticas. A apresentação, ainda muito tímida, da evolução da História da Ciência e as poucas atividades experimentais propostas não dão suporte a um ensino que apresente aos estudantes a Física como uma ciência bela e interessante.

### Referências

ARAÚJO, M. S. T. de; ABIB, M. L. V. S. *Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades*. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 25, no. 2, p. 176-194, 2003.

ARGÜELLO, C. A. *A educação potencializadora em Ciências*. In: DANHONI NEVES, M. C.; SAVI, A. A (Org<sup>s</sup>). *De experimentos, paradigmas e diversidades no ensino de física: construindo alternativas*. 1. ed. Maringá: Ed. Massoni, 2005. p. 17-22.

AXT, R.; MOREIRA, M. A. *O ensino experimental e a questão do equipamento de baixo custo*. *Revista de Ensino de Física*, v. 13, p. 97-103, 1991.

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70, 1977.

BRITO, A. A. S. *O plano inclinado: um problema desde Galileu*. *Cadernos Catarinenses de Ensino de Física*, v.2, no 2, p. 57-63, 1985.

CARVALHO, W. L. P. de. *Conceitos “intuitivos”: relações entre força, velocidade, aceleração e trajetória*. 1985. 114 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Física e Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1985.

COHEN, I. B. *O nascimento de uma nova física*. Lisboa: Gradiva, 1988.

CUNHA, E. B. M. *Uma nova visão da história da mecânica*. In: *Apostila do curso de Especialização em Ensino de Física*. Departamento de Física da Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 1991.

CURTY, M. G.; CRUZ, A. da C.; MENDES, M. T. R. *Apresentação de trabalhos acadêmicos, dissertações e teses (NBR 14724/2002)*. Maringá: Dental Press Editora, 2005.

CUSTÓDIO, J. F.; PIETROCOLA, M. *Princípios nas ciências empíricas e o seu tratamento em livros didáticos*. *Ciência & Educação*, v.10, no.3, p. 383-399, 2004.

DANHONI NEVES, M. C. *Notas de aula e orientações de graduação*. Departamento de Física da Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 1991.

\_\_\_\_\_. *Memórias do invisível: uma reflexão sobre a história no ensino de física e a ética da ciência*. Maringá: LCV Edições, 1999.

\_\_\_\_\_. *Uma investigação sobre a natureza do movimento ou sobre uma história para a noção do conceito de força*. In: DANHONI NEVES, M. C.; SAVI, A. A (Org<sup>s</sup>). *De experimentos, paradigmas e diversidades no ensino de física: construindo alternativas*. 1. ed. Maringá: Ed. Massoni, 2005. p. 163-187.

DANHONI NEVES, M. C. *et al.* *O aparelho de Morin e uma história para o pêndulo no Ensino de Física*. In: DANHONI NEVES, M. C.; SAVI, A. A (Org<sup>s</sup>). *De experimentos, paradigmas e diversidades no ensino de física: construindo alternativas*. 1. ed. Maringá: Ed. Massoni, 2005. p. 145-161.

DANHONI NEVES, M. C.; RESQUETTI, S. O. *Avaliação sobre a avaliação de ciências no Paraná (1996-2000)*. *Estudos em avaliação educacional*, São Paulo, v. 17, n. 33, p. 43-75, jan./abr. 2006.

GALILEI, G. *Duas novas ciências*. 2. ed. São Paulo: Nova Stella, 1988.

GASPAR, A. *O livro didático é necessário?* In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15., 2003, Curitiba. Atas ... Curitiba: 2003, p. 124-126.

HAMBURGER, E. W. *O princípio da inércia*. In: *Apostila de física*. São Paulo: IFUSP, cap. 6, 1989.

KOYRÉ, A. *Estudos de história do pensamento científico*. Rio de Janeiro: Ed. Forense-Universitária, 1982.

MEGID NETO, J.; FRACALANZA, H. *O livro didático de ciências: problemas e soluções*. *Ciência & Educação*, v.9, no.2, p. 147-157, 2003.

MEGID NETO, J.; PACHECO, D. *Pesquisas sobre o ensino de física no nível médio no Brasil: concepção e tratamento de problemas em teses e dissertações*. In: NARDI, R. (Org.). *Pesquisas em ensino de física*. 2. ed. rev. São Paulo: Escrituras, 2001.

MOREIRA, M. A. *O ensino de Física no Brasil: retrospectiva e perspectivas*. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 22, no. 1, p. 94-99, 2000.

NARDI, R. (Org.) *Pesquisas em Ensino de Física*. 2. ed. rev. São Paulo: Escrituras Ed., 2001.

NEWTON, I. *Principia: princípios matemáticos de filosofia natural*. São Paulo: Nova Stella/ EDUSP, 1990.

OLIVEIRA, J. H. L. de. *Noções de cosmologia no ensino médio: o paradigma criacionista do big-bang e a inibição de teorias rivais*. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência e o Ensino da Matemática) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006.

PACCA, J. L. A.; VILLANI, A. (Coord<sup>s</sup>). *A lei da inércia: planejamento pedagógico e aprendizagem significativa*. São Paulo: IFUSP, 1992.

PHILIPPSEN, G. S. *Concepções alternativas físicas intocáveis: controvérsias do éter*. In: DANHONI NEVES, M. C.; SAVI, A. A (Org<sup>s</sup>). *De experimentos, paradigmas e diversidades no ensino de física: construindo alternativas*. 1. ed. Maringá: Ed. Massoni, 2005. p. 227-233.

PRETTO, N. de L. *A ciência nos livros didáticos*. 2. ed. Campinas: Editora da Unicamp; Salvador: Editora da Universidade Federal da Bahia, 1995.

PROJECTO FÍSICA. *Conceitos de movimento*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1978.

ROHLING, J. H. et al. *Produção de filmes didáticos de curta-metragem e CD-Roms para o Ensino de Física*. In: DANHONI NEVES, M. C.; SAVI, A. A (Org<sup>s</sup>). *De experimentos, paradigmas e diversidades no ensino de física: construindo alternativas*. 1. ed. Maringá: Ed. Massoni, 2005. p. 265-281.

ROSA, C. W. da; ROSA, A. B. *Ensino de Física: objetivos e imposições no ensino médio*. In: *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v.4, n. 1, 2005.

ROSENBERG, L. *Oficina de itens*. Seminário de Formação de Professores Elaboradores de Itens de Prova. Faxinal do Céu: 2001.

SANCHES, M. B. *A física moderna e contemporânea no ensino médio: qual sua presença em sala de aula?* Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência e o Ensino da Matemática) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006.

SILVA, A. M. T. B. da. *Representações sociais: uma contraproposta ao estudo das concepções alternativas no ensino de física* 1998. 121 p. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1998.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ (UEM). Comissão Central do Vestibular (CVU). *Resumo da teoria utilizada na elaboração do modelo estatístico para a análise das questões dos vestibulares da UEM*. Maringá: 2006.

VINCI, L. *Anotações de Da Vinci - por ele mesmo*. São Paulo: Madras, 2004.

WUO, W. *A física e os livros: uma análise do saber físico nos livros didáticos adotados para o ensino médio*. São Paulo: Ed. da PUC, 2000.

ZANETTIC, J.; KAWAMURA, M. R. *As raízes sociais e econômicas do Principia de Newton*. *Revista de Ensino de Física*, v. 6, no. 1, p. 37-55, 1984.

ZIMAN, J. *A força do conhecimento*. Belo Horizonte: Ed. Itatiaia, 1981.

ZYLBERSTAJN, A. *A evolução das concepções sobre força e movimento*. Departamento de Física da Universidade Federal de Santa Catarina, [19--]. Disponível em: <<http://www.server.fsc.ufsc.br/.../textos>>. Acesso em: 03/11/2006.