



## **MODELAGEM MATEMÁTICA NO ENSINO DE FÍSICA RECURSOS DIDÁTICO-PEDAGÓGICOS**

**Ednilson Sergio Ramalho de Souza**

Universidade Federal do Oeste do Pará - UFOPA

ednilson.souza@yahoo.com.br

**Adilson Oliveira do Espírito Santo**

Universidade Federal do Pará - UFPA

adilson@ufpa.br

### **RESUMO**

Nosso objetivo é pontuar alguns recursos didático-pedagógicos comumente utilizados na modelagem matemática no contexto do ensino de Física. Para isso, fizemos pesquisa bibliográfica em *sítes* de revistas eletrônicas e em anais de congressos sobre o tema. O resultado mostrou que o processo de modelagem matemática aplicado ao ensino de Física vem sendo realizado predominantemente fazendo uso de três recursos didático-pedagógicos: por meio de problemas contextualizados, por meio de simulação computacional e por meio de experimentação.

**Palavras-chave:** Modelagem Matemática. Ensino de Física. Recursos didático-pedagógicos.

### **INTRODUÇÃO**

O processo de modelagem matemática gera um ambiente que pode favorecer o aprendizado não apenas de Matemática, mas de outras disciplinas como a Física, a Química e até mesmo a Biologia. Nesse sentido é que concebemos a modelagem matemática como geradora de ambiente de ensino e aprendizagem de ciências. Essa dimensão da modelagem já foi sinalizada por Barbosa (2009) o qual discutiu o papel que os modelos matemáticos podem desempenhar na educação científica.

Assim, nossa atenção estará voltada ao uso da modelagem no contexto do ensino de Física. Veremos que se têm usado, predominantemente, três recursos didático-pedagógicos para esse fim: problemas contextualizados, simulações computacionais e atividades experimentais.



Começaremos fazendo algumas considerações de ordem epistemológica sobre os termos representação matemática e modelo matemático. Tais considerações são importantes para compreender a natureza do processo de modelagem no ensino de Física. Continuaremos mostrando o resultado de uma pesquisa bibliográfica onde apresentaremos 20 trabalhos científicos sobre o tema. Finalizaremos com considerações gerais sobre os resultados da pesquisa.

## REPRESENTAÇÕES E REPRESENTAÇÃO MATEMÁTICA

Numa visão cognitiva, pode-se entender que “uma representação é uma notação ou signo ou conjunto de símbolos que ‘re-presenta’ algo para nós, ou seja, ela representa alguma coisa na ausência dessa coisa (EYSENCK e KEANE apud FERNADES, 2000, p. 10)<sup>1</sup>. Segundo Raymond Duval (2009, p. 30), Piaget recorre à noção de representação como “**evocação dos objetos ausentes**” (grifos do autor). Ainda segundo Duval (ibidem), as representações podem ser classificadas de acordo com as oposições interna/externa e consciente/não-consciente (Quadro 1).

**Quadro 1.** Tipos e funções das representações (Fonte: Duval, 2009, p. 43).

	Interna	Externa
Consciente	<i>Mental</i> <ul style="list-style-type: none"><li>• Função de objetivação</li></ul>	<i>Semiótica</i> <ul style="list-style-type: none"><li>• Função de objetivação</li><li>• Função de expressão</li><li>• Função de tratamento intencional</li></ul>
Não-consciente	<i>Computacional</i> <ul style="list-style-type: none"><li>• Função de tratamento automático ou quase instantâneo.</li></ul>	

<sup>1</sup> EYSENCK, M. E; KEANE, M. T. *Cognitive psychology: a student's handbook*. Hove: Lawrence Erlbaum, 1990.



Percebemos que este autor classifica as representações em três grandes tipos: *mental*, *semiótica* e *computacional*. As representações mentais são internas e conscientes, não necessitam de um significante para representar o objeto. As representações semióticas também são conscientes, mas externas; necessitam de um significante (símbolo, reta, sons...) para representar o objeto. As representações computacionais são internas e não conscientes, podem ser algoritmizáveis sem a necessidade de significante, os modelos mentais<sup>2</sup> de Johnson-Laird são exemplos desse tipo de representação.

Assim, podemos dizer que uma representação matemática é uma representação semiótica (externa) que representa um objeto matemático (número, função, reta etc.). Os objetos matemáticos necessitam de um significante para que possam ser “conhecidos”. A principal função de uma representação matemática é tornar o objeto matemático acessível ao sujeito. No entanto, nem sempre uma representação matemática é funcional para o aluno, nem sempre o discente consegue “manipular” a representação matemática e usá-la para resolver problemas no dia-a-dia. Nem sempre uma representação matemática é compreendida como um modelo matemático.

## **MODELOS E MODELO MATEMÁTICO**

Bassanezi (2004, p. 19) argumenta que ao se procurar refletir sobre uma parte da realidade, na tentativa de explicar, de entender, ou de agir sobre ela, o processo comum é selecionar, no sistema, argumentos ou parâmetros considerados essenciais e formalizá-los através de um sistema artificial: o *modelo*.

---

<sup>2</sup>De acordo com Moreira (1996, p. 193) os modelos mentais são representações internas construídas para compreender e agir sobre determinada situação.



**VII E P A E M**  
**Encontro Paraense de Educação Matemática**  
**Cultura e Educação Matemática na Amazônia**



Depreende-se da citação de Rodney Bassanezi que um modelo deve ser funcional no sentido de possibilitar interpretações (explicações e descrições). O que pode ser corroborado por Pinheiro (2001, p. 38) “Os modelos, devido à sua flexibilidade, podem desempenhar diversas funções, às vezes até simultaneamente. Eles podem servir para compreender, explicar, prever, calcular, manipular, formular”.

Entende-se, portanto, que um modelo é uma representação de alguma coisa que deve ser funcional, isto é, deve possibilitar interpretações por meio de analogias entre o representante e aquilo que é representado.

Por exemplo, o modelo de um motor de carro (uma planta, uma maquete, um protótipo) deve permitir que o engenheiro o explique e o descreva visando tomar decisões a partir da interpretação desse modelo. Para um leigo, essa representação de motor não será um modelo, visto que não possibilitará nenhuma explicação científica, não será funcional. Será uma representação sem interpretação científica, apenas estará no lugar do motor na ausência deste.

Um modelo matemático é, portanto, uma representação matemática que possui certa funcionalidade para o aprendiz, isto é, possibilita interpretação e ação (tomada de decisão) sobre o objeto de estudo; é uma representação matemática que deve servir para explicar ou descrever cientificamente alguma coisa. Isso implica que a distinção entre representação matemática e modelo matemático é interna ao sujeito, depende de seu horizonte epistêmico, ocorre em função de seu repertório de conhecimentos. Portanto, a construção de modelos matemáticos favorecem a compreensão de conceitos científicos.

## **O PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DE MODELOS MATEMÁTICOS NO ENSINO**

Sendo um processo, a modelagem matemática no ensino pode ser efetivada seguindo-se algumas fases, etapas ou atividades intelectuais. Uma



**VII E P A E M**  
**Encontro Paraense de Educação Matemática**  
**Cultura e Educação Matemática na Amazônia**



delas refere-se à escolha de um tema de pesquisa, por exemplo, *Poluição*. Outra fase seria uma pesquisa propedêutica sobre o tema. O objetivo dessa etapa é promover um primeiro contato com o tema quando se trata de um assunto totalmente novo para os estudantes. Continuando o processo, procura-se formular questionamentos, por exemplo: *que tipos de poluições existem atualmente?* Outra etapa seria a formulação ou identificação de um problema real: *em quanto tempo um motorista de ônibus pode perder totalmente sua capacidade auditiva?* A resolução do problema real, que exige pesquisa e investigação, culmina com a elaboração de modelos matemáticos, que seria outra etapa do processo de modelagem. Por fim, devemos fazer uma avaliação crítica do processo: limite de validade do modelo, possibilidade de uso em outros problemas etc.

Pensamos que o fluxo do processo pode ser seguido mais ou menos como descrevemos acima, porém, vamos ver as etapas propostas por Rodney Bassanezi (2004) para o processo de modelagem:

1. **Experimentação:** O objetivo dessa fase é a obtenção de dados. O uso de métodos e técnicas estatísticas na pesquisa experimental possibilita maior grau de confiabilidade dos dados obtidos. No ensino de Física essa etapa é essencial quando se trabalha com experiências de laboratório. Os alunos são responsáveis por fazer medições de experimentos com uso de aparelhos.
2. **Abstração:** Esse procedimento deve levar à formulação de modelos matemáticos. Nessa fase procura-se estabelecer: a *seleção de variáveis cognitivas* (os conceitos ou variáveis com os quais se lidam devem ser claramente identificados e compreendidos); a *problematização ou formulação aos problemas teóricos numa linguagem própria da área em que se está trabalhando* (problematiza-se por meio de perguntas científicas que levam à explicitação das relações existentes entre os conceitos ou variáveis envolvidas no fenômeno); a *formulação de hipóteses* (que podem ser geradas por comparação com outros estudos, dedução lógica, experiência pessoal do modelador, observação de casos singulares da



**VII E P A E M**  
**Encontro Paraense de Educação Matemática**  
**Cultura e Educação Matemática na Amazônia**



própria teoria, analogia de sistemas etc.); a *simplificação* (consiste em restringir algumas informações observadas no fenômeno para que se possa obter um modelo matematicamente tratável).

3. **Resolução:** consiste no tratamento matemático dado ao modelo, ou seja, na resolução de equações (diferenciais, integrais, de diferenças finitas, algébricas etc.).
4. **Validação:** nesta fase os modelos matemáticos serão testados para ver em que grau eles correspondem às observações empíricas e às previsões de novos fatos. É nessa etapa que o modelador deve ter a atitude de converter o modelo matemático obtido em diferentes representações matemáticas (tabelas, gráficos, equações) bem como fazer a interpretação das várias formas de se representar um mesmo problema de Física.
5. **Modificação:** nenhum modelo deve ser considerado definitivo, podendo sempre ser melhorado, desta maneira um bom modelo é aquele que propicia a (re)formulação de novos modelos.

## **METODOLOGIA E RESULTADOS**

A coleta de material bibliográfico foi realizada digitando-se o termo “modelagem matemática + ensino física” no buscador *Google*. Detectamos que existem muitos trabalhos disponíveis em revistas eletrônicas, *sites* de congressos em Educação Matemática e *sites* de Universidades sobre Modelagem Matemática de fenômenos físicos. Porém, poucos são voltados ao ensino e aprendizagem. Para selecionar os trabalhos a serem analisados consideramos os seguintes critérios:

- Que fossem sobre Modelagem Matemática;



**VII E P A E M**  
**Encontro Paraense de Educação Matemática**  
**Cultura e Educação Matemática na Amazônia**



- Que fossem sobre fenômenos físicos;
- Que fossem voltados ao ensino e aprendizagem.

Não sendo nossa intenção abarcar a totalidade de pesquisas, relacionamos no quadro 2 vinte (20) trabalhos, organizando-os segundo a classificação: pesquisa de cunho teórico (cinco trabalhos) e pesquisa de cunho didático-pedagógico (quinze trabalhos). Dos vinte trabalhos, dezenove (19) são artigos e apenas um (01) corresponde a uma dissertação de mestrado.

**Quadro 2. Trabalhos encontrados na internet sobre o tema Modelagem Matemática e ensino de Física**

PESQUISAS DE CUNHO TEÓRICO	
Título/Autor(es)/Site	
1)	<i>A modelagem matemática aplicada ao ensino de Física no ensino médio.</i> C. O. Lozada e colaboradores <a href="http://www.ffcl.edu.br/logos/artigos/2006b/ARTIGO1-pag2-ClaudiaLozada-logos-14-2006.pdf">http://www.ffcl.edu.br/logos/artigos/2006b/ARTIGO1-pag2-ClaudiaLozada-logos-14-2006.pdf</a>
2)	<i>Modelagem matemática de fenômenos físicos envolvendo grandezas proporcionais e funções do primeiro grau, através de atividades experimentais.</i> L. S. Campos e M. S. T de Araújo. <a href="http://www2.rc.unesp.br/eventos/matematica/ebiapem2008/upload/269-2-A-gt9-Campos-ta.pdf">http://www2.rc.unesp.br/eventos/matematica/ebiapem2008/upload/269-2-A-gt9-Campos-ta.pdf</a>
3)	<i>Modelagem no ensino/aprendizagem de física e os novos parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio.</i> E. A. Veit e V. D. Teodoro. <a href="http://www.scielo.br/pdf/rbef/v24n2/a03v24n2.pdf">http://www.scielo.br/pdf/rbef/v24n2/a03v24n2.pdf</a>
4)	<i>Modelagem computacional no ensino de física.</i> E. A. Veit e I. S. Araújo. <a href="http://www.if.ufrgs.br/cref/ntef/producao/modelagem_computacional_Maceio.pdf">http://www.if.ufrgs.br/cref/ntef/producao/modelagem_computacional_Maceio.pdf</a>
5)	<i>Alternativas de modelagem matemática aplicada ao contexto do ensino de física: a relevância do trabalho interdisciplinar entre matemática e física.</i> C. O. Lozada. <a href="http://www.sbem.com.br/files/ix_enem/Html/comunicacaoCientifica.html">http://www.sbem.com.br/files/ix_enem/Html/comunicacaoCientifica.html</a>
PESQUISAS DE CUNHO DIDÁTICO-PEDAGÓGICO	
Título/Autor(es)/Site	
1)	<i>A modelagem matemática como metodologia para o ensino-aprendizagem de Física.</i> E. S. R. de Souza e A. O. do Espírito Santo <a href="http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/diaadia/diadia/arquivos/File/conteudo/artigos_teses/fisica/artigos/ednilson.pdf">http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/diaadia/diadia/arquivos/File/conteudo/artigos_teses/fisica/artigos/ednilson.pdf</a>
2)	<i>Equilíbrio no espaço: experimentação e modelagem matemática.</i> P. A. P. Borges, N. A. Toniazio e J. C. da Silva. <a href="http://www.scielo.br/pdf/rbef/v31n2/10.pdf">http://www.scielo.br/pdf/rbef/v31n2/10.pdf</a>
3)	<i>Aperfeiçoamento de professores de física e matemática utilizando a modelagem matemática</i> M. Q. Albé e colaboradores. <a href="http://www.liberato.com.br/upload/arquivos/0131010716044716.pdf">http://www.liberato.com.br/upload/arquivos/0131010716044716.pdf</a>
4)	<i>O ensino de fenômenos físicos através da modelagem matemática.</i> L. Daroit, C. Haetinger e M. M. Dullius. <a href="http://www.projetos.unijui.edu.br/matematica/cd_egem/fscommand/RE/RE_35.pdf">http://www.projetos.unijui.edu.br/matematica/cd_egem/fscommand/RE/RE_35.pdf</a>
5)	<i>Uma experiência da utilização da modelagem matemática computacional aplicada ao ensino de física</i> F. H. L. Vasconcelos, J. R. Santana e H. B. Neto. <a href="http://tele.multimeios.ufc.br/~semm/conteudo/leitura/ef/artigo13.pdf">http://tele.multimeios.ufc.br/~semm/conteudo/leitura/ef/artigo13.pdf</a>
6)	<i>Modelagem matemática: uma experiência com professores.</i> K. G. Leite. <a href="http://need.unemat.br/3_forum/artigos/13.pdf">http://need.unemat.br/3_forum/artigos/13.pdf</a>
7)	<i>Interdisciplinaridade por meio da modelagem matemática: uma atividade envolvendo matemática e física</i> E. S. R. de Souza e colaboradores. <a href="http://www.somaticaeducar.com.br/arquivo/artigo/1-2009-02-28-12-40-16.pdf">http://www.somaticaeducar.com.br/arquivo/artigo/1-2009-02-28-12-40-16.pdf</a>
8)	<i>Modelagem matemática no ensino-aprendizagem de física: tópicos de mecânica.</i> E. S. R. de Souza <a href="http://www.somaticaeducar.com.br/arquivo/artigo/1-2009-02-28-12-35-31.pdf">http://www.somaticaeducar.com.br/arquivo/artigo/1-2009-02-28-12-35-31.pdf</a>
9)	<i>A importância da modelagem matemática na formação de professores de física.</i> C. O. Lozada e N. S. Magalhães. <a href="http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xviii/sys/resumos/T0202-2.pdf">http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xviii/sys/resumos/T0202-2.pdf</a>
10)	<i>A modelagem matemática através de conceitos científicos.</i> H. R. da Costa.





**VII E P A E M**  
**Encontro Paraense de Educação Matemática**  
**Cultura e Educação Matemática na Amazônia**



[http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v14\\_3/m197.pdf](http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v14_3/m197.pdf)

11) *Modelagem matemática como estratégia de ensino e aprendizagem nos cursos superiores de tecnologia*  
E. C. Ferruzzi e colaboradores

[http://ensino.univates.br/~chaet/Materiais/Modelagem\\_Mat\\_Eng.pdf](http://ensino.univates.br/~chaet/Materiais/Modelagem_Mat_Eng.pdf)

12) *Um estudo de caso relacionando formação de professores, modelagem matemática e resolução de problemas de física*. C. O. Lozada e N. S. Magalhães.. <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/xi/sys/resumos/T0108-2.pdf>

13) *Um relato de experiência sobre a prática de modelagem matemática aplicada ao ensino de física*  
C. O. Lozada e N. S. Magalhães. <http://www.uel.br/eventos/cnmem/aceitos.htm>

14) *Radiação solar ultravioleta e a modelagem matemática*. M. C. Stieler e V. Bisognin.

[http://miltonborba.org/CD/Interdisciplinaridade/Encontro\\_Gaicho\\_Ed\\_Matem/cientificos/CC74.pdf](http://miltonborba.org/CD/Interdisciplinaridade/Encontro_Gaicho_Ed_Matem/cientificos/CC74.pdf)

15) *CTS e a modelagem matemática na formação de professore de física*. P. E. da C. Moutinho.

[http://www.ufpa.br/ppgecm/media/Dissertacoes\\_Pedro%20Estevao%20da%20Conceicao%20Moutinho.pdf](http://www.ufpa.br/ppgecm/media/Dissertacoes_Pedro%20Estevao%20da%20Conceicao%20Moutinho.pdf)

## ANÁLISES INICIAIS

Observa-se que as produções envolvendo a temática modelagem matemática e ensino de Física ainda são muito poucas em comparação a outros tipos de estratégias de ensino de Física. Esse fato pode ter como causa o tempo não muito longo das pesquisas envolvendo modelagem matemática no ensino, que de acordo com Biembengut (2009), é da ordem de 30 anos. A consequência disso é que muitos professores (de Física e de Matemática) desconhecem essa tendência em Educação Matemática.

O quadro 2 mostra que são raros os trabalhos envolvendo modelagem matemática e ensino de Física quando se compara aos trabalhos sobre modelagem já publicados. Isso justifica que se realizem projetos de pesquisa sobre o assunto. Nesse panorama, nossa pesquisa faz parte de um projeto maior que visa doutoramento na área.

Finalmente, as atividades de modelagem matemática de fenômenos físicos desenvolvidas nos trabalhos relacionados no quadro 2 podem ser categorizadas levando-se em consideração três recursos didático-pedagógicos: *problemas contextualizados* (11 ocorrências); *simulações computacionais* (3 ocorrências) e *atividades experimentais* (6 ocorrências).



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nosso objetivo foi apresentar alguns recursos didático-pedagógicos comumente usados durante o processo de modelagem matemática no ensino de Física. Após uma breve revisão bibliográfica sobre o assunto, verificamos que são recorrentes três recursos: o uso de problemas contextualizados, o uso de simulações computacionais e o uso de atividades experimentais.

Esses três recursos são, na verdade, tendências de ensino de Física. Configuram-se como recursos ao processo de modelagem na medida em que favorecem a coleta de dados qualitativos e quantitativos necessários à elaboração do modelo matemático. Tais recursos não são auto-exclusivos, podem coadunar-se durante uma mesma atividade de modelagem. No entanto, pode-se enfatizar a presença de um desses recursos durante a tessitura do modelo matemático.

## REFERENCIAS

BARBOSA, J. C. **Modelagem matemática: concepções e experiências de futuros professores**. 2001. 256f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

\_\_\_\_\_. **Modelagem e modelos matemáticos na educação científica**. *Alexandria revista de educação em ciência e tecnologia*. v. 2, n. 2, p. 69-85, jul. 2009.

BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática**. 2ed. São Paulo: Contexto, 2004, 389p.

BIEMBENGUT, M, S.; HEIN, N. **Modelagem matemática no ensino**. 3ed. São Paulo: Contexto, 2003, 127p.

BIEMBENGUT, M. S. 30 anos de modelagem matemática na educação brasileira: **Revista Alexandria**, v. 2, n. 2, p. 7-32, 2009.

BORGES, A. T. Um estudo de modelos mentais. **Revista Investigação em Ensino de Ciências, Rio Grande do Sul**, v. 2, n. 3, dez 1997. Disponível em <[http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID34/v2\\_n3\\_a1997.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID34/v2_n3_a1997.pdf)> Acesso em 13 set 2009.



**VII E P A E M**  
**Encontro Paraense de Educação Matemática**  
**Cultura e Educação Matemática na Amazônia**



BRASIL, Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais:** Ensino Médio, 2006. (Disponível em <http://portal.mec.gov.br>, acesso em 8/5/09).

\_\_\_\_\_, Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais:** Ensino Médio. Parte I (Bases legais), 2000a. (Disponível em <http://portal.mec.gov.br>, acesso em 8/5/09).

\_\_\_\_\_, Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais:** Ensino Médio. Parte III (Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias), 2000b. (Disponível em <http://portal.mec.gov.br>, acesso em 8/5/09).

BURAK, D. **Modelagem matemática: ações e interações no processo de ensino-aprendizagem.** Tese de Doutorado em Educação-UNICAMP, São Paulo, 1992.

\_\_\_\_\_. **Modelagem matemática: uma metodologia alternativa para o ensino da matemática na 5ª série.** Dissertação de mestrado em Educação Matemática-UNESP, São Paulo, 1987.

\_\_\_\_\_. Modelagem matemática e a sala de aula. In: **ENCONTRO PARANAENSE DA MODELAGEM NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA (EPMEM)**, *Anais...*Londrina, 2004.

DAROIT. L.; HAETINGER. C.; DULLIUS. M. M. **O ensino de fenômenos físicos através da modelagem matemática.** Disponível em [http://www.projetos.unijui.edu.br/matematica/cd\\_egem/fscommand/RE/RE\\_35.pdf](http://www.projetos.unijui.edu.br/matematica/cd_egem/fscommand/RE/RE_35.pdf). Acesso em 10/08/2009.

DUVAL, R. Registros de representação semiótica e funcionamento cognitivo da compreensão em matemática. In: MACHADO, S. D. A. (Org.). **Aprendizagem em matemática: registros de representação semiótica.** 4 ed. Campinas: Papyrus, 2008, p.11-33.

\_\_\_\_\_. **Semiósis e pensamento humano: registros semióticos e aprendizagens intelectuais.** Tradução: Lênio Levy e Marisa Silveira. São Paulo: Editora da Física, 2009, 113p.

\_\_\_\_\_. **Semiosis y pensamiento humano: registros semióticos y aprendizajes intelectuales.** Traducción: Myriam Vega Restrepo. Cali-Colombia: Merlin I. D., 2004, 332p.

FERNANDES, R. G. **Modelos mentais em Mecânica Introdutória: uma simulação computacional.** 2000. 158f. Dissertação (Mestrado em Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.



FIorentini, D.; Lorenzato, S. **Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos**. 2 ed. São Paulo: Autores Associados, 2007, 226p.

Flores, C. R.; Moretti, M. T. O funcionamento cognitivo e semiótico das representações gráficas: ponto de análise para a aprendizagem matemática. **Reremat-Revista Eletrônica de Republicação em Educação Matemática**. Santa Catarina, p. 26-38, 2006. Disponível em <[http://www.redemat.mtm.ufsc.br/reremat/republic\\_07\\_artigo.PDF](http://www.redemat.mtm.ufsc.br/reremat/republic_07_artigo.PDF)>. Acesso em 02/10/09).

Freire, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 37 ed. São Paulo: Paz e Terra, 2008, 146p.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia do oprimido**. 46 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2007, 213p.

Levy, L. F. **Os professores, uma proposta visando à transdisciplinaridade e os atuais alunos de matemática da educação pública municipal de jovens e adultos de Belém, Pará**. 2003. 148f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemáticas) – NPADC, Universidade Federal do Pará.

Lozada, C. O. **Alternativas de modelagem matemática aplicada ao contexto do ensino de física: relevância do trabalho interdisciplinar entre matemática e física**.

([www.sbem.com.br/files/ix\\_enem/Comunicacao\\_Cientifica/Trabalhos/CC19292253859T.doc](http://www.sbem.com.br/files/ix_enem/Comunicacao_Cientifica/Trabalhos/CC19292253859T.doc), acesso em 18 de maio de 2009).

Lozada, C. O.; Magalhães, N. S. Uma relato de experiência sobre a prática da modelagem matemática aplicada ao ensino de física. In: **VI CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA (VI CNMEM)**, Londrina-Pr. *Anais...Londrina*: 2009. (Publicação em CD-ROM).

Pinheiro, T. F. Modelização de variáveis: uma maneira de caracterizar o papel estruturador da matemática no conhecimento científico. In: PIETROCOLA, M. (Org.). **Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: UFSC, 2001. p. 33-150.

RozaL, E. F. **Modelagem matemática e os temas transversais na educação de jovens e adultos**. Belém, 2007. 164f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemáticas) – NPADC, Universidade Federal do Pará.

Souza, E. S. R.; Espírito Santo, A. O. Modelagem matemática como metodologia para o ensino-aprendizagem de Física. In: **VI ENCONTRO PARAENSE DE MODELAGEM MATEMÁTICA (VI EPAEM)**, Belém-Pa. *Anais...Belém*: SBEM, 2008a. (Publicação em CD-ROM).

\_\_\_\_\_. O objeto modelo matemático e suas diversas representações semióticas: uma concepção de modelagem matemática. In: **VI CONFERÊNCIA NACIONAL**



**SOBRE MODELAGEM NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA.** *Anais...*Londrina-PR: Universidade Estadual de Londrina, 2009. (Publicação em CD-ROM).

\_\_\_\_\_. Modelagem matemática: uma visão holística da realidade?In: **VI ENCONTRO PARAENSE DE MODELAGEM MATEMÁTICA (VI EPAEM)**, Belém-Pa. *Anais...*Belém: SBEM, 2008b. (Publicação em CD-ROM).