

VI Congresso Internacional de Ensino da Matemática



ULBRA - Canoas - Rio Grande do Sul - Brasil

16, 17 e 18 de outubro de 2013

Comunicação Científica



MODELAÇÃO MATEMÁTICA E ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Lisiane Milan Selong¹

Maria Salett Biembengut²

Temática do Artigo: Modelagem Matemática

Resumo

O presente artigo teve como objetivo analisar a alfabetização científica de estudantes de Ensino Fundamental e Médio por meio da Modelagem Matemática na Educação. Para isso apresentam-se conceitos e definições referentes à Modelagem Matemática, Modelagem Matemática na Educação, Alfabetização Científica e Letramento Científico. A coleta dos dados aconteceu em dois momentos: inicialmente, fez-se uma modelação com o tema Embalagem com quatro turmas do 1º ano do Ensino Médio – totalizando 122 estudantes, de uma escola do interior do Rio Grande do Sul, sendo a docente a autora desta pesquisa; na sequência, realizou-se a aplicação da mesma modelação com um grupo de estudantes voluntários da 6ª série do Ensino Fundamental na mesma escola do grupo anterior em horário extraclasse – esse grupo iniciou com 15 estudantes e nove concluíram as atividades. Para a análise dos dados fez-se a interação entre teorias sobre os temas e os dados coletados, o que possibilitou verificar em quais níveis de alfabetização científica os estudantes se encontravam nas três fases da modelação. Identificou-se que os estudantes não se classificaram apenas em um nível durante a modelação e que apresentaram progressos durante as três fases de modelação.

Palavras-chave: Modelagem Matemática na Educação. Alfabetização Científica. Letramento Científico. Educação Básica.

INTRODUÇÃO

¹ Mestre em Educação em Ciências e Matemática pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS. Especialista em Orientação Educacional pela Universidade de Passo Fundo – UPF. Professora do Colégio Notre Dame Passo Fundo. E-mail: lisi_milan@yahoo.com.br.

² Doutora em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC e pós-doutora em Educação pela Universidade de São Paulo – USP e New Mexico University. Professora e pesquisadora do Programa de Pós-Graduação em Educação de Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUC-RS. E-mail: maria.salett@puccrs.br.

Uma pessoa vive em diversos espaços educativos: família, grupos sociais, escola, por exemplo. Na escola, em particular, orienta-se para que o conhecimento propicie aos estudantes uma forma que possam usá-lo em suas atividades profissionais futuras e pessoais. Conforme Demo (2000), um dos sentidos da educação é favorecer aos estudantes a formação da competência, isto é, o estudante deixa de ser o objeto de ensino e passa a fazer parte do processo.

De acordo com os objetivos dos PCNs o ensino de Matemática, por exemplo, deve levar o estudante a compreender os conceitos matemáticos para resolver situações-problema presentes em diversas áreas do conhecimento, para que sejam capazes de levantar hipóteses, organizar informações, estabelecer um raciocínio lógico com tais informações, obter resultados e validá-los ou não.

Ainda conforme os PCNs (1998), espera-se que os estudantes ao final da Educação Básica tenham adquirido algumas competências e habilidades em relação ao conhecimento científico, por exemplo: utilizar conhecimentos científicos para compreender questões sociais e ambientais; compreender a história da ciência e identificar seu papel na vida humana; compreender que a ciência é uma construção humana e conseguir relacionar o desenvolvimento científico com a transformação da sociedade; compreender a interferência da tecnologia no desenvolvimento dos conhecimentos e da vida social. Mas como promover letramento e alfabetização científica dos estudantes na disciplina de matemática?

Conforme Soares (2001, p. 39), letramento consiste no “resultado da ação de ensinar e aprender as práticas sociais de leitura e escrita. O estado ou condição que adquire um grupo social ou um indivíduo como consequência de ter-se apropriado da escrita e de suas práticas sociais.” Define a alfabetização como “ação de alfabetizar” e aponta que alfabetizar (SOARES, 2001, p. 31) é “tornar o indivíduo capaz de ler e escrever.” O que Chassot (2003, p. 38) declara como “[...] um conjunto de conhecimentos que facilitam aos homens e mulheres fazer uma leitura do mundo em que vivem.”

Soares (2001, p. 39) destaca ainda que:

[...] ter-se apropriado da escrita é diferente de ter aprendido a ler e a escrever: aprender a ler e escrever significa adquirir uma tecnologia, a de codificar em língua escrita e de decodificar a língua escrita; apropriar-se da escrita é tornar a escrita ‘própria’, ou seja, a assumi-la como sua ‘propriedade’.

Soares (2001, p. 40) aponta, também, que “[...] o indivíduo letrado, o indivíduo que vive em estado de letramento, é não só aquele que sabe ler e escrever, mas aquele que usa socialmente a leitura e a escrita, pratica a leitura e a escrita, responde adequadamente às

demandas sociais de leitura e escrita.” A diferença entre os dois termos, para Soares (2001), é que na alfabetização a pessoa aprende a ler e escrever e, no letramento, a pessoa apropria-se da leitura e da escrita, conseguindo aplicá-las em suas vivências do cotidiano.

O termo letramento, segundo o INEP (2008, p. 33), “[...] indica a capacidade de ir além da simples aquisição de conhecimentos, demonstrando competência para aplicar esses conhecimentos em situações do dia-a-dia.” Letramento científico significa a capacidade da pessoa em “empregar o conhecimento científico para identificar questões, adquirir novos conhecimentos, explicar fenômenos científicos e tirar conclusões baseadas em evidências sobre questões científicas.”

Há alguns anos, têm-se adotado avaliações, periodicamente, para verificar como está o ensino durante e após o término da Educação Básica e o letramento ou alfabetização científica dos estudantes, por exemplo, Prova Brasil, ENEM e as avaliações do SAEB. Além dessas, há as avaliações do *Programme for International Student Assessment* (Programa Internacional de Avaliação de Estudantes) – PISA, que realiza a avaliação do letramento dos estudantes em três áreas do conhecimento – Leitura, Matemática e Ciências.

Os resultados dessas avaliações do PISA indicam que muitos estudantes brasileiros não aprendem na escola conhecimentos que poderiam auxiliá-los em situações da sua vida cotidiana: pessoal e profissional. Não possuem conhecimentos que lhes facilitem solucionar questões, tomar decisões, para se posicionar, criticamente, diante de situações nas quais é requerido o seu entendimento. Isso implica a utilização de um método que possa melhorar essa condição vigente. Dentre esses métodos defende-se a modelagem matemática na educação – modelação matemática.

Biembengut (no prelo) afirma que a “modelagem é o processo envolvido na elaboração de modelo de qualquer área do conhecimento. Trata-se de um processo de pesquisa. A essência deste processo emerge na mente de uma pessoa quando alguma dúvida genuína ou circunstância instigam-na a encontrar uma melhor forma para alcançar uma solução, descobrir um meio para compreender, solucionar, alterar, ou ainda, criar ou aprimorar algo.”.

Biembengut (no prelo) comenta que utilizar modelagem no ensino de matemática implica ensinar os conteúdos curriculares e, ao mesmo tempo, ensinar o estudante a fazer pesquisa. Conforme a autora, para pesquisar é preciso conhecer o assunto, ou seja, as teorias e técnicas sobre o que se espera melhor compreender, e parte dessas teorias e técnicas está presente no programa curricular. De acordo com Biembengut (1990), a modelagem

matemática quando utilizada no ensino de matemática passa a se chamar de modelação matemática.

Biembengut (2004) aponta que a modelação matemática pode ser utilizada em qualquer nível de escolaridade; ela tem como objetivo favorecer aos estudantes a melhor compreensão dos conceitos matemáticos, proporcionar-lhes meios para ler, interpretar, formular e resolver situações-problema, além de promover o senso crítico e criativo. De acordo com a autora, a modelação é realizada em três fases: (1^a) percepção e apreensão, (2^a) compreensão e explicação, (3^a) significação e expressão.

Conforme o exposto, o que se espera da Educação em geral, especificamente da Educação de Matemática, é a formação de pessoas que tenham alfabetização científica e competências em utilizar essa alfabetização nas questões relativas ao seu viver, à sua comunidade, ao seu meio ambiente, que consigam resolver situações-problema, que saibam se posicionar diante de diferentes situações, que seja possível a esses estudantes saber utilizar e que percebam a utilidade dos conhecimentos aprendidos na escola na resolução desses problemas. Porém, isso não se mostra nos resultados das avaliações realizadas pelos estudantes brasileiros. O objetivo da Educação deve ser formar e preparar os estudantes para adquirir essas habilidades; assim, busca-se na modelação matemática uma maneira para alcançar esse objetivo.

CONSIDERAÇÕES SOBRE AS ATIVIDADES REALIZADAS PARA A COLETA DOS DADOS

Para a realização desta pesquisa optou-se por organizar dois grupos: um com estudantes da 1^a série do Ensino Médio e outro com estudantes da 6^a série do Ensino Fundamental. Tais estudantes foram escolhidos, pois, conforme o PISA (2011), nessas idades diversos assuntos lhes despertam o interesse. A descrição dos grupos é a seguinte: o primeiro grupo compreendeu 4 turmas de estudantes da 1^a série do Ensino Médio, com idades entre 14 e 16 anos, num total de 122 estudantes; a aplicação foi realizada na disciplina curricular de Desenho Geométrico, ministrada pela autora desta pesquisa. O segundo grupo foi composto por 9 estudantes da 6^a série do Ensino Fundamental, com 12 anos de idade; eles foram convidados a participar da pesquisa em horário extraclasse. Todos os estudantes eram de uma escola particular do interior do Rio Grande do Sul.

A escolha de dois grupos distintos, mesmo que com um número bastante diferente de estudantes, deu-se pelo objetivo de fazer uma modelação no horário de uma disciplina curricular, sendo possível observar quais as vantagens e dificuldades encontradas, e com um grupo voluntário no qual as atividades realizadas não fizessem parte de uma disciplina curricular, no qual a nota pudesse influenciar no desenvolvimento da proposta.

Optou-se por realizar a aplicação com a turma curricular na disciplina de Desenho Geométrico, por ter sido realizada antes da escolha do tema, uma busca por temas que mais se aproximassem dos conteúdos curriculares trabalhados nas disciplinas ministradas pela autora da pesquisa, e nesta disciplina ocorreu uma maior aproximação desses conteúdos.

Na aplicação do material didático, realizada para a obtenção dos dados empíricos – levantamento dos dados –, utilizou-se material de apoio didático da autoria de Biembengut (1999) – Modelação sob o tema Embalagem – adaptado para a efetivação de práticas pedagógicas e que foi aplicado aos dois grupos.

A escolha do tema justifica-se pelo fato de os dois grupos participantes serem formados por estudantes com idades entre 12 e 16 anos, jovens que têm ao seu redor infinitas novidades, que possuem acesso aos diversos produtos lançados no mercado.

A aplicação do material didático ocorreu nas três fases da modelagem definidas conforme Biembengut (2009): percepção e apreensão; compreensão e explicação; significação e expressão. O objetivo, ao final da aplicação do material didático, era que os estudantes criassem modelos de embalagens e o portfólio delas.

Na sequência, apresentam-se, conforme as três fases da modelação descritas anteriormente, ocorrências de alfabetização científica e letramento científico durante as aulas e encontros.

Grupo 1: Estudantes de quatro turmas da 1ª série do Ensino Médio.

1ª Percepção e Apreensão

Foi possível perceber que os estudantes, de certa forma, são críticos em relação aos produtos que consomem, pois, quando foi solicitado que imaginassem o que era preciso para criar uma embalagem, o que deveria constar nela para ser bem aceita no mercado, todos citavam itens que consideravam importantes antes de comprar o produto.

Sobre a relação que os estudantes fizeram acerca da matemática e as embalagens, percebeu-se que não conseguiam estabelecer outras relações, a não ser quanto ao formato, que

lembrava formas geométricas, ou seja, não conseguiam aplicar, naquela situação, os conceitos matemáticos aprendidos na escola. Dessa forma, apresentaram sinais de que não estavam alfabetizados cientificamente.

2ª Compreensão e Explicitação

Verificou-se que os estudantes possuíam alguns conhecimentos sobre o tema, por exemplo, que algumas embalagens precisam de materiais específicos, conforme o produto, a forma de transporte. Uma dificuldade sentida foi no momento em que era necessária a participação dos estudantes na busca de informações sobre as embalagens, sobre os materiais, enfim, quando eles precisavam agir para se inteirar do tema. A maioria não participava e não fazia as tarefas solicitadas; a consequência ficou clara na forma como apresentavam seus trabalhos. Os estudantes deste grupo não conseguiam utilizar os conteúdos aprendidos na escola para realizar as atividades relacionadas à embalagem. Muitas vezes, sabiam os conceitos, porém não conseguiam aplicá-los.

3ª Significação e Expressão

Para avaliar as próprias embalagens, os estudantes foram questionados se a forma que haviam escolhido era a ideal, a de menor custo, a de melhor manuseio, para isso precisaram ser críticos. Para conseguir avaliar esses itens, precisaram ter conhecimento dos conceitos envolvidos nos questionamentos e saber aplicar os conceitos.

Após algumas discussões, os estudantes perceberam que, para a escolha do formato de uma embalagem, é preciso saber a quantidade de material, saber avaliar em qual formato cabe a maior quantidade de produto e pensar em como essa embalagem será manuseada e transportada. Novamente, eles apresentaram dificuldade em aplicar os conceitos matemáticos em determinadas situações. Mostravam conhecer os conceitos, porém, quando precisavam utilizá-los, não conseguiam.

Grupo 2: Estudantes voluntários da sexta série do Ensino Fundamental.

1ª Percepção e Apreensão

No grupo dois, assim como no grupo um, percebeu-se que os estudantes são bastante críticos sobre os produtos e as embalagens que estão no mercado, porém quando questionados sobre o que era necessário para criar uma embalagem, deram respostas que são visíveis, não conseguiram imaginar ou pensar no que está implícito na criação de uma embalagem.

Nesse grupo, o único reconhecimento da matemática nas embalagens foi em relação às formas geométricas, não pensaram e não perceberam outras formas de utilização da matemática na criação e na produção de uma embalagem. Os estudantes não identificavam nas embalagens outros conhecimentos da geometria, da matemática, por mais que já tivessem aprendido na escola. Nas suas respostas, sempre eram apresentados aspectos simples e visíveis. Ao serem questionados sobre o que precisavam saber para desenhar, diziam apenas medidas e conhecimento das formas. Esses estudantes conheciam determinados conceitos matemáticos, mas não conseguiam compreendê-los realmente, pois não os reconheciam quando solicitado.

2ª Compreensão e Explicitação

Nessa fase, foi notável a importância da fase 1 desse processo, pois os estudantes fizeram modelos-guia para que criassem as suas embalagens ou, ao menos, para que elaborassem ideias dos itens que nelas deveriam constar. A percepção e a interação com tema, a partir do momento em que buscaram informações sobre as embalagens, sobre os diversos itens que deveriam ser pensados antes e durante a criação de uma embalagem, foram importantes para a fase de criação e inovação. Verificou-se que, após a busca de informações, foi possível aos estudantes apreenderem os conceitos existentes, apresentando compreensão durante os encontros, ou seja, no desenvolvimento dos modelos-guia para as suas embalagens. Eles entenderam e compreenderam a existência de outros conceitos necessários para a confecção de uma embalagem.

3ª Significação e Expressão

Nos três trabalhos apresentados, percebeu-se a criatividade dos estudantes, além da sua opinião sobre as embalagens já existentes. Isso se confirma pelos formatos das embalagens, pois criaram modelos que gostariam de comprar, modelos que achavam que as crianças iriam preferir e que poderiam ser utilizados em outras oportunidades. Além disso, foi possível perceber em um dos trabalhos uma crítica em relação a um modelo já existente, encontrando

uma alternativa para facilitar a vida das pessoas no dia a dia. Nessa última fase, notou-se a importância das duas fases anteriores, pois os estudantes conseguiram apresentar em suas embalagens resultados das atividades realizadas, e conteúdos estudados, da fase um e da fase dois.

ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS

Apresenta-se a análise deste estudo: identificar a alfabetização científica dos estudantes dos dois grupos participantes e compreender o desenvolvimento da alfabetização científica durante o processo de modelação matemática.

No PISA, utiliza-se uma escala para classificar o estudante quanto às competências científicas que ele mostra possuir durante o processo pedagógico. As categorias de análise desta pesquisa foram estabelecidas a partir de uma adaptação dessa escala do PISA, com base em 6 níveis, para identificar qual nível os estudantes, participantes desta pesquisa, alcançaram em relação às competências científicas após a Modelação no ensino de Geometria. As categorias selecionadas apresentam-se no quadro 1 a seguir.

Quadro 1 – Categorias de análise

O QUE O ESTUDANTE FAZ EM CADA NÍVEL	
NÍVEIS	CATEGORIAS DE ANÁLISE
6	Utiliza o conhecimento científico para tomar decisões baseadas em diferentes fontes de informação.
5	Reflete criticamente sobre as situações e utiliza evidências baseadas em sua análise crítica.
4	Usa conhecimento e evidências científicas para refletir e comunicar decisões.
3	Seleciona fatos e conhecimentos para aplicar modelos e estratégias simples de pesquisa; baseia-se em conhecimento científico para tomar decisões.
2	Fornecer explicações científicas em contextos familiares; tira conclusões com base em questões simples.
1	Apresenta explicações científicas óbvias; tira conclusões de evidências apresentadas.

Fonte: Adaptado PISA (2011).

A análise foi realizada com base nos relatos das aulas com os estudantes dos dois grupos que participaram da pesquisa e nas atividades realizadas com os dois grupos. Os estudantes participaram da aplicação de Modelação com o tema *Embalagens*, na qual deveriam criar uma embalagem e um portfólio sobre ela. Para realizar a aplicação, eles se

dividiram em duplas ou trios. Passa-se a análise, que se apresenta com base nas categorias anteriormente descritas e nas três fases de Modelação.

Grupo 1:

1ª fase – percepção e apreensão

Nessa fase, percepção e apreensão, o grupo inicialmente classificado no nível 1 passa para o nível 2, ou seja, houve um avanço dos estudantes e isso pôde ser identificado ao se efetuar a comparação entre as respostas dos questionamentos efetuados, pois os estudantes souberam citar quais as informações necessárias para a criação de uma embalagem, contudo, não conseguiram aplicar os conhecimentos aprendidos na escola para fazê-la. Entenderam, também, que, para criar uma embalagem, é preciso conhecer as medidas, mas ao serem questionados sobre a relação das embalagens com a matemática, não conseguiram estabelecer essa relação.

2ª fase – compreensão e explicação

Nessa fase, os estudantes do grupo 1 classificam-se nos níveis 2 e 3. Aproximadamente 90% dos estudantes permaneceram no nível 2, e cerca de 10% avançaram para o nível 3. Eles são capazes de identificar questões relevantes nas embalagens, de refletir, de serem críticos, chegam a conclusões importantes, porém, quando precisam utilizar conceitos matemáticos e científicos para justificar suas respostas, não conseguem. Verifica-se que 10% dos estudantes conseguiram avançar, após as atividades desta etapa para um nível superior.

3ª fase – significação e expressão

Identifica-se, na terceira fase, que aproximadamente 90% dos estudantes desse grupo, após a realização de todas as atividades da modelação e a apresentação do portfólio e do modelo da embalagem, avançaram para o nível 3. Percebeu-se na apresentação da embalagem/portfólio que estabeleceram pequenas relações entre as informações coletadas na primeira fase e os conteúdos aprendidos na segunda. Também se verificou, nos portfólios e

modelos de embalagens, que aproximadamente 10% desses estudantes avançaram para o nível 4, isto é, apresentaram progresso após o processo de modelação.

Grupo 2:

1ª fase – percepção e apreensão

Esse grupo, nessa fase, passou do nível 1 para o nível 3. Os estudantes conseguem identificar os itens importantes e necessários à criação da embalagem e são críticos em relação a eles. Quando questionados sobre a relação da matemática existente nessas embalagens, demonstraram conhecer os conceitos, porém não conseguiram identificá-los, não reconheceram a aplicação.

2ª fase – compreensão e explicação

É perceptível na fase 2 que o conhecimento matemático e científico não era percebido pelos estudantes nas embalagens antes da fase 1 e, após as atividades dessa fase, conseguiram perceber as relações entre os conceitos matemáticos e as embalagens. Além disso, somente após a busca das informações sobre embalagens, foi possível o reconhecimento de quais são os passos necessários à criação de uma embalagem e como ela deve ser planejada.

Os estudantes do grupo 2, nessa segunda fase, avançaram para o nível 4. Eles apresentaram progresso quando questionados sobre a matemática existente e necessária para a criação das embalagens. Conseguiram identificar essa relação após a fase 1, na qual estavam classificados no nível 1 quando questionados sobre isso.

3ª fase – significação e expressão

Nesta fase esse grupo dividiu-se em três grupos para a criação do portfólio e da embalagem. Identificou-se, na apresentação dos estudantes do primeiro grupo, composto por três estudantes, a categoria de análise do nível 5. Percebeu-se que a forma como aplicaram os conhecimentos científicos foi razoável e que utilizaram bons argumentos ao explicar sobre a criação da embalagem e sobre como seria reutilizada. Utilizaram os conhecimentos científicos anteriores e os aprendidos nos encontros para tomar decisões sobre os itens necessários à embalagem. Esse grupo classifica-se no nível 5.

Identifica-se, na apresentação do segundo grupo, formado por quatro estudantes a categoria de análise do nível 4, ou seja, esse grupo manteve-se no nível de classificação da fase anterior. Não apresentaram argumentos relevantes baseados na busca e na relação de informações. Além disso, o grupo demonstrou falta de interesse na produção da embalagem e, aparentemente, não levou o trabalho a sério. Esse grupo classifica-se no nível 4 da escala.

Observou-se, na apresentação do terceiro grupo, composto por dois estudantes, a categoria de análise do nível 5. Percebeu-se nesse grupo um bom nível de argumentação na explicação sobre a embalagem criada. Os estudantes conseguiram estabelecer relações e aplicar os conhecimentos científicos aprendidos. Com base em conhecimento e evidências científicas, apresentaram informações relevantes e importantes sobre a embalagem. Esse grupo está no nível 5 da escala. Nesta fase, dos 9 estudantes, 4 mantiveram-se no nível 4 e os outros 5 avançaram para o nível 5.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível, através das atividades de modelação, realizar a aplicação da matemática a partir do ensino dos conteúdos curriculares e não curriculares. Além disso, identificou-se como os estudantes compreenderam os conhecimentos científicos, a forma como conseguiram aplicá-los, quais foram os argumentos utilizados por eles para explicar e exemplificar, como chegaram às conclusões nas três fases da modelação, quando foram motivados à busca de informações, quando os conteúdos necessários foram explicados e retomados e também quando foram promovidos momentos de pesquisa.

O método Modelação Matemática contribuiu, favoreceu e estimulou a alfabetização e o letramento científico dos estudantes, pois comparando os objetivos da modelação e a definição de letramento, percebe-se que as fases da modelação vão ao encontro da definição de letramento científico proposta pelo PISA.

Ao final da análise dos dois grupos identificou-se um avanço de todos os estudantes. Mesmo que na terceira fase da modelação alguns estudantes tenham permanecido em níveis iguais aos que haviam sido classificados nas fases anteriores, mostraram avanço da primeira fase para a terceira fase. Para esse progresso, foi preciso a participação deles em todas as atividades do método, desde o momento em que precisaram buscar informações sobre o tema, até a fase final, em que uniram todos os conceitos e as informações conhecidas e analisadas, no portfólio e no modelo da embalagem (re)criada. Após o processo de modelação estavam em um processo de alfabetização científica.

Acredita-se que a aplicação da Modelagem na Educação pode proporcionar aos estudantes avanços maiores a partir do instante em que novas atividades forem realizadas, pois eles seriam motivados a aprender os conteúdos a partir de um método de ensino no qual buscam, compreendem e aplicam conceitos científicos em diversos contextos, que é o objetivo da alfabetização científica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIEMBENGUT, Maria Salett. **Mapeamento na Pesquisa Educacional**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008.

_____. **Modelagem Matemática e Implicações no ensino-aprendizagem de Matemática**. 2. ed. Blumenau: Edifurb, 2004. v. 1.

_____. **Processos e métodos de ensino e aprendizagem matemática na formação de professores**. 2009. 76 f. Relatório (Pós-Doutorado) – Departments of Educational Specialties and Mathematics & Statistics University of New Mexico, 2009.

_____. **Modelagem Matemática como Método de ensino-aprendizagem de Matemática em cursos de 1º e 2º graus**. 1990. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, São Paulo, 1990.

_____ no prelo.

BIEMBENGUT, Maria Salett; HEIN, Nelson. **Modelagem matemática no ensino**. 4. ed. São Paulo: Contexto, 2007.

CHASSOT, Attico. **Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2003.

_____. Alfabetização Científica: uma possibilidade para inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, Campinas, n. 22, p. 89-100, jan./abr. 2003.

DEMO, Pedro. **Educar pela Pesquisa**. Campinas: Autores Associados, 2000.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. INEP. **Pisa, Resultados, Pisa 2009**. Apresentação dos Resultados. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/internacional-novo-pisa-resultados>>. Acesso em: 3 out. 2011.

_____. **Pisa, Marcos Referenciais**. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/internacional-novo-pisa-marcos_referenciais>. Acesso em: 3 out. 2011.

PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS PARA O ENSINO MÉDIO. **Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2013.

SOARES, Magda. **Letramento**: um tema em três gêneros. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.