

Modelagem Matemática e as Tecnologias de Informação como Estratégia para Ensino de Funções na Perspectiva Socio-Crítica.

Neuber Silva Ferreira¹

Dra. Regina Helena de Oliveira Lino Franchi²

1

Resumo

Este trabalho trata-se de um projeto de pesquisa, em elaboração, que busca investigar de que maneira a Modelagem Matemática e os Ambientes Informatizados favorecem o tratamento do conceito de função de modo que a aprendizagem ocorra e ao mesmo tempo o conceito possa ser utilizado na perspectiva da Educação Matemática Crítica. Seu aporte teórico se baseia na Modelagem Matemática na perspectiva da educação Matemática Crítica, no ensino de funções e nas tecnologias de informação como alternativa para trabalhos com conceitos matemáticos e com a modelagem. O público alvo são os alunos da primeira série do ensino médio do IFMG-Campus Ouro Preto. Será uma pesquisa com abordagem qualitativa, serão empregados questionários, entrevistas e observações de atividades realizadas em sala de aula.

Palavras-chave

Modelagem Matemática, Educação Matemática Crítica, Ensino de Funções, Tecnologias de Informação.

Introdução

Este trabalho trata-se de um projeto de pesquisa, que está ainda sendo elaborado, vinculado ao Programa de Mestrado Profissional em Educação da Universidade Federal de Ouro Preto. A pesquisa se enquadra na Linha de Pesquisa 1 do Programa em questão, intitulada: Educação Matemática Superior, Informática Educacional e Modelagem Matemática. A pesquisa tem como objetivo principal investigar de que maneira a Modelagem Matemática e os Ambientes Informatizados favorecem o tratamento do conceito de função de modo que a aprendizagem ocorra e ao mesmo tempo o conceito possa ser utilizado na perspectiva da Educação Matemática Crítica. Pretende-se usar a metodologia de pesquisa qualitativa para obtenção e análise dos dados. Os sujeitos da pesquisa serão estudantes dos cursos técnicos do IFMG-Campus Ouro Preto.

2. Minha trajetória em direção à esse interesse de pesquisa

Nesta introdução, serão apresentados, um pouco sobre minha formação, minha experiência profissional e alguns relevantes motivos que me suscitaram a escolha do tema

¹ UFOP neuber.ferreira@ifmg.edu.br

² UFOP reginafranchi@uol.com.br

Modelagem Matemática na Perspectiva Sócio-Crítica, como estratégia de Ensino de Matemática nos cursos técnicos do IFMG-Campus Ouro Preto, bem como a construção de modelos que auxiliem estes alunos a resolver, entender melhor e se posicionarem criticamente frente aos problemas e obstáculos advindos de sua vivência dentro e fora da escola.

Meu envolvimento com a educação iniciou-se no meu nascimento, pois sou filho de professora. Cresci vendo minha mãe preparando suas aulas e às vezes a ajudava, talvez por isso sempre quis ser professor. Por falta de opção em minha cidade, em 1990 fui estudar na Escola Agrotécnica Federal de São João Evangelista MG, onde fiz o curso Técnico em agropecuária. Durante o curso tive um grande professor de matemática que me inspirou e incentivou-me a prestar vestibular para o curso de Licenciatura em Matemática da UFRRJ na cidade de Seropédica, Rio de Janeiro, fui aprovado no vestibular de 1993.

Assim comecei atuar na área da educação, como estagiário em uma escola de Ensino Fundamental dentro da própria universidade. O que me levou a efetivar o anseio em conhecer mais sobre a Matemática e concomitantemente a busca de novas formas para ensiná-la. Na busca de mais conhecimento obtive o título de Especialista em Análise Matemática pela UFMG, que me proporcionou um grande conhecimento na área que também muito era de meu interesse. Em 1998, voltei a minha cidade natal e comecei a trabalhar como professor de Matemática no Ensino Fundamental e Médio. Desde essa época, até os dias de hoje continuo trabalhando como professor de tal disciplina. Foram as dificuldades encontradas no trabalho na rede pública estadual de Minas Gerais foi o que me despertou uma enorme vontade de desenvolver um trabalho diferenciado para o estudo de Matemática. Pois foi quando percebi que os alunos, sob o ponto de vista de vários aspectos, apresentavam grande dificuldade na aprendizagem da matemática, pois não percebiam sua importância no seu cotidiano. Eles sempre questionavam “para que serve este conceito da Matemática?” Pensavam que a Matemática era um apanhado de regras e fórmulas que só se prestava para que pudessem ser aprovados em concursos ou no vestibular.

Nas minhas aulas, em algumas situações, quando os alunos deparavam-se com fenômenos que representavam, por exemplo, funções, por mais simples que fossem não as identificavam em tais situações propostas e muito menos conseguiam analisar os gráficos das mesmas, ou seja, não conseguiam estabelecer uma conexão entre tais fenômenos e os conceitos de funções que haviam sido trabalhados em Matemática. É interessante ressaltar

que enquanto discente, nesse mesmo nível de ensino, eu também não tive orientações em relação a esses aspectos e as atividades valorizavam o método técnico de exercícios repetitivos sem a compreensão dos conceitos e aplicações. Isso me chamou muita atenção, então, inquietei-me com várias indagações como: Como transmitir os conceitos matemáticos a meus alunos para que eles pudessem aplicá-los em suas vidas profissionais e ajudassem a promover o progresso de nossa sociedade? Até que ponto o ensino de funções em Matemática realmente contribuía como ferramenta para outras disciplinas ou para interpretação e análise do mundo real num contexto em que estavam inseridas? Que aspecto e quais formas eram abordados no estudo de funções e aplicações matemáticas pelo livro didático e professores? Qual deveria ser nossa postura enquanto professor de Matemática de uma escola técnica, diante do ensino desse assunto para atender as atuais exigências do ensino?

Diante de tais questionamentos, nessa zona de desconforto na qual me encontrava, tentei trabalhar com alguns projetos envolvendo outras disciplinas, que amenizou um pouco a situação, mas achei que não atendia totalmente às expectativas e minha investigação ainda continuava em relação a uma nova postura para as aulas de Matemática que contribuísse de forma mais efetiva para solução do problema. Então, tive contato com alguns colegas de trabalho que já fazem mestrado em Educação Matemática na UFOP e tomei conhecimento de vários referenciais teóricos e de várias linhas de pesquisas que me tocaram para a tentativa de estruturar uma proposta metodológica para o ensino de Matemática nos cursos do IFMG.

Os cursos técnicos do IFMG preparam os seus alunos para trabalharem nas indústrias na região de Ouro Preto, mas não é somente para servir de mão de obra barata para tais indústrias, e sim para que possam colaborar para o desenvolvimento da região e do país, sendo capazes de se tornarem profissionais que possam debater aspectos profissionais, econômicos, sociais e políticos de sua comunidade democrática. Sendo assim, surgiu à idéia de utilizar a Modelagem Matemática, a Informática e a Educação Matemática Crítica para o ensino de funções nestes cursos. Mas porque o ensino de funções?

O conceito de funções é um importante conceito trabalhado no ensino médio, que tem pela grande aplicabilidade na própria Matemática e em outras áreas do conhecimento. Também é um conceito considerado pré-requisito para disciplinas do curso superior, como

por exemplo o Cálculo Diferencial e Integral. Verifica-se, por coincidência ou não, um grande número de reprovações nas disciplinas ou séries em que esse conceito é abordado. Este é o caso da escola em que trabalho, na qual há um alto índice de reprovação na primeira série do ensino médio, no qual se apresentam os principais tipos de funções e suas propriedades.

É possível que a forma como em geral o conceito de função é trabalhado, de maneira mecanizada com ênfase em fórmulas e procedimentos, desvinculado de contextos da realidade tenha alguma relação com os resultados insatisfatórios observados.

Outro aspecto a ser observado é a possibilidade de tratamento do conceito de função de forma a utilizá-lo para compreender situações reais e analisá-las criticamente

A Modelagem Matemática e o uso de tecnologias tem sido apontadas como alternativas para a Educação Matemática e podem também ser alternativas para o trabalho com o conceito de função, não apenas pelas possibilidades metodológicas relativas à aprendizagem, como também pela possibilidade de reflexão crítica da realidade.

Nesse contexto, considero que os referenciais teóricos para esse interesse de pesquisa devem se relacionar ao ensino de função de função, à Modelagem Matemática, à utilização de tecnologias de Informação e à Educação Matemática Crítica.

A Matemática tem seu papel na formação cidadã da população, e tem sido usada para formar opinião e ditar regras, justificar ou validar problemas de ordem econômica, política e social. Segundo Araújo (2007) a Matemática

[...] é utilizada na apresentação de decisões políticas, por exemplo, de uma maneira tal que sugira que a decisão tomada aponta o melhor caminho a ser seguido, sem deixar margens para contra-argumentações, o que caracteriza seu uso como linguagem de poder. Ou seja, a Matemática participa na estrutura do debate político, o que explicita sua dimensão política na sociedade. Assim sendo, aqueles que não têm acesso a Matemática estão sujeitos ao controle e às vontades daqueles que o têm e que detêm o poder autoritário na sociedade, já que a impossibilidade de acesso significa não participar do complexo debate político, sustentado por essa ciência. Como consequência, podem-se reforçar as desigualdades sociais, o racismo, as discriminações socioeconômicas, etc.. (Araújo, 2007, p. 26)

Mas, porque nas salas de aulas a Matemática se mantém neutra, com exemplos e aplicações em contextos que fogem à realidade que é vivenciada fora da escola? A quem interessa que a Matemática seja ensinada de forma desarticulada com os problemas que a sociedade enfrenta?

Para Skovsmose (2001) a educação tem de desempenhar um papel ativo na identificação e no combate de disparidades sociais. Não se imagina que uma sociedade melhore seus aspectos sociais e econômicos com uma população que não questiona, que

não conheça e não cobra seus direitos, que se matenha passiva frente aos problemas que vivem em sua comunidade.

A escola é espaço democrático, onde todos na comunidades escolar tem o dever se posicionar frente às questões relacionadas com o seu papel na sociedade. Nesta comunidade qual é o papel da Matemática? Os estudantes deve ter a possibilidade de moldar o processo educacional para não se tornarem adaptados a rituais inquestionáveis da educação matemática (Skovsmose, 2001). Sendo assim, como fazer com que estes estudantes participem de forma ativa na construção de próprio conhecimento, de sua formação cidadã? Tendo em vista que muito das situações ou problemas que os estudantes do primeiro ano do ensino médio enfrentam em seu cotidiano e na escola podem ser interpretado como funções e que este conteúdo é amplamente estudado nesta série resolvemos buscar leituras que podessem nos ajudar a direcionar nossa pesquisa.

Segundo (Ardenghi, 2005), o conceito de função é nuclear para a construção do conhecimento matemático. É um conceito abordado em todos os níveis de ensino quer seja de forma implícita ou explicitamente. Assim sendo, o ensino aprendizagem de funções tem sido tema de grande interesse dos educadores matemáticos em âmbito nacional e internacional.

Segundo La RocquePalis (2001), uma compreensão do conceito de função que inclua a habilidade de conceber, representar e interpretar de forma dinâmica uma ampla coleção de situações funcionais é essencial para o aluno que espera compreender problemas de cálculo matemático e prosseguir seus estudos na área técnico-científico. Também aponta a frágil construção dos conceitos de variável e de função e a dificuldade de leitura com compreensão de textos matemáticos nos quais se misturam a língua materna, termos técnicos matemáticos e simbologia matemática, além das características próprias do discurso matemático como fatores que afetam a aprendizagem dos alunos.

O estudo das funções no Ensino Médio, diante de todas as questões colocada anteriormente, exige uma ação pedagógica pertinente à dinamicidade e importância a fim de cumprir o papel da Matemática na sociedade atual que nem sempre é tarefa fácil. Segundo Franchi (1993) Uma boa formação teórica se dá a partir de conceitos bem compreendidos, de reflexões sobre o “porque” e “para que”, de investigações, de exercício de raciocínio. Só a perfeita compreensão dos conceitos possibilita sua aplicação. Também os PCN’s fazem referência a importância do conceito de função para a formação dos alunos.

Cabe, portanto, ao ensino da Matemática garantir que o aluno adquira certa flexibilidade para lidar com o conceito de função em situações diversas e, nesse sentido, através de uma variedade de situações problema de Matemática e de outras áreas, o aluno pode ser incentivado a buscar a solução, ajustando seus conhecimentos sobre funções para construir um modelo para interpretar e investigar em Matemática, (PCN's, 1998, p.255)

Com isso, observando essas aclamações sobre a forma de ensino do tema é que esse trabalho, no âmbito de suas finalidades e por meios de seus devidos instrumentos de pesquisa, pretende também mostrar que o processo ensino e aprendizagem de Funções ainda se encontra distante de atender tais Referenciais Curriculares Nacionais, pois o trabalho com construção de modelos em Matemática ainda não é muito presente na prática docente ou discente bem como a utilização de softwares que representa graficamente e facilita a exploração e investigação desses modelos.

A modelagem matemática como estratégia de ensino e aprendizagem permite que o aluno perceba em relação ao caráter instrumental da Matemática o quanto a mesma pode oferecer como ferramenta em diversas aplicações.

Não se trata de os alunos possuírem muitas e sofisticadas estratégias, mas sim de desenvolverem a iniciativa e a segurança para adaptá-las a diferentes contextos, usando-as adequadamente no momento oportuno. Nesse sentido, é preciso que o aluno perceba a Matemática como um sistema de códigos e regras que a tornam uma linguagem de comunicação de idéias e permite a realidade e interpretá-la. (PCN's, 1998, p.251)

Percebe-se com isso o quanto é importante oferecer condições de ensino para que os alunos adquiram habilidades em modelar situações nos diferentes contextos usando os conhecimentos matemáticos. Como a modelagem matemática pode inteirar-se com o estudo de funções?

... a modelagem – que pode ser tomada tanto como um método de pesquisa quanto como uma estratégia de ensino – aprendizagem – tem se mostrado muito eficaz. A modelagem matemática consiste na arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real. (BASSANEZI, 2002, p.16)

Ao traduzir varias situações problema para a linguagem matemática, seja ela da realidade ou de um assunto em outra disciplina de estudo, observa-se que, em sua grande maioria, essas situações representam uma relação de dependência entre variáveis que, conseqüentemente, permitira trabalhar os conceitos e propriedades das funções. Assim, o aluno além de desenvolver seu espírito investigativo e habilidades em trabalhar com modelagem, perceberá o estudo de funções de forma contextualizada e significativa.

Para Burak (1992, p.62) “A Modelagem Matemática constitui-se em um conjunto de procedimentos cujo objetivo é estabelecer um paralelo para tentar explicar, matematicamente os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer previsões e a tomar decisões”

D’Ambrósio (1993) cita as habilidades de modelar um problema em linguagem matemática, de analisar dados, de questionar, de conjecturar, de levantar hipótese, de testá-las e de justificar as conclusões obtidas, como sendo as habilidades requeridas para o século XXI. Além disto, para Skovsmose (2001) é preciso desenvolver uma competência crítica geral que possa efetivamente lidar com o desenvolvimento social e tecnológico. Considero que a busca por soluções de problemas do cotidiano de nada vale se não refletirmos sobre tais soluções. Quais informações estão explícitas ou implícitas nos resultados obtidos? Burak também salienta sobre a importância da análise crítica dos resultados.

A análise crítica da(s) solução(ões) é uma atividade que favorece o desenvolvimento do pensamento crítico e a argumentação lógica, discutindo, também, a coerência da solução do(s) problema(s) às situações da realidade estudada. É um momento importante para a discussão de aspectos relacionados à Matemática, à Sociedade, à Cultura, à Economia, à Política, dentre outros. (Burak, 2010)

OGBOM (1997), quando se constroem modelos começa-se a pensar matematicamente. A análise de um modelo matemático pode levar à compreensão de conceitos profundos, como, por exemplo, a noção fundamental de taxa de variação e esses conceitos são fundamentais para o estudo de funções no Ensino Médio. Após construção de modelos matemáticos com essas especificidades, o aluno terá condições de fazer previsões sobre as grandezas envolvidas na situação, conjecturações sobre as propriedades e elementos das funções. Além de construir e analisar esses modelos, é preciso também que os alunos entendam a apresentação gráfica dos mesmos e que a variação de um determinado dado na situação modelada pode implicar uma nova representação gráfica da situação.

De frente da extrema relevância da exploração gráficas das funções e na busca de um recurso dinâmico nessas construções gráficas, em que o aluno possa fazer variações de dados e observar os efeitos produzidos de forma mais rápida e precisa, é que entra em cena a contribuição do uso do computador nessas aulas.

Segundo Gravina (1998) a característica dominante da modelagem é a explicitação, manipulação e compreensão das relações entre as variáveis que controlam o fenômeno,

sendo o feedback visual oferecido pela máquina um recurso fundamental para o “ajuste” de idéias.

Segundo Borba & Penteado (2003) a utilização de softwares que possibilitam o traçado de gráficos de funções tem aumentado bastante ao longo dos anos e as atividades exploradas com a utilização desse recurso além de trazer a visualização para o centro da aprendizagem matemática, enfatizam um dos aspectos fundamentais na proposta pedagógica da disciplina: a experimentação. Os softwares gráficos permitem que o aluno experimente bastante, de modo semelhante ao que faz em aulas experimentais de biologia ou física.

Assim, o trabalho em ambientes de Modelagem e informática com as características descritas anteriormente se mostra bastante interessante, uma vez que, as duas propostas se fundamentam em posturas pedagógicas semelhantes do aluno participante, investigando, experimentando e buscando resposta.

Questão de investigação

De que maneira a Modelagem Matemática e os ambientes informatizados favorecem o tratamento do conceito de função de modo que a aprendizagem ocorra e ao mesmo tempo o conceito possa ser utilizado na perspectiva da Educação Matemática Crítica?

Este projeto está situado no campo da Educação Matemática na linha da Modelagem Matemática. Neste caso a Modelagem Matemática como estratégia de ensino e aprendizagem de Matemática (função) na perspectiva da Educação Matemática Crítica, tendo as TICES como ferramenta.

Objetivos

A pesquisa tem os seguintes objetivos:

- Aprofundar a investigação acadêmico-científica de questões relacionadas à Modelagem Matemática e às contribuições desse tipo de atividade para o trabalho com conceitos matemático e com aspectos da Educação Matemática Crítica;

- Aprofundar a investigação acadêmico-científica de questões relacionadas à utilização de softwares educacionais no ensino de Matemática e às contribuições para a aprendizagem de conceitos matemáticos e para a modelagem;
- Identificar as contribuições do uso da Modelagem e da utilização da informática para o trabalho com o conceito de função na perspectiva da educação matemática crítica

Procedimentos Metodológicos de Investigação

A metodologia empregada para esta pesquisa será qualitativa, poderão ser empregados questionários, entrevistas e observações de atividades realizadas. Essa parte necessita ainda de amplo estudo. Sendo assim, apresento aqui algumas idéias iniciais acerca dos procedimentos e escolhas possíveis.

1. Em primeiro lugar, pretendo realizar uma ampla revisão bibliográfica sobre o ensino de Função, Modelagem Matemática, utilização de tecnologias e educação matemática críticas.
2. Pesquisar como a Modelagem pode ser utilizada como uma estratégia de ensino aprendizagem de um conteúdo específico da área técnica. Através desse levantamento, investigar situações que ao serem modeladas exemplifiquem as funções que irão ser trabalhadas na primeira série do Ensino Médio.
3. Definir a população e a amostra a ser pesquisada. Penso em realizar essa investigação em uma ou mais turmas de primeira série do IFMG, onde exerço minhas atividades profissionais.
4. Definir as estratégias para diagnosticar concepções relativas tanto ao ensino de Funções quanto o uso da Modelagem no processo ensino aprendizagem e o uso da informática como ferramenta para visualização gráfica e análise crítica;
5. Aplicar um questionário aos alunos e professores da 1ª série do Ensino Médio a fim de verificar concepções dos mesmos a respeito das dificuldades inerentes ao entendimento e a metodologia no ensino de Funções;
6. Pesquisar situações de vivência prática dos alunos que ao serem modeladas traduza as funções a serem estudadas no 1º ano do Ensino Médio.

7. Elaborar, implementar e avaliar uma proposta de trabalho nos moldes já descritos

Considerações finais.

Justamente por acreditar na potencialidade pedagógica da aplicação da Modelagem no ensino de Matemática, é que procurei elaborar este projeto de pesquisa, no qual pretendo investigar como através do ensino de funções é possível trazer para o ambiente escolar, discussões e reflexões sobre o seu papel como cidadão. Apesar de meu foco de trabalho ser os aspectos sócios-críticos é importante salientar que os conceitos matemáticos também serão amplamente trabalhados.

Quando o professor aplica a modelagem como estratégia pedagógica na sala de aula, ele tem a intenção de ensinar matemática. Ao explorar as aplicações matemáticas no dia-a-dia, a construção de modelos e o relacionamento entre a matemática utilizada na modelagem e o conteúdo programático, o professor oferece ao aluno a oportunidade de conviver com um conteúdo vivo, prático, útil e com bastante significado. (Jacobini, 2004, p. 22)

Então a minha busca é por uma nova metodologia, que desperte nos estudantes o interesse pela Matemática, pelas reflexões decorrentes do compartilhamento do conhecimento resultante do processo de aprendizagem baseado na modelagem, em algum contexto (social, político, econômico, educacional, tecnológico, etc.) que tenha alguma relação com os atores envolvidos e que possa, de alguma forma, contribuir para a formação da sua cidadania. Segundo Barbosa (2001) “o propósito é a formação matemática dos sujeitos para a vida cotidiana, a atividade profissional dos indivíduos e o exercício da cidadania competente.

Algumas referências abaixo foram colocadas em função de fazer parte de meu referencial teórico e serão futuramente estudadas para auxiliar no desenvolvimento desta pesquisa.

Referências:

ARAÚJO, J. L. Cálculo, tecnologia e modelagem matemática: as discussões dos alunos. Tese de Doutorado - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002; 173 f

BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática*. Brasília: MEC, 1998.

BARBOSA, J. *Modelagem matemática: Concepções e Experiências de Futuros Professores*. Tese de Doutorado – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001. 253 f

D`AMBRÓSIO, U. *Educação matemática: da teoria à prática*. Livro da série perspectivas em. Campinas, Papirus, 1996.

D`AMBRÓSIO, U. *Da realidade à ação: reflexões sobre educação e matemática*. Campinas. Sannus Editorial, 1986.

BIEMBENGUT, M. S. HEIN, N. *Modelagem matemática no ensino*. São Paulo: Contexto, 2003.

BASSANEZI, R. C. *Ensino aprendizagem com modelagem matemática*. São Paulo: Contexto, 2002.

ÀVILA, G. *Cálculo 1: funções de uma variável*. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 1982.

MORENTTIN, P. A. , HAZZAN, S. , BUSSAB, W. O. *Cálculo funções de uma e várias variáveis*. São Paulo: Saraiva, 2005.

CARREHER, D. W. *A aprendizagem de conceitos com o auxílio do computador*. São Paulo, Cortez, 1992.

SKOVSMOSE, O. *Educação Matemática Crítica: A Questão da Democracia*. Campinas: Papirus, 2001a.

SKOVSMOSE, O. *Cenários para Investigação*. Boletim de Educação Matemática - BOLEMA, Rio Claro: Ano 13, n. 14, p. 66 a 91, 2000.

FRANCHI, R. H. de O. L. *A modelagem matemática como estratégia de aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral nos cursos de Engenharia*. 1993. 148 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1993.

FRANCHI, R. H. de O. L. *Uma proposta de matemática para cursos de Engenharia utilizando modelagem matemática e informática*. Tese (doutorado), 175 f. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio claro, 2002.

GANDIN, Luís Armando. *AEC; Educação e Informática*, v.25, n. 99, abr./jun.1996.

PONTE, J. P. *Novas tecnologias na aula de matemática*. *Educação e Matemática*, 34,2-7.1995.

- BORBA, M. C., PENTEADO, M. G. *Informática e Educação Matemática*. 3 Ed.-Belo Horizonte: Autentica, 2003. 110 p
- BORBA, M.C.; SKOVSMOSE , O. The ideology of certainty in mathematics education. For the learning for mathematics, Kingston, v. 17, n. 3, p 17 – 23, 1997.
- BURAK, D. Modelagem matemática: uma metodologia alternativa para o ensino de matemática na 5ª série. 1987. 186 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1987.
- BURAK, D. Modelagem matemática: ações e interações no processo de ensinoaprendizagem. 1992. 329 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, 1992.
- JACOBINI, O. R. A Modelagem Matemática como instrumento de ação política na sala de aula. 2004. 267 f. Tese (Doutorado). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2004.
- LÉVY. P. Ciberultura. Tradução Carlos I. da Costa. S.P.: Editora 34, 2000.