



*VI Conferência Nacional sobre Modelagem
na Educação Matemática*

*Ações, pesquisas e o delinear de perspectivas
12 a 14 de novembro de 2009 – Londrina – Paraná
ISSN 2176-0489*

DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA À MODELAGEM MATEMÁTICA: UM OLHAR PARA PRÁTICAS EM SALA DE AULA

Dionísio Burak

Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO

Universidade Estadual de Ponta Grossa, UEPG

Universidade Federal do Pará, UFPA

dioburak@yahoo.com.br

Resumo

Este trabalho traz uma reflexão acerca da prática de Modelagem Matemática na sala de aula em razão das formas de conceber a Educação Matemática. Nessa perspectiva, ressalta e explicita diferentes práticas, cada qual embasada, explícita ou implicitamente, em visões epistemológicas referentes às das Ciências. Sob essa ótica, busca caracterizar essas distintas práticas com base em uma Educação Matemática que distingue os paradigmas moderno e pós-moderno. Acrescenta às discussões a complexidade do saber e do conhecer.

Introdução

Falar em práticas é reconhecer nessa palavra vários significados que podem ensejar diferentes modos de entendê-la. Neste ensaio, estamos concebendo a palavra *prática* como um conjunto de ações desenvolvidas pelo professor, levando em conta suas concepções de educação, de ensino e de aprendizagem de Matemática, de Modelagem e de Educação Matemática. Mas a questão que se põe no desenrolar dessas ações é saber qual o tipo de “homem” que se pretende formar neste século XXI.

Consideramos que toda prática é fruto de uma forma particular de ver, de pensar e de compreender o mundo que nos cerca. É, também, da forma particular de se ver e compreender o nosso objeto de estudo – a Matemática. É preciso admitir que esta não tem apenas uma única forma de ser concebida; saber que as ações estão embasadas em uma visão epistemológica explícita ou implícita do professor e não ignorar as consequências que decorrem dessas visões no âmbito da sala de aula. Nessa perspectiva é que recorreremos ao seguinte ditado: **“Se uma revolução acontecer na Educação, ela se dará no âmbito da sala de aula”**, pois a adoção de perspectivas epistemológicas fundamentadas vai se mostrar nesse lugar que pode ser tão rico e privilegiado em termos de práticas libertadoras e formativas.

Assim, os problemas decorrentes da aprendizagem podem envolver diversos e distintos motivos. Entretanto, vamos nos deter, neste trabalho, às distintas formas de práticas desenvolvidas em âmbito escolar, mais particularmente às práticas em Modelagem Matemática. Uma consideração se faz necessária: **pensamos que nenhuma prática está isenta das bases que a sustentam.** É com esse olhar que iniciamos nossas reflexões sobre as práticas de Modelagem, não sem vinculá-las a uma visão de Educação Matemática.

A Educação Matemática e a Modelagem Matemática.

O termo Educação Matemática tornou-se, ao longo das últimas três décadas, uma expressão usada nos vários níveis da educação e está incorporada nos vários discursos dos professores, nas Diretrizes Curriculares e nos Programas dos Cursos de Licenciatura. É também usada por pesquisadores e estudantes que, nos últimos anos, realizaram seus estudos *stricto sensu* em muitas das instituições brasileiras. No entanto, ao trilhar muitos caminhos enquanto professor da Educação Básica, da Graduação em Matemática, da Pós-Graduação *lato e stricto sensu* em Educação (Matemática), além da participação em inúmeros debates e leituras de vários trabalhos na área, fica perceptível a fragilidade desse termo em muitos momentos. Por isso, no propósito de apresentar esclarecimentos e externar um entendimento sobre a Educação Matemática, que é individual, mas não individualista, pois é construído coletivamente na interação entre experiência e resultados de pesquisa, que retomamos alguns aspectos decorridos na década de 1960.

Um desses acontecimentos foi o **Movimento Internacional do Ensino de Matemática**. Esse movimento buscava mudanças nos currículos escolares do ensino primário e secundário da época, e, sendo denominado de Movimento Matemática Moderna – MMM, contou com a contribuição do Grupo Bourbaki, além de outros matemáticos, dentre eles Papy e Diènes. Nele se atribuía uma importância fundamental à teoria dos conjuntos, à axiomatização, às estruturas algébricas e à lógica.

A grande mudança pretendida era “tentar transferir as idéias gerais e unificadoras da matemática a níveis cada vez mais elementares.”, Burak (1995, mimeografado). Ao final da década de 1970 esse movimento começou a receber duras críticas e, no Brasil, até mesmo dos seus primeiros seguidores. O livro de Morris Kline,

lançado nos Estados Unidos, intitulado *O Fracasso da Matemática Moderna*, teve grande repercussão nos meios acadêmicos dos Estados Unidos e de outros países.

Esse descontentamento com o MMM ensejou o surgimento do movimento denominado Movimento Educação Matemática – MEM, na década de 1970, do qual participaram eminentes matemáticos, como: Courant, Newmann, Stokes, Kline e Birkkof, sendo que todos estavam mais comprometidos e preocupados com a **Filosofia da Matemática, o ensino e a aprendizagem da Matemática**.

Entretanto, muitos pesquisadores no Brasil consideravam, e ainda consideram, o Movimento Matemática Moderna como um Movimento da Educação Matemática, no sentido comum de entender que onde se efetua ensino de matemática está ocorrendo uma Educação Matemática. Sendo que essa visão é uma visão do senso comum acadêmico, que fica impregnada em professores universitários e conseqüentemente é assumida por muitos professores da Educação Básica, o que leva a priorizar quase que exclusivamente as estruturas da matemática no processo de ensino. **Por isso se afirma que o Movimento Matemática Moderna** tinha uma preocupação com as estruturas internas da Matemática; denominada **visão internalista da Matemática**

Já o Movimento denominado Educação Matemática nutria a preocupação centrada na **Filosofia, no ensino e na aprendizagem da Matemática**.

Se ambos são considerados movimentos da Educação Matemática, então podemos admitir ao menos duas visões de Educação Matemática

Nosso propósito de colocar **sob a luz** é favorecer uma visão tal qual um raio X, mostrando e buscando esclarecer para refinar tal entendimento, para clarificarmos as formas de encarar a Educação Matemática com perceptíveis diferenças de concepção.

Iniciamos essa busca trazendo à consideração, ainda que de forma rápida, o Modelo do Tetraedro de Higginson (1980), para colocar mais luzes e esclarecer a colocação de Wain (1978), que considerava a Educação Matemática uma atividade “fundamentada em uma variedade de áreas de estudo...”. A intenção de Higginson, em Rius (1989a, p.30), ao analisar a natureza, deve-se ao seu convencimento de que “**não haverá avanços significativos para o tratamento do problema delineado pelas dificuldades surgidas de aprendizagem de Matemática, até que haja um amplo reconhecimento dos fundamentos das disciplinas que a constituem**”. Daí a necessidade de analisar a **natureza** das disciplinas que constituem a Educação Matemática

Inicialmente, Higginson concebeu a Educação Matemática como um modelo cuja imagem seria de um tetraedro, Rius (1989a), ao qual chamou de MAPS, em que M = Matemática; A = Filosofia; P = Psicologia e S = Sociologia. (BURAK; KLÜBER, 2008).

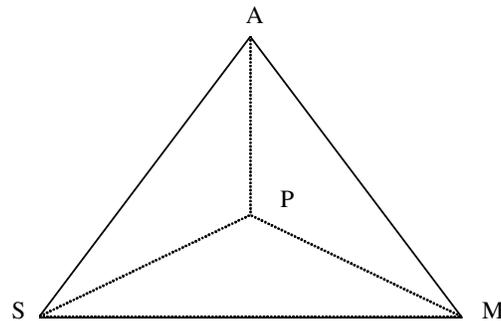


Figura 1

Entretanto, o próprio Higginson, em Rius (1989 a, p.35), admitia que: “[...] não existe uma Educação Matemática ideal para qualquer lugar ou para todos os indivíduos de um mesmo lugar”. Ele considerava que ela não podia ver-se como uma entidade estática e admitia o caráter dinâmico da Educação Matemática. Isto significa dizer que a Educação Matemática, inicialmente concebida, foi fruto do tempo e das preocupações e expectativas do momento.

Essa afirmação do Higginson pode ser entendida ao menos sob dois olhares: o primeiro é anarquista e cético, ou seja, não permite pensar em estruturas gerais; e o segundo é sócio-histórico-construtivista, isso quer dizer, da provisoriidade e da necessidade de reconhecer o contexto. O que, neste caso, permite que nossa visão não seja individualista e seja pautada numa visão complexa do conhecimento.

Mesmo as componentes iniciais, como a Psicologia e a Sociologia, passaram por novos estudos e se constituíram como novas teorias que acabaram por modificar as estruturas internas dessas áreas que constituíam a Educação Matemática. Dos novos estudos e das necessidades que se fazem presentes no âmbito de uma dinâmica para o desenvolvimento surgiram outras áreas que passaram a constituir a natureza da Educação Matemática entre elas: a Língua Materna, a Antropologia, a História da Matemática. Isso pode ser atribuído à mudança de paradigma ou à presença de uma paradigma emergente, conforme Santos (2006).

A figura a seguir, que busca representar, momentaneamente, essa configuração da EM está em Burak e Klüber (2008):

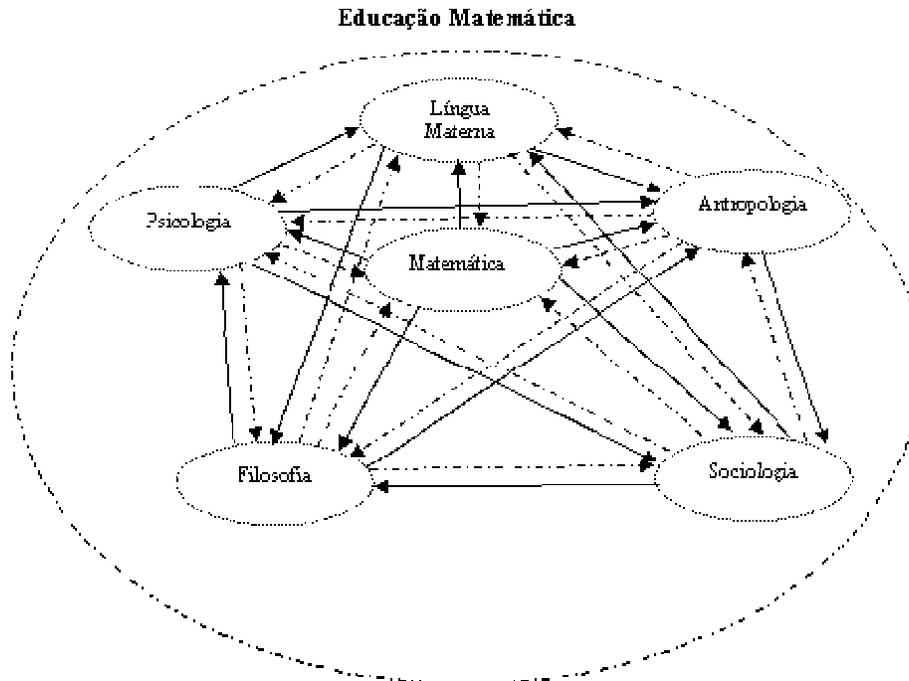


Figura 2

Outra contribuição à Educação Matemática foi a de Hans Freudenthal (1978), em Rius (1989 a, p.36), quando afirmou: “Não há educação, nem desenvolvimento educativo algum, sem uma filosofia subjacente e, catálogos de propósitos e objetivos não podem ser substitutos de nenhuma filosofia.”.

A repercussão das palavras de Freudenthal acendeu as discussões em torno dos conhecimentos que devem ser identificados com a Ciência, colocando em xeque as ideias de Comte (1844). As discussões em torno do enfoque de Comte, denominado positivista, provocou, e ainda provoca, controvérsias maiúsculas. A mais relevante para os propósitos desse trabalho tem lugar no âmbito metodológico, pois **cada metodologia** requer certo número de **premissas sobre as quais fundamentar-se**. Ainda, **tais premissas** são, essencialmente, de natureza filosófica, pois que a preferência de uma metodologia leva **necessariamente** consigo a adoção de um ponto de vista filosófico.

Um dos debates decorrentes dessa controvérsia está protagonizado por duas escolas do pensamento filosófico: **O Racionalismo Crítico** (Popper) e a **Teoria Crítica**

(Adorno e Habermas). Embora ambas se declarem antipositivistas, os adeptos da Teoria Crítica, Adorno (1976), em Rius (1989b), acusam o Racionalismo Crítico de ser positivista.

Tal acusação tem dado lugar a um debate muito apaixonado. Para o Racionalista Crítico **há um único método científico**, comum às **ciências sociais e naturais**. No caso da escola da **Teoria Crítica**, cujos adeptos se **intitulam aristotélicos**, afirmam que o método está necessária e irrevogavelmente referido a um objeto e que cada objeto impõe uma **metodologia específica**. Sustentam, ainda que não se deva falar **em Ciência, mas em Ciências**, no plural, porque **cada ciência está determinada por seu objeto e a natureza do objeto das ciências sociais é tão distinta daquela das ciências naturais**, que não é possível considerar as distintas disciplinas como **um só corpo de conhecimentos**. Vejamos, no entanto, que essa é uma premissa como que universal. Assim, nela não se desconsideram procedimentos que podem ser generalizados, o que não pode ocorrer é uma generalização exacerbada, sem levar em consideração o objeto de estudo.

As discussões sobre objetividade, como uma característica da Ciência, também se fazem presentes nessas discussões. Para Adorno (1976), em Rius (1989), ao criticar a objetividade da investigação social empírica, afirma que, de forma geral, **a objetividade** da investigação de corte empírico é uma objetividade referida aos métodos e não ao que se investiga. Popper confirma a crítica de Adorno quando afirma que: “A chamada objetividade da ciência reside na objetividade do método crítico” (RIUS, 1989b, p. 32). Assim, segundo Adorno e a Teoria Crítica, o problema da objetividade está relacionado com o objeto, enquanto que para Popper está no método. “No âmbito educativo a controvérsia se apresenta entre o que se tem denominado, o '**modelo da agricultura**' e o '**modelo da antropologia**'”. Os pressupostos das escolas da Filosofia não podem ser trasladados diretamente aos pressupostos desses modelos, todavia compartilham traços, feições essenciais com a dicotomia **Racionalismo Crítico e Teoria Crítica**. **O modelo da agricultura**, como o **Racionalismo**, que concebe a unidade do conhecimento, assim como a crença de que todo conhecimento é conhecimento científico e só pode ser obtido por meio da implantação do método científico. **O modelo da Antropologia e a Teoria Crítica** consideram o objeto de estudo estruturalmente: significa dizer que, independentemente do que trate o problema, este somente terá propósito se for analisado em termos estruturais na relação direta com o objeto.

A dicotomia agricultura-antropologia tem se identificado também com outra dicotomia: investigação quantitativa *versus* investigação qualitativa, já que a primeira se apoia na aplicação de métodos estatísticos, dos quais se obtém a sua tão alegada objetividade. Enquanto a segunda foca e trata dos problemas do ponto de vista qualitativo, dando lugar a uma concepção distinta de objetividade, aquela que dialoga com o objeto e com o contexto.

O **enfoque quantitativo considera** o Método Científico como único e a sua implementação como o único caminho para se alcançar o conhecimento científico. Esta consideração tem, segundo Rius (1989b), por hipótese a unidade do conhecimento e supõe, como fim último da Ciência, a produção de teoria que apresenta quatro categorias: 1) é determinista, já que supõe que todo evento é o resultado de uma causa; 2) é empirista, implicando que a validade de uma teoria ou hipótese se mantém graças à natureza da evidência empírica; 3) segue o chamado Princípio da Parcimônia, visto que os fundamentos devem ser explicados da maneira mais econômica possível; e 4) generalista, porque o científico, iniciando pelas observações do particular, busca generalizar suas conclusões.

No âmbito **do enfoque qualitativo** de investigação estão considerados enfoques de corte antropológico, fenomenológico e etnográfico, e todos aqueles que se caracterizam por ser uma variedade da “observação participante”. RIUS (1989b). Este enfoque representa fundamentalmente diferentes afirmações sobre a natureza do comportamento humano e a melhor maneira para chegar a compreendê-la. Oferece uma **visão de objetividade e dos métodos adequados para se estudar** o comportamento humano. Tais métodos são parte de uma tradição de investigação desenvolvida pelos antropólogos e alguns deles, como assinala Wilson (1977) em Rius (1989b) afirmam que **técnicas podem coligir** informações sobre o comportamento humano e que isto seria **impossível de se obter através de métodos mais quantitativos**. Para esses autores, **não existe um único método correto; o método deve adequar-se ao estudo**. Esta metodologia supõe que o comportamento humano se vê afetado de maneira muito complexa pelo ambiente no qual se encontra. Ainda salientam que os eventos psicológicos devem, portanto, ser estudados em seus ambientes naturais. Tais ambientes geram regularidades no comportamento humano que muitas vezes transcendem às diferenças entre indivíduos. Se se estuda o mesmo fenômeno no laboratório e no contexto em que se apresentam os resultados, eles podem diferir.

As considerações até aqui delineadas subsidiam a nossa discussão sobre as práticas de Modelagem em sala de aula apresentadas a seguir. Portanto, explicitamos algumas reflexões sobre a Educação Matemática, considerando que podem ser estendidas não de forma imediata, mas complexa, à Modelagem Matemática e às suas práticas em sala de aula.

Das práticas de Modelagem Matemática em sala de aula

A Modelagem pode ser, e está sendo pesquisada, difundida e trabalhada em sala de aula, sob pelo menos dois enfoques distintos:

a) Modelagem na Perspectiva da Matemática Aplicada

A Modelagem na perspectiva da Matemática Aplicada, que segundo Pollak (1979) possui quatro definições para a Matemática Aplicada: 1) a **Matemática Aplicada Clássica** é formada pelos ramos da análise clássica, onde se incluem, dentre outras, o cálculo diferencial e integral, as equações diferenciais ordinárias e parciais e as teorias de funções; 2) a **Matemática Aplicada, como toda matemática que tem aplicações práticas significativas**, inclui todos os tópicos da Matemática Elementar, como funções, desigualdades, álgebra linear, probabilidade, a estatística, a computação e outras, que contém aplicações práticas de interesse; 3) a **Matemática Aplicada, como sendo a matemática empregada em uma situação real em algum campo real**, é a matemática empregada na construção de um modelo ou outra interpretação matemática, é trabalhar matematicamente com este modelo ou interpretação e aplicar os resultados à situação real; 4) a **Matemática Aplicada como sendo a matemática aplicada pelas pessoas na sua vida diária**.

Nessa perspectiva, a Modelagem Matemática objetiva, na maior parte das vezes, a construção do modelo, validar esse modelo para fazer previsões e tomar decisões.

Essa forma de entender a Modelagem, apesar de levar em consideração o objeto de estudo, quando olhada no âmbito do ensino e da aprendizagem, que apresenta outros objetos e contextos, está mais próxima da vertente filosófica do Racionalismo Crítico, que tem no método **científico o único** e na pretensa objetividade, **centrada no método**, o seu ponto alto. Considera **a unidade do conhecimento**, isto é, que o **natural e o humano** podem ser tratados de uma mesma forma. Há predominância do enfoque quantitativo, de onde justifica a objetividade. Concebe o método científico e sua

implementação como o único caminho para se adquirir conhecimento científico e supõe, como fim último da Ciência, a produção de Teoria, por isso apresenta as quatro características, dentre elas o determinismo e o empirismo: é determinista, já que supõe que todo evento é o resultado de uma causa; é empirista, implicando que a validade de uma teoria ou hipótese se mantém graças à natureza da evidência empírica. Nessa perspectiva, também é reducionista, pois um modelo representa apenas uma parte da realidade. É uma prática desenvolvida em cursos *stricto sensu*, mestrado e doutorado, *lato sensu* para professores, nos cursos de Licenciatura em Matemática, formação inicial e também continuada de professores.

b) Modelagem Matemática na perspectiva do ensino e da aprendizagem

A Modelagem na perspectiva do ensino e da aprendizagem tem como objeto o ensino vinculado à aprendizagem, a formação dos conceitos e a construção do conhecimento matemático. Esta visão de Modelagem Matemática deve centrar-se na perspectiva de uma Educação Matemática comprometida com a visão da Teoria Crítica, cujos adeptos afirmam que o método está necessária e irrevogavelmente referido a um objeto e que cada objeto impõe uma **metodologia específica**. Quando se olha para essa caracterização, podemos perceber que, se a visão subjacente à primeira perspectiva de Modelagem for modificada, a própria construção do modelo vai exigir a compreensão de como o sujeito interage com os objetos matemáticos. Talvez seja por isso que a Modelagem permanece entre as tendências em Educação Matemática, em consonância com as pretensões do Movimento Educação Matemática.

Defendem que cada ciência está **condicionada por seu objeto e a natureza do objeto das ciências sociais é tão distinta daquela das ciências naturais**, e que não é possível considerar as distintas disciplinas como **um só corpo de conhecimentos**. Também nessa perspectiva se privilegia o **enfoque qualitativo**. Este representa, fundamentalmente, diferentes afirmações sobre a natureza do comportamento humano e a melhor maneira para chegar a compreendê-la. Oferece uma **visão de objetividade e dos métodos adequados para se estudar** o comportamento humano. No enfoque qualitativo de investigação estão considerados enfoques de corte antropológico, fenomenológico e etnográfico e todos aqueles que se caracterizem por ser uma variedade da “observação participante”. Na perspectiva de uma prática de Modelagem que vise à construção do conhecimento, o ensino e à aprendizagem, essa visão de

Educação Matemática está, segundo nosso entendimento, mais apropriada para fazer frente aos desafios que nos são impostos. Além disso, os últimos anos têm revelado a crise no/do paradigma da ciência moderna, que por meio de seus pressupostos embasa as ações no âmbito das ciências e no qual a Matemática tem um assento central, incluindo a Modelagem Matemática que é uma forma de quantificar e matematizar o mundo. Disso decorrem duas consequências principais: 1) conhecer significa quantificar e o rigor científico afere-se pelo rigor das aferições, e, ainda, àquilo que não é quantificável é cientificamente irrelevante; 2) que o método científico assenta-se na redução da complexidade. Isto significa dizer que o mundo é muito complicado e a mente humana é incapaz de compreendê-lo, (SANTOS, 2006).

Na contramão **dessa perspectiva encontra-se** o pensamento complexo com vistas à construção de um conhecimento multidimensional, que privilegia o pensamento complexo do religar em detrimento do pensamento simplista, disjuntivo e reducionista (PETRAGLIA, 1995).

É na perspectiva de uma **prática de Modelagem Matemática no** âmbito de sala de aula, que **visse superar a fragmentação** do conhecimento, que se encontra, ora parcelado, mutilado e disperso, como consequência da herança do século XIX, em que se buscava o desenvolvimento técnico e científico, valorizando-se a especialização como único caminho para o progresso. Dessa forma, num sentido contrário, aspira-se uma prática que contemple, além da Matemática, as áreas que constituem uma visão de Educação Matemática, também fundada nas Ciências Sociais e Humanas.

É ainda com a compreensão de que os problemas para a aprendizagem de Matemática não serão superados, até que se tenha plena compreensão das áreas que constituem a natureza da Educação Matemática, como proposta por Higginson.

Dessa forma, consideramos importante essa compreensão para as práticas de Modelagem, pois se pode ressaltar que as investigações, que herdaram as características essenciais do Racionalismo Crítico ou da Teoria Crítica, herdaram também suas consequências; independentemente de o investigador estar ou não consciente.

Considerações

Buscou-se, neste ensaio, pinçar elementos que constituem a natureza e a metodologia da Educação Matemática do ponto de vista do Racionalismo Crítico e da Teoria Crítica e suas consequências para as práticas de Modelagem na sala de aula. A

opção por uma prática embasada em uma visão de Educação Matemática pode determinar ações docentes que implicam em focar o ensino de Matemática, seja ou não fazendo uso da prática de Modelagem, em uma perspectiva comprometida com métodos e técnicas, e em que a aprendizagem é omitida ou fica relegada ao segundo plano. Já a eleição de outra prática de Modelagem, em uma visão de Educação Matemática, em uma perspectiva crítica, pode determinar ações que promovam um ensino com vistas à aprendizagem. Desta forma, há a consideração com o sujeito da aprendizagem, com o contexto sócio-cultural, com os aspectos do psicológico e a preocupação com o objeto, num enfoque que concebe, fundamentalmente, diferentes afirmações sobre a natureza do comportamento humano e a melhor maneira para chegar a compreendê-la. Há, também, a preocupação de que essa prática permita uma educação com a responsabilidade de formar um cidadão para o século XXI.

Referências

- BURAK, D. **A Modelagem Matemática e a matemática aplicada**. Texto Mimeografado, 1994.
- BURAK, D.; KLÜBER, T. E.. Educação Matemática: contribuições para a compreensão de sua natureza. **Acta Scientiae** (ULBRA), v. 10, p. 93-106, jul-dez, 2008.
- PETRAGLIA, I. C. **Edgar Morin: a educação e a complexidade do ser e do saber**. 9. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 1995.
- POLLAK, H. O..La interaccion entre la matemática y otras disciplinas escolares. In: **Comisión Internacional de Educación Matemática**. Paris, ONU, 1979.
- RIUS, E. B. Educación Matemática: Reflexión sobre su naturaleza y su metodología. *Educación Matemática*, México: Iberoamérica, v.1, nº 2, p. 28-42, Agosto de 1989a.
- RIUS, E. B. Educación Matemática: Una reflexión sobre su naturaleza y sobre su metodología. **Educación Matemática**, México: Iberoamérica v.1, nº 3, p. 30 - 36, dez. 1989b.
- SANTOS, B. V. de. S.. **Um discurso sobre as ciências**. 4. ed. São Paulo. Cortez, 2006.