

## DIFERENCIAÇÃO DE ENFOQUES NO ENSINO DE CÁLCULO NUMÉRICO

*Pedro Augusto Pereira Borges  
Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS  
pedro.borges@uffs.edu.br*

### **Resumo:**

O ensino de Cálculo Numérico, de diferentes cursos e universidades brasileiras, não se diferencia significativamente com relação a conteúdos, enfoques, bibliografia e técnicas de ensino. Neste trabalho discute-se a possibilidade de uma aproximação efetiva entre os conteúdos, habilidades e aplicações daquele componente curricular e temas específicos dos cursos em que é ministrado. Oito enfoques foram propostos e classificados em três grupos: Formação básica, Operacionais e Enfoques Específicos. Foram realizadas atividades de projetos com uma turma de Engenharia Ambiental e outra de Ciência da Computação, com o objetivo de verificar a diferenciação dos enfoques e a adesão dos alunos às atividades. Observou-se que a formação básica em Cálculo Numérico é mais operacional-conceitual do que formal; a execução manual de algoritmos, com auxílio de calculadora, é necessária; o uso efetivo de aplicações só se viabiliza com programas computacionais; e os enfoques específicos são claramente distintos de um curso para outro.

**Palavras-chave:** Cálculo Numérico; Matemática no Ensino Superior; Modelagem Matemática.

### **1. Introdução**

O ensino de Matemática em cursos da área de ciências exatas tem se caracterizado didaticamente, pelo modelo aula-expositiva-exercícios e epistemologicamente, pela execução de algoritmos e construção matemática dos conceitos. SOARES e SAUER (2004) afirmam que o ensino de Matemática na Engenharia

...tem sido baseado em atividades, operações, técnicas, manipulações de softwares e outros procedimentos realizados pelos alunos, por solicitação dos seus professores. O conhecimento matemático é apresentado sob a forma de regras e fórmulas, execução de algoritmos, informações sobre definições, teoremas (resultados) e linguagem simbólica. Uma das consequências dessa forma de ensinar é a passividade, a insegurança do aluno e a dependência da palavra do professor para decidir se os resultados obtidos são corretos ou não. (SOARES e SAUER, 2004, p. 245)

Outra consequência dessa forma de ensinar é a dificuldade de mostrar a importância que a matemática tem nos cursos em que é ensinada. Existe uma cobrança dos alunos em relação à aplicabilidade do que estão aprendendo. Para Charlot, dizer que os objetos “...ligados ao saber têm um sentido, não é dizer, simplesmente, que têm uma *significação* (...); é dizer, também, que ele pode provocar um desejo, mobilizar, pôr em movimento um sujeito que lhe confere um

valor” (CHARLOT, 2000, p. 82). Se o aluno está convencido que algum conhecimento faz sentido para sua formação profissional, é natural que se dedique ao estudo com mais atenção, ou que ao menos as resistências ao aprendizado diminuam.

Particularmente, o ensino de Cálculo Numérico enquadra-se nessa descrição de SOARES e SAUER (2004). A análise (do autor) sobre dez planos de ensino de universidades e institutos federais brasileiros, disponíveis na internet, revela uma certa tradição, com relação a conteúdos, enfoques, bibliografia e técnicas de ensino: erros computacionais, raízes de funções, sistemas lineares, interpolação, integrais, ajuste de curvas e equações diferenciais é o programa clássico, sendo que em 20% dos planos não consta equações diferenciais. Os métodos de ensino, também uma unanimidade, consistem de uma explanação teórica, seguida de exercícios a serem executados com calculadoras e/ou com softwares, além de trabalhos de produção de programas. Dois livros estão presentes em 80% dos programas, são eles BARROSO *et al* (1987), e RUGGIERO e LOPES (1997). As aplicações presentes nos livros, salvo exceções, são apenas ilustrativas e relativas a situações bem específicas, e por isso talvez, não correspondam aos interesses dos alunos. Entre as poucas publicações sobre esse tema, destaca-se a dissertação de STAHL (2003) e o artigo de MEYER e STAHL (2000) que fogem um pouco desse lugar comum, acrescentando trabalhos de modelagem matemática.

Quando matemáticos ensinam Cálculo Numérico, o fazem, em geral, repetindo a sua formação e enfatizando aquilo que acreditam ser o mais importante: a teoria. As aplicações nos assuntos do curso ficam em um segundo plano, quando ocorrem e não gozam do prestígio intelectual das demonstrações de teoremas. Porém, esse é um ponto de vista de matemáticos e não de engenheiros ou cientistas da computação. A superação dessa limitação, dificilmente será obtida, sem que os matemáticos se coloquem na posição de quem usa a matemática e reflitam sobre a função do seu trabalho nos cursos em que atuam. Nesse contexto, questiona-se se cursos diferentes (Licenciatura e Bacharelado em Matemática, Ciência da Computação e Engenharias, por exemplo) necessitam dos mesmos conteúdos, desenvolvimento das mesmas habilidades e mesmas aplicações?

A discussão dessa questão passa necessariamente pelo entendimento dual que a Matemática tem tido como disciplina componente do ensino de ciência moderna, e como tal, auxiliar na preparação técnico-científica das novas gerações: o primeiro como ciência, na sua autonomia, e o segundo, como instrumento para a técnica (LAUDARES, 2004, p.293). O

primeiro entendimento enfatiza o saber matemático, formal e dedutivo, conforme requer a abordagem matemática. O eixo do ensino são os conceitos matemáticos, a consistência dos teoremas e a ilustração destes em exemplos. Desse entendimento são geradas as aulas teóricas, em que o professor apresenta e demonstra as proposições que mais tarde serão cobradas em exercícios. O segundo, refere-se à matemática como instrumento para as outras áreas, substituindo a ênfase formalista pela aplicação, pela utilização em situações específicas, que dão um sentido à matemática, como instrumento útil para fazer coisas fora da matemática. Desse entendimento são geradas as aulas de execução ou aplicação de algoritmos, comuns em todos os cursos de Cálculo Numérico.

Com bases nestas considerações, este trabalho tem como objetivo questionar a uniformidade do ensino de Cálculo Numérico, partindo do princípio de que cada curso tem demandas diferentes e analisar a adesão dos alunos, em turmas de Engenharia Ambiental (EA) e Ciência da Computação (CC), nas quais foram desenvolvidos projetos, com enfoques orientados de maneira a atender as características dos perfis de cada curso.

A experiência pedagógica foi desenvolvida tendo como base a metodologia de Pesquisa Participante em FIORENTINI e LORENZATTO (2009) e a necessidade de pesquisar para compreender e transformar a própria prática, proposta por PONTE (2002). Essa metodologia discute as condições e possibilidades do pesquisador de educação investigar sua própria prática. Para esse autor,

“...trata-se de um processo fundamental de construção do conhecimento que começa com a identificação de um problema relevante – teórico ou prático – para o qual se procura, de forma metódica, uma resposta convincente que se tenta validar e divulgar.” (PONTE, 2004)

## 2. As categorias de análise

Serão utilizadas duas categorias para observar a experiência pedagógica: os enfoques de Cálculo Numérico e a adesão dos alunos aos projetos de pesquisa.

### 2.1. Os enfoques de Cálculo Numérico

Os entendimentos da matemática como uma área de pesquisa e como ferramenta, descritos acima, são importantes, mas não são suficientes como alternativas de caracterização

da prática do ensino de Cálculo Numérico. Para contribuir nessa direção, foram propostos oito enfoques, classificadas em três grupos: Formação básica, Operacionais e Enfoques Específicos.

*Enfoques de formação básica (ou epistemológico):* abriga os enfoques do conteúdo em si. É onde ocorre o aprendizado das definições, propriedades, algoritmos, argumentações e demonstrações.

E1 – Matemático formal: é o ensino da teoria com as devidas demonstrações dos teoremas, usando a linguagem e o rigor matemáticos.

E2 - Argumentação indutiva: é o ensino da teoria explorando o significado dos conceitos e teoremas, a dedução de fórmulas e a justificação dos algoritmos através de testes particulares.

*Enfoques operacionais:* abriga os enfoques associados ao modo de execução dos algoritmos.

E3 - Prático: é a execução de algoritmos manualmente auxiliado por calculadoras científicas.

E4 – Programação simples: é a produção de programas computacionais, com o estrito objetivo de execução dos algoritmos.

*Enfoques específicos:* abriga os enfoques conectados com as características de cada curso.

E5 - Matemático criativo: é o desafio de adaptar ou criar novos conceitos, fórmulas e algoritmos.

E6 – Computacional avançado: é a elaboração, análise do desempenho e otimização dos programas computacionais.

E7 - Histórico: é a exploração de curiosidades e evolução histórica dos métodos numéricos.

E8 - Aplicações: é a utilização dos métodos numéricos para resolver problemas de outras áreas como a Engenharia, Agronomia, etc.

Esta lista, no entanto, não é absoluta, podendo ser ampliada com a identificação de outras variáveis que um pesquisador resolva considerar.

Os enfoques não são excludentes em cada experiência, ou seja, mais de um enfoque pode ser assumido na mesma turma/curso. Além disso, a forma e o grau que cada enfoque é implementado também é variável. Por exemplo, em um Bacharelado de Matemática Pura, os enfoques E1 e E2 certamente serão trabalhados com grau máximo de exigências e aprofundamentos, enquanto que os enfoques E3, E4, E5 e E6 poderão receber uma atenção secundária e os E7 e E8 podem ser negligenciados, pois história e aplicações podem não fazer parte dos interesses principais dos matemáticos puros. Em um Bacharelado de Matemática Aplicada todos os enfoques (com exceção do E7) terão muita atenção pois os métodos numéricos são a base das aplicações. Em um curso de Computação os enfoques principais talvez sejam o E1, E4, E5 e E6, pois o interesse é a prática e otimização da programação, além do estudo das limitações da máquina. Nas Engenharias, onde as aplicações são o objetivo de estudar métodos numéricos, talvez os enfoques principais sejam E1, E4, E5 e E8. Na Licenciatura em Matemática talvez os enfoques principais sejam E1, E4, E7 e E8, porque o licenciado precisa conhecer os métodos e as aplicações, para justificar o ensino da Matemática que ele ensina.

## 2.2. A adesão dos alunos aos projetos

Para que um universitário se submeta a situações de aprendizagem é necessário que ele perceba algum sentido nos temas e atividades. Para Charlot, esse sentido vem do desejo e do prazer: “Só aprende quem encontra alguma forma de prazer no fato de aprender” (CHARLOT, 2007, p. 100). Esse pesquisador diferencia motivação de mobilização. Enquanto que a primeira é uma ação de fora (dos outros, do meio) para dentro do sujeito, a segunda é uma ação do sujeito para ele mesmo, é o que movimenta o sujeito, a partir de suas convicções, a engajar-se em uma atividade de aprender. Assim, do desejo pelo saber, o sujeito mobiliza-se para aprender. (CHARLOT, 2000, p. 55)

A mobilização pode se originar tanto de afinidades pessoais, como o gosto pela lógica, desafios, abstrações, manipulações práticas, etc, mas também pode ser desenvolvida pela interação com o meio e os outros. As atividades em um curso de graduação nem sempre têm adesão pelo gosto, pelo prazer, mas pela necessidade, a objetividade do uso profissional, ou mesmo, a avaliação escolar.

### 3. Descrição e análise da experiência

O relato da experiência será apresentado com a indicação do número do (por exemplo, E1 = enfoque 1), eventualmente seguida de palavras que o reforcem, tais como “suave” ou “forte”.

Em 2012 foram ministradas duas turmas de Cálculo Numérico, no mesmo semestre, com os mesmos conteúdos mínimos, uma no curso de Computação Científica (CC) e outra de Engenharia Ambiental (EA). Paralelamente ao estudo sistemático dos conteúdos, com enfoque (E2), os algoritmos dos métodos numéricos foram praticados manualmente (com o uso de calculadoras científicas) (E3) e com programas computacionais (E4), utilizando o software livre SCILAB, além do desenvolvimento de pequenos projetos de pesquisa, orientados diferentemente para cada curso.

A turma de EA não teve aulas de programação anteriores e os alunos apresentaram dificuldades na elaboração dos programas. Essa dificuldade foi contornada com orientações em aulas, colaboração de alunos de iniciação científica iniciados em programação e com a exigência do programa, para apenas um algoritmo por capítulo (suave (E4), sem (E6)). A turma de Ciência da Computação já havia cursado as disciplinas de Álgebra Linear, Geometria Analítica e Algoritmos e Programação, sendo que os alunos dominavam as técnicas básicas de programação em linguagem C. Por isso, foram elaborados programas sobre todos os algoritmos trabalhados (forte (E5) e elementos de (E6)).

Os projetos de pesquisa foram propostos da seguinte forma, nas duas turmas: escolha de um tema qualquer, preferencialmente da área do curso e com envolvimento de Cálculo Numérico (possíveis E5, E6, E7 e/ou E8). A elaboração deveria ser em duplas e a apresentação em um seminário no final da disciplina. Uma exigência adicional foi chamada de “extrapolação” (E5): cada proposta poderia conter alguma ideia ou procedimento além dos estudados em aula, tais como métodos numéricos da literatura, criação de novos métodos e/ou releitura de artigos publicados. O objetivo desse desafio é o desenvolvimento da capacidade de leitura de textos científicos, de problematização, criação e independência intelectual.

Inicialmente, os alunos das duas turmas apresentaram grande dificuldade para identificar um problema para pesquisar. Na quarta fase dos cursos os alunos têm pouco conhecimento da área específica, o que restringe bastante as aplicações de Cálculo Numérico. A indicação de artigos de congressos foi uma orientação de consultas aos professores das áreas específicas.

O campo de escolha dos temas de CC ficou muito restrito devido à impossibilidade de usar computação gráfica (disciplina ofertada apenas no final do curso). As alternativas eram aplicações de programação em outras áreas ou a utilização de artigos de congressos ou periódicos da área (opção não utilizada nessa oportunidade). Diante da dificuldade citada, optou-se por uma indução apresentando temas e artigos como sugestões. Na turma de CC foi apresentada uma lista de projetos possíveis, com alta demanda de programação, escolhidos pela maioria dos alunos. Apenas um grupo fez escolha independente, motivado por relações pessoais de um dos componentes do grupo com estudantes de pós-graduação de outra universidade (Análise do método de interpolação de Catmull-Rom, ver Tabela 1).

Na turma de EA as perspectivas de aplicações eram muitas, devido à utilização da matemática para expressar os problemas de engenharia. No entanto, as dificuldades de escolha foram significativas. Foi apresentada uma seleção dos trabalhos do XXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, sobre diversos temas, tais como: biodigestão, secagem de lodos, fluxo de água em rios; reatores químicos, entre outros. Depois de exposição de alguns artigos pelo professor, mostrando que se tratava de matemática conhecida e do seu significado na engenharia, ocorreram as escolhas e o processo de pesquisa. Um grupo escolheu assunto ligado ao trabalho de iniciação científica em desenvolvimento no mesmo período. Os demais optaram por partir de trabalhos publicados no evento citado, mostrando-se surpresos com a diversidade de assuntos que podem ser modelados matematicamente. A Tabela 1 apresenta alguns dados das turmas e a relação dos projetos de pesquisa.

O acompanhamento pedagógico ocorreu primeiramente, em períodos combinados em sala de aula, com exposição de artigos da literatura, exemplos de modelagem, orientações sobre a redação do artigo, redação de transparências e apresentação. Ao longo do semestre os alunos foram tirando dúvidas na forma de encontros marcados para esse fim com o professor, após as aulas ou em horários especiais. A multiplicidade de temas e artigos não se constituiu um grande problema, devido à colaboração e apoio entre os grupos, auxiliando uns aos outros, principalmente nas questões computacionais.



Por problema de espaço, será descrito nesse artigo, mesmo que brevemente, apenas um dos trabalhos listados na Tabela 1.

Tabela 1 – Relação dos trabalhos de pesquisa apresentados nas duas turmas

	<b>Ciência da Computação</b>	<b>Engenharia Ambiental</b>
No	21 alunos	20 alunos
F/turno	4 <sup>a</sup> / diurno	4 <sup>a</sup> / diurno
<b>No.</b>	<b>Título do trabalho</b>	<b>Título do trabalho</b>
1	Sistemas não lineares	Modelagem matemática e simulação computacional dos perfis de concentração de substrato em reatores contínuos
2	Sistemas Lineares: Métodos exatos versus métodos iterativos	Equação do Calor unidimensional e transiente: precisão dos métodos para diferentes condições de fronteira
3	Comparação do desempenho de métodos numéricos para o cálculo de raízes de equações algébricas	Determinação da vazão em três pontos de um córrego utilizando integração numérica – método dos trapézios
4	Análise do método de interpolação de Catmull-Rom	Comparação entre as soluções analíticas e numéricas de um problema de decaimento exponencial de substrato em um reator biológico
5	Crescimento do pé de milho	Modelagem matemática de reatores biológicos operando em batelada alimentada
6	Desempenho de métodos diretos na resolução de sistemas lineares	Determinação do processo de desidratação de lodo anaeróbico em leitos de secagem simulados
7	Raízes de equações: comparativo entre os métodos de cordas, bisseção, método de Newton-Raphson e método de Monte Carlo	Modelagem matemática e simulação computacional de um reator biológico operando em modo contínuo sem reciclo de biomassa utilizando o modelo cinético de Contois
8	Sistemas Tridiagonais	---

Fonte: o autor.

Título: Determinação do processo de desidratação de lodo anaeróbico em leitos de secagem

O trabalho é uma releitura do modelo de Soares (2001), o qual determina que a umidade de um lodo anaeróbico é dada pela equação

$$U(t) = U_i - P_e - P_d + U_p \quad (1)$$

Onde  $U$  é a umidade do lodo (%),  $U_i$  é a umidade inicial,  $P_e$  é a perda de umidade devido à evaporação (%),  $P_d$  é a perda de umidade devido à drenagem (%),  $P_e$  é a perda de umidade devido à evaporação (%) e  $U_p$  é a umidade precipitada (%).



A condição inicial  $U_i = U(0) = 95\%$  e as perdas de umidade são dadas pelas equações diferenciais

$$\frac{dP_d}{dt} = K_d(U - C_c) \quad e \quad \frac{dP_e}{dt} = K_e(U - U_{min}) \quad (2)$$

Onde  $K_d$  é o coeficiente de proporcionalidade de drenagem,  $C_c$  é a capacidade de campo do lodo (% de umidade);  $K_e$  é o coeficiente de proporcionalidade na evaporação e  $U_{min}$  é a umidade mínima do lodo (%).

As Eqs. 2 foram discretizadas para o Método de Euler e elaborado um programa computacional que simula a umidade do lodo (Eq. (1)) em função do tempo, em três fases da secagem, mostrando os resultados na forma de gráficos. Variando os valores dos parâmetros, foi possível simular diferentes regimes de desidratação do lodo, possibilitando uma compreensão consistente do fenômeno.

O trabalho foi elaborado por dois alunos de iniciação científica. A experiência com programação e o conhecimento de modelagem foi fundamental para o desenvolvimento do trabalho. As dificuldades de compreensão dos detalhes do tema foram superadas (os alunos ainda não haviam feito as disciplinas de reatores), claramente pelo interesse despertado, ou na linguagem de Charlot, pelo desejo de saber e pela identificação de um sentido para estudar. Esse tipo de comportamento desmistifica a tese de que para modelar, é necessário saber os conteúdos de antemão.

#### 4. Considerações finais

As atividades de pesquisa propostas nesse trabalho cumpriram sua missão de superar a tradição do predomínio dos enfoques estritamente matemáticos do ensino do Cálculo Numérico. As escolhas realizadas não levaram a temas elementares, mas compreensíveis e estimulantes, desde que adaptadas à fase em que os alunos se encontram nos respectivos cursos de graduação. Nesse sentido, é importante ter claro o que se pretende com o enfoque. Não se trata de fazer pesquisa dos objetos específicos (Computação e Engenharia), mas de associar a Matemática aos temas desses objetos. Algumas considerações finais sobre as duas categorias de análise propostas, podem contribuir para o entendimento da experiência e de trabalhos futuros:

### **Com relação à diferenciação dos enfoques:**

O Cálculo Numérico pode ser utilizado como ferramenta pelos dois cursos. A modelação de lagoas de decantação ou de redes de telecomunicações (BORGES *et al*, 2015) utilizará de forma semelhantes as estruturas de cálculo. Sob esse ponto de vista, a parte teórica é semelhante e pode ter o mesmo enfoque, mais operacional-conceitual (E2) do que formal (E1). Porém, na EA, o interesse dos alunos estará nas informações que o cálculo traz sobre os objetos (E8), enquanto que na CC, além disso, o interesse pode se deslocar para a implementação computacional(E6).

A execução manual (E3) dos algoritmos com auxílio de calculadora é necessária (importância didática) em ambos os cursos, mas o uso efetivo de aplicações só se viabiliza com programas computacionais (E4);

Os enfoques específicos são claramente distintos de um curso para outro. Enquanto que na Ciência da Computação o enfoque foi na programação (algoritmos, otimização e desempenho computacional, E4 e E6) na Engenharia foi na contribuição da modelagem para a descrição e entendimento dos fenômenos modelados (E8).

Evidentemente o desempenho da CC em programação foi superior, mas isso não impediu a elaboração de programas na EA, graças ao acompanhamento pelo professor, a colaboração dos colegas e a simplicidade do software utilizado (SCILAB). A exigência do desenvolvimento dos programas varia de curso para curso, daí a diferença nos enfoques (E5).

A extrapolação não foi observada no sentido do enfoque criativo (E5). Talvez o hábito de considerar os aspectos matemáticos como difíceis ou não investigáveis, tenha contribuído para esse acomodamento. Ou ainda, esse tipo de interesse pode ser mais próprio de um bacharelado em Matemática Aplicada. Por outro lado, a extrapolação dos conteúdos foi amplamente contemplada nos trabalhos de CC, com o estudo de métodos numéricos não ensinados durante as aulas.

### **Com relação à adesão dos alunos ao trabalho de pesquisa:**

A conexão entre desejo, motivação, mobilização e aprendizagem não é um fenômeno simples. O desejo voluntário de aprender vem de é uma identificação pessoal, portanto não presente em todos os alunos. Em se tratando de aprender Matemática em outros cursos,

despertar esse desejo passa por dar sentido na forma de aplicações, convencer sobre a importância e superar as limitações da formação básica. Decididamente não é um processo pedagógico de assimilação natural, no sentido de adesão pelos alunos. Depende de indução, seja como valorização na avaliação, ou como ação do professor, na forma de incentivo. Nesse sentido a apresentação de sugestões, trabalhos de anos anteriores, descrição de artigos da área, é absolutamente necessária, pois nos dois primeiros anos desses cursos, ainda não há uma vivência com os problemas científicos ou da prática profissional.

A falta de empenho inicial não significa, necessariamente, negligência ou desinteresse. A superação do hábito de reproduzir os conteúdos passados pelo professor, para a capacidade de identificar, elaborar um problema e investigá-lo, é provavelmente a maior dificuldade. Uma vez definidos os temas, ambas as turmas realizaram trabalhos surpreendentes, seja pelos programas ou pela complexidade dos métodos numéricos aplicados.

Assim, pode-se inferir, que a diferenciação de enfoques dá sentido ao conteúdo matemático nos cursos e provoca, se não um desejo de aprender, como refere-se Charlot em citação mencionada na introdução deste artigo (CHARLOT, 2000, p. 82), ao menos uma dedicação mais racionalizada ao estudo. Porém, não é um processo de curto prazo (como um semestre, por exemplo), visto que se trata de evidenciar com muitos fatos, fenômenos, atividades teóricas e práticas, como a Matemática se conecta a cada curso, além de modificar um hábito de estudo reprodutor, para investigador.

## 5. Referências

BARROSO, L.C., BARROSO, M.A., CAMPOS, F.F., CARVALHO, M. L.B. & MAIA, M.L. *Cálculo Numérico (Com Aplicações)*, 2.ed. São Paulo: Editora Arbra, 1987.

BORGES, P.A.P; PAVAN, C. e TRINDADE, S. Estimating Betweenness Centrality on Optical Telecommunications Networks. In: Brazilian Symposium on Computer Networks and Distributed Systems (SBRC), XXXIII, 2015, Vitória. *Anais...* Vitória: v. 1. p. 182-188.

CHARLOT, B. *Da relação com o saber: elementos para uma teoria*. Porto Alegre: Ed. Artmed, 2000.

\_\_\_\_\_. *Relação com o saber, formação de professores e globalização*. Porto Alegre: Ed. Arme., 2007.

FIORENTINI, D. e LORENZATTO, S.. *Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos*. Campinas, SP: Autores Associados, 2009.

LAUDARES, J. B. A matemática e a estatística nos cursos de graduação da área tecnológica e gerencial – um estudo de caso dos cursos da PUC-Minas. In: Cury, H.N. *Disciplinas matemáticas em cursos superiores: reflexões, relatos, propostas*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004, p. 293-350.

MEYER, J.F.C.A. e STAHL, N.S.P. Modelos Computacionais em Sistemas Ambientais: O Desafio de Criar Uma Nova Disciplina. In: XXII Congresso Nacional de Matemática Aplicada e Computacional, Santos. *Anais...* Santos: SBMAC, 2000.. 1 CD-ROM.

PONTE, J.P.A. Investigar a nossa própria prática. In: Refletir e investigar sobre a prática profissional. GT de Investigação (GTI) da Associação de Professores de Matemática (APM) de Portugal.(2002) Lisboa.

PONTE, J.P.A. Pesquisar para compreender e transformar a nossa própria prática. *Educar*, n. 24, p. 37-66. Curitiba: Editora UFPR, 2004.

RUGGIERO, M.A.G.; LOPES, V.L.R. *Cálculo numérico – aspectos teóricos e computacionais*. 2. ed. São Paulo: Makron Books, 1996.

SOARES, E.M.S e SAUER, L.Z. Um novo olhar sobre a aprendizagem de matemática para a engenharia. In: Cury, H.N. *Disciplinas matemáticas em cursos superiores: reflexões, relatos, propostas*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004.

SOARES, Sérgio R. A. *et al.* Modelagem do processo de desidratação de lodo anaeróbio em leitos de secagem simulados. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.5, n.2, p.313-319. Campina Grande, PB, 2001.

STAHL, N.S.P. *O Ambiente e a Modelagem Matemática no Ensino do Cálculo Numérico*. Campinas, SP: 2003. Tese de Doutorado, Faculdade de Educação, Unicamp, 2003.