

# DISCUTINDO ALTERNATIVAS PARA AMBIENTES DE APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA PARA CURSOS DE ENGENHARIA

*Eliana Maria do Sacramento Soares<sup>1</sup>, Isolda G. Lima<sup>2</sup>, Laurete Zanol Sauer<sup>3</sup>*

**Resumo** — *O ensino da matemática, em geral, tem como propósito desenvolver habilidades de formalização e organização do raciocínio lógico e de elaboração de modelos para resolução de problemas. A linguagem simbólica é considerada como princípio de síntese e organização das informações apresentadas, realçando conceitos na forma de regras, fórmulas e símbolos. Ao privilegiar apenas estas formas de representação, para ensinar matemática, os alunos têm poucas possibilidades de desenvolvimento do pensamento intuitivo e da autoconfiança para avaliar como procede na resolução de problemas e, assim, investir em outras alternativas ou abordagens. Buscando outros cenários para a aprendizagem de matemática, estamos propondo estratégias onde professor e alunos interagem, discutem e refletem sobre dúvidas e obstáculos conceituais. Utilizamos ambientes na Web como apoio aos presenciais, para promover, acompanhar e observar processos de interação. Os saberes oriundos desses estudos auxiliam a transformar nosso fazer docente, de modo a criarmos estratégias pedagógicas de base construtivista interacionista.*

*Palavras-Chave* — *Ambientes de aprendizagem, Interação, Matemática.*

## ENSINO DE MATEMÁTICA PARA ENGENHEIROS

O ensino de matemática nos cursos de engenharia, tradicionalmente, tem sido baseado em atividades de caráter técnico. Por solicitação de seus professores, os alunos realizam operações que executam procedimentos, manualmente ou com recursos tecnológicos como *softwares* ou calculadoras, para a resolução de problemas que tratam do conhecimento matemático na forma de regras, fórmulas, algoritmos, informações sobre definições, resultados de teoremas, geralmente apresentados em linguagem simbólica. Essa forma de ensinar leva à passividade, à insegurança e dependência do aluno, que, atento às instruções do professor, busca por modelos de resolução. Como planejar estratégias de aprendizagem que promovam o desenvolvimento de habilidades da autonomia, do pensamento crítico e da capacidade de aplicar conhecimentos matemáticos para lidar com situações da área profissional de engenharia, produzindo resultados de interesse? Ensinar apenas por meio de exposição de informações, apresentação em transparências ou *datashow* e por resolução de problemas padronizados não é suficiente para desencadear ações com envolvimento intelectual.

Uma a resposta a essa indagação, conforme nossos estudos, está relacionada ao desenvolvimento de

metodologias de ensino e aprendizagem que promovam a participação – intervenção, com base na formulação de problemas que possam ser discutidos pelos interagentes, professores e alunos, de forma a construir juntos as estruturas cognitivas para o desenvolvimento das aprendizagens relacionadas aos conceitos estudados. Na realidade, a possibilidade de modificação da tradicional sala de aula presencial, baseada no baixo nível de participação dos alunos, na aprendizagem mecânica de conteúdos, e na exposição do professor, como foco do processo de aprendizagem, depende de vários fatores, mas o mais importante, ao nosso ver, está relacionado a uma atitude de ambos, professor e aluno, quererem e concordarem com os benefícios destas modificações. Isso porque elas exigem uma ampla revisão do papel desses interagentes. Abordagens construtivistas interacionistas têm sugerido a presença frequente do professor como orientador, questionando, argumentando, aceitando sugestões e idéias dos alunos, valorizando todas as respostas, mas, também, atitudes como respeito, generosidade, humildade, coragem, confiança e tantas outras. Ao aluno caberá ser agente ativo deste processo, envolvendo-se e procurando reconhecer os benefícios de sua participação, sem esperar que o professor faça tudo e seja o centro do processo.

## PROPONDO ALTERNATIVAS

Com o propósito anunciado, temos realizado estudos para analisar a aprendizagem decorrente de fluxos de interações em ambientes na Web, que servem de apoio a encontros presenciais em disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral do Departamento de Matemática e Estatística, para alunos de graduação dos cursos de Engenharia da Universidade de Caxias do Sul – RS, Brasil. Esses ambientes utilizam recursos digitais para desenvolvimento de trabalhos colaborativos, baseados na interação e na reflexão, para construir conceitos matemáticos.

As atividades são propostas visando a participação ativa do aluno em todos os momentos, através de discussões sobre as idéias centrais relacionadas aos temas de estudo, da proposição de questões significativas, compartilhando dificuldades e discutindo situações de aplicação dos conceitos abordados. Assim o que se pretende é a socialização das idéias e a construção coletiva de resoluções, através de interações entre professor e aluno. Neste contexto, os erros são possibilidades de (re)construção de conceitos e de desenvolvimento de habilidades como analisar e argumentar com base nas teorias estudadas. Mas o que reconhecemos como maior benefício é o investimento no desenvolvimento de autonomia e autocrítica.

Sob esse enfoque e como já destacaram Soares e Sauer, 2003, a aprendizagem ocorre por meio de processos: explorando, fracassando, tentando, corrigindo, obtendo dados, elaborando conjecturas e testando-as, construindo explicações como resultados de inferências, comparando, fazendo analogias e refletindo. Cada nova experiência é comparada com outras e hipóteses são criadas, verificadas, confrontadas e explicadas. Nesse cenário, o professor é um provocador que instiga a mente do aluno, incentivando-o a pensar, a refletir, a dar explicações e a tomar decisões.

O que queremos enfatizar, no foco desse trabalho, é a possibilidade de problematização, interação e reflexão, que as estratégias pedagógicas utilizadas permitem. No contexto destas estratégias, aulas expositivas são substituídas por leitura de textos didáticos que orientam no estudo de conceitos, com base em questionamentos, dicas e na resolução de problemas. Eles são organizados de forma a incentivar o aluno a interpretar o texto matemático e a refletir sobre o conceito, as regras de resolução relacionadas ao mesmo, bem como sobre as suas possíveis aplicações no contexto da Engenharia. Dessa forma o aluno é levado a reelaborar as idéias que deram origem aos conceitos matemáticos, a escrever e organizar seu pensamento. Nesse cenário, a exposição do professor é substituída pela sistematização que ele faz, após a discussão com os alunos dos temas, conceitos e procedimentos matemáticos em estudo.

Outra estratégia utilizada é a discussão compartilhada e orientada pelo professor das resoluções de problemas propostos para duplas ou grupos de até cinco alunos. Sempre que possível solicitamos que os alunos explicitem os procedimentos ou recursos utilizados, argumentando com base nas definições e teoremas envolvidos. Tal estratégia auxilia o aluno a refletir sobre o processo de resolução dos problemas, relacionando o que faz com os conceitos estudados e analisando seu caminho de resolução. Além disso, auxilia o aluno no aprimoramento da comunicação, na medida em que procura expressar suas idéias de forma clara e organizada, utilizando como referência o texto matemático e argumentações teóricas.

Destacamos, ainda, que a análise dos erros recebe atenção especial, pois pode dar indicativos de dificuldades e obstáculos que analisados e superados geram aprendizagem. Dessa forma, os resultados da análise dos erros podem constituir uma forma de autoconhecimento e de monitoramento do próprio processo de aprender e de conhecer. Conforme Piaget, in Castorina (1988), um erro realizado pelo sujeito pode ser mais fecundo do que um acerto imediato, porque a comparação entre uma hipótese falsa e suas conseqüências fornece novos conhecimentos e a comparação entre dois erros pode levar a elaboração de novas idéias.

A participação nas discussões é incentivada através da valorização de todas as mensagens e idéias apresentadas, sejam elas dúvidas, propostas de solução ou sugestões para a resolução de problemas que estejam em discussão.

Atividades de auto-avaliação são propostas visando a participação do aluno no processo de avaliação, que sob esse enfoque passa a fazer parte integrante do processo de aprendizagem.

Assim, na perspectiva deste trabalho, a avaliação é concebida como um processo relacionado a "mapear" e a diagnosticar como está acontecendo a aprendizagem: dificuldades, obstáculos, avanços e aspectos que precisam ser aperfeiçoados (Soares; Ribeiro, 2001). Por isso ela integra o processo de aprendizagem e auxilia no diagnóstico de dificuldades, obstáculos e concepções prévias dos alunos e constitui fonte de reinvenção da prática pedagógica.

Porlán (2002) enfatiza: o que queremos avaliar? Dar nota, apenas, julgar e classificar são ações incompatíveis com ensinar a aprender significativamente. Ele sugere a avaliação por meio de cumprimento de tarefas, compromissos e trabalhos. Assim, o aluno assume a responsabilidade e o compromisso de gerenciar sua aprendizagem. Além disso, chama a atenção para o fato de que uma pessoa não pode quantificar o saber do outro e sim, identificar dificuldades, obstáculos, entaves e melhorar, com base na análise desses dados, as intervenções e orientações.

Assim é possível fazer uso da prova escrita, ou de outra atividade similar, para analisar tais dificuldades e obstáculos, transformando-as em tarefas privilegiadas de aprendizagem, em oportunidades de auto-avaliação, de planejamento e de regulamentação da própria atividade de aprender, habilidade fundamental para o "aprender a aprender", entendida como "competência de realizar aprendizagens significativas por si só, numa ampla gama de situações e circunstâncias", conforme Salvador (1994).

## O QUE ESTAMOS PERCEBENDO

Analisando o desempenho dos alunos e suas manifestações referentes à adoção dessa metodologia, podemos dizer que, de maneira geral, eles não estão acostumados a gerenciar sua própria aprendizagem, pois estão sendo formados com base em disciplinas, que, na maioria dos casos, estão centradas em formas tradicionais de aprendizagem, onde o professor fornece a informações e o aluno copia e repete procedimentos, sem se questionar nem ser questionado sobre o entendimento do que está sendo realizado.

O aluno também tem uma concepção de ensinar e aprender como uma ação onde o professor é aquele que "passa" conteúdo, dá aulas, no sentido de "explicar", "fazer para eu ver", dentre outras crenças aprendidas. Ou seja, como o aluno está acostumado a receber "tudo explicado pelo professor", quando precisa assumir um papel ativo no processo, em geral, resiste, pois não aprendeu a fazer isso. Conforme temos inferido, a partir de nossos estudos, é necessário auxiliá-lo a refletir sobre o que consiste o processo de aprender, no enfoque construtivista interacionista, e sobre o fato de que ele precisa gerenciar seu próprio processo de conhecer e de aprender, para

desenvolver autonomia e capacidade de aprender a aprender. Nesse sentido é desejável que, desde o início do processo, sejam examinadas junto com os estudantes, suas motivações, interesses, necessidades e dificuldades, para que eles estejam conscientes do desafio a enfrentar.

Temos observado e registrado que, em geral, os alunos apenas manipulam símbolos ou fazem mecanicamente os exercícios e problemas propostos. Parecem não envolverem seu pensamento no que fazem. Muitos conseguem por similaridade resolver as atividades, sem entender, na essência, o conceito envolvido. Ao serem questionados sobre a forma de resolver os problemas, respondem com expressões “vagas” do tipo: “fiz, mas não sei se está certo”, “tive dificuldades em saber o que fazer”, “fiquei com dúvidas, mas fiz todos os exercícios”, “preciso de gabarito”, “fiz várias coisas, mas não sei...na verdade não sabia o que fazer”. Essas e outras expressões similares revelam que os alunos iniciam as disciplinas de matemática para a Engenharia sem terem desenvolvido estruturas cognitivas relacionadas à interpretação da linguagem matemática, à compreensão de conceitos que são estruturas para o desenvolvimento de novos conceitos. Revelam também dificuldades em habilidades como: tomada de decisão, reflexão, exploração e dedução. Por outro lado, pode ser inferido que os alunos “guardam” a técnica e não o significado dos conceitos. Isso é bem visível, quando verbalizam que precisam de exercícios feitos, para ver como é a resolução.

Alguns aspectos são reconhecidos e declarados, em auto-avaliações, pelos alunos como positivos, nesta metodologia: desenvolvimento da capacidade de interpretar, explorar, decidir; seguir de acordo com ritmo próprio de trabalho; gerenciar sua aprendizagem, desenvolver "auto-estudo", esperar menos do professor pois pode descobrir sozinho algumas alternativas para resolver problemas; o professor não é a única fonte de informação e de orientação. Assim, entendemos que as alternativas propostas têm potencial para auxiliar o estudante no desenvolvimento de autonomia para buscar suas próprias respostas, estimulando o aprender a aprender.

### ALGUNS INDICATIVOS

Diante do que estamos inferindo com base nesses estudos, e nessa fase do trabalho, destacamos alguns indicativos: Registrar as dificuldades e obstáculos dos alunos, como dados cuja análise pode indicar novos elementos para aperfeiçoar e planejar estratégias e intervenções pedagógicas. Auxiliar os alunos a refletirem sobre o que consiste o processo de aprender e sobre o fato de que eles precisam aprender, além de matemática, a gerenciar seu próprio processo de conhecer. Nesse sentido reconhecemos como bem sucedidas atividades onde sejam examinadas, junto com os estudantes, seus interesses, necessidades e dificuldades, para que eles estejam conscientes e concordem com o desafio que se apresenta.

Aceitar o desafio de reconstruir o próprio fazer docente, com base em orientação contínua e centrada em perguntas, dicas e intervenções que auxiliem o aluno a concluir suas tarefas, aprender com elas, elaborar idéias e percepções próprias. Isso não é explicar, prevenir erros ou dar os passos da resolução.

Conforme Soares (1997), é possível dizer que "o núcleo do ensino de matemática" para engenheiros precisa ser deslocado da ênfase em ensinar apenas por meio de regras, técnicas e procedimentos, para ensinar o “uso” dos conceitos matemáticos nas relações com o meio. Para isso é preciso que professores de matemática aceitem o desafio de construir estratégias de aprendizagem que desenvolvam comportamentos matemáticos, ou seja, ensinar os alunos a usarem o conhecimento matemático para perceberem a realidade sob diferentes pontos de vista e a proporem formas alternativas de resolver os problemas com os quais lidam.

Resultados de estudos como este, constituem base para desenvolvermos saberes que nos auxiliem a criar estratégias e intervenções que contribuam para desenvolvimento de aprendizagem significativa de matemática para engenheiros. Mas essas construções só se tornam possíveis se o professor desenvolver um saber que por meio do pesquisar sobre seu próprio fazer, refletindo e examinando sua atuação, com base em dados coletados por meio de registros dos alunos ou da sua própria observação, analisando-os à luz de teorias pedagógicas e epistemológicas.

### BIBLIOGRAFIA

- [1] CASTORINA, J. *Psicologia Genética: aspectos metodológicos e implicações pedagógicas*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1988.
- [2] MORAES, M. C. *Paradigma Educacional Emergente*. São Paulo: Papirus, 1997.
- [3] MORIN, E. *A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.
- [4] MORIN, E. *Os sete saberes necessários à educação do futuro*. 5.ed. São Paulo: Cortez, 2002.
- [5] PERRENOUD, P. *Avaliação – Da excelência à regulação das aprendizagens, entre duas lógicas*. Porto Alegre: Artmed, 1999.
- [6] PORLÁN, R. *Refletindo com Rafael Pórlan*. Palestra proferida na Universidade de Caxias do Sul, sobre formação de professores de ensino superior. Caxias do Sul, 2002, inédito.
- [7] POZO, J. I. *A Solução de problemas – aprender a resolver, resolver para aprender*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.
- [8] SALVADOR, C. COLL. *Aprendizagem escolar e construção do conhecimento*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.
- [9] SARTOR, S.G.; SAUER, L.Z. *Programação de Ensino do Cálculo Diferencial e Integral*. CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 28., 2000, Ouro Preto. *Anais...* Ouro Preto: UFOP, 2000. 1 CD-ROM.
- [10] SAUER, L.Z.; *Teorias de Aprendizagem & Práticas Pedagógicas*. 2000. 13f. Monografia (Conclusão da disciplina Aprendizagem Humana: Processo de Construção) – Curso de Doutorado em Informática na Educação, UFRGS, Porto Alegre, 2000.
- [11] SAUER L. Z. e SOARES, E.M.S., *Disciplinas matemáticas em*

**cursos superiores: reflexões, relatos, propostas.** Porto Alegre, Ed PUC-RS, 2003 (no prelo).

- [12] SOARES, E. M. S. **Comportamentos matemáticos e o ensino de matemática para cursos de engenharia.** 1997. 251 f. Tese (Doutorado em Metodologia do Ensino Superior) - UFSCar, São Carlos, 1997.
- [13] SOARES, E. M. S.; RIBEIRO, L. B. M. Avaliação formativa: um desafio para o professor. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 29., 2001, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: PUCRS, 2001. 1 CD-ROM.
- [14] SOARES, E. M. S.; RIBEIRO, L. B. M. Autoavaliação, tomada de consciência e o processo de aprender a aprender. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 30., 2002, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba:UNIMEP, 2002. 1 CD-ROM.

#### **BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR**

- [15] BECKER, F., FRANCO, S.R.K. et al. **Revisitando Piaget.** Porto Alegre: Mediação, 1999.
- [16] BECKER, F. **Modelos pedagógicos e modelos epistemológicos.** Educação e Realidade. Porto Alegre, 19(1): jan./jun. 1994.
- [17] BECKER, F.; MARQUES, T.B.I. Aprendizagem Humana: Processo de Construção. **Pátio**, Porto Alegre, 15, p. 58-61, nov.2000/jan.2001.
- [18] BECKER, F. Da Ação a Operação: **O Caminho da Aprendizagem; J. Piaget e Paulo Freire.** Porto Alegre: Palmarinca, 1993.
- [19] FRANCO, S.R.K. **O Construtivismo** e a Educação. 7.ed. Porto Alegre: Mediação, 1998.
- [20] PIAGET, J. **A Equilibração das Estruturas Cognitivas.** Rio de Janeiro: Zahar, 1976.
- [21] PIAGET, J. **Fazer e compreender.** São Paulo: Melhoramentos, 1978.
- [22] PIAGET, J. **Abstração Reflexionante.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.
- [23] SILVA, M. **Sala de Aula Interativa.** Rio de Janeiro: Quartet, 2000.
- [24] SOARES, E. M. S. Ambientes colaborativos e interacionistas e aprendizagem significativa de matemática. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 28., 2000, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto: UFOP, 2000. 1 CD-ROM
- [25] SOARES, E. M. S. et al. Programando ambientes de aprendizagem que relacionem conceitos matemáticos e fenômenos físicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 27., 1999, Natal. **Anais...** Natal: UFN, 1999. 1 CD-ROM.
- [26] SOARES, E. M. S. **Laboratório de Ambientes virtuais de aprendizagem.** Projeto apoiado pela Pró-reitoria de pós graduação e pesquisa da UCS e pelo CNPq. Caxias do Sul, 1999.  
<http://www.ucs.br/LaVia>
- [27] <http://ucsnews.ucs.br/lavia/emsoares/eqdif>,  
<http://ucsnews.ucs.br/lavia/emsoares/civeng>  
<http://www.ucs.br/deme/disciplinas/calculo>  
<http://www.ucs.br/deme/disciplinas/mecam3ed>