

FORMAÇÃO CRÍTICA EM MATEMÁTICA: UMA QUESTÃO CURRICULAR?

**HELENA NORONHA CURY (PUCRS)
WALTER ANTONIO BAZZO (UFSC)**

1. INTRODUÇÃO

As diretrizes curriculares para os cursos de graduação, ainda sob exame pelo Conselho Nacional de Educação, trazem uma série de questões a respeito das mudanças que serão necessárias para adaptar os currículos às novas orientações.

Neste trabalho, apresentamos considerações sobre propostas que estão sendo objeto de discussão nas Instituições de Ensino Superior, questionando o desenvolvimento de determinadas competências e habilidades pelos graduandos de cursos que não propiciam, em geral, debates sobre questões críticas para a sociedade atual. Sugerimos também, apoiados em literatura sobre os estudos sociais sobre as ciências e a tecnologia (estudos CTS) e em experiência já desenvolvida em curso de engenharia, que sejam introduzidos tais estudos nos currículos dos cursos de Licenciatura em Matemática, para acrescentar uma dimensão crítica à formação dos futuros professores.

Acreditamos, porém, que elaborar novas propostas para os cursos não é suficiente, pois uma mudança profunda precisa ser ancorada em uma correspondente modificação de concepções dos professores que trabalham nos cursos de Licenciatura em Matemática ou de Engenharia, para que esses profissionais deixem de ser apenas matemáticos ou engenheiros e transformem-se, efetivamente, em educadores, contribuindo para reduzir a distância entre o atual processo de ensino-aprendizagem nessa áreas e as necessidades sociais relacionadas com as ciências e a tecnologia.

2. AS DIRETRIZES CURRICULARES PARA OS CURSOS DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA E ENGENHARIA

Em 1997, houve a chamada inicial do Ministério da Educação, solicitando propostas de novos currículos às IES e a algumas entidades representativas de cada área. As propostas apresentadas para os cursos de

Licenciatura em Matemática, bem como as diretrizes para as engenharias (Brasil, 2001) e que deverão ser sistematizadas pelas Comissões de Especialistas da Secretaria de Educação Superior do MEC, trazem alguns elementos em comum, especialmente quanto às competências e habilidades que devem ser desenvolvidas pelos futuros profissionais desses cursos.

Nas engenharias, por exemplo, o egresso deve:

- aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia;
- avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental;
- comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;
- atuar em equipes multidisciplinares.

Nos cursos de Licenciatura em Matemática, segundo a versão provisória da Comissão de Especialistas, o futuro professor dessa disciplina deve:

- relacionar vários campos da Matemática para elaborar modelos, resolver problemas e interpretar dados;
- expressar-se por escrito e oralmente com clareza e precisão;
- ter visão abrangente do papel social do educador;
- trabalhar em equipes multidisciplinares.

O projeto de resolução do Conselho Nacional de Educação, de 08 de maio de 2001, institui diretrizes curriculares para a formação de professores de Educação Básica. Na construção do projeto pedagógico dos cursos, devem ser consideradas, entre outras:

- competências referentes ao domínio dos conteúdos a serem socializados, aos seus significados em diferentes contextos e sua articulação interdisciplinar;
- conhecimentos exigidos para a constituição de competências propiciando debates que envolvam questões culturais, sociais, políticas e econômicas.

Das diretrizes citadas, destacamos o conjunto de competências e habilidades que apontam para a necessidade de discussões sobre aspectos externos à Matemática. Se os futuros profissionais devem trabalhar em equipes multidisciplinares e aplicar seus conhecimentos a várias áreas, inclusive avaliando o impacto de suas atuações na sociedade, não é concebível que os

cursos continuem engessados em uma estrutura tecnicista, que se preocupa apenas com conteúdos da área específica, seja de Matemática, seja de Engenharia.

É importante estabelecer um *locus* para debate das questões sociais ligadas à ciência e à tecnologia, pois há muitas expectativas em relação ao que poderá fazer o graduado por qualquer um dos cursos citados e, se é esperado um determinado perfil desse profissional, temos que levar em conta as mudanças necessárias para que tais competências e habilidades sejam desenvolvidas.

3. ENSINO DE MATEMÁTICA EM CURSOS DE GRADUAÇÃO DA ÁREA DE CIÊNCIAS EXATAS: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

De uma forma geral, os problemas do ensino de disciplinas matemáticas nos cursos da área de ciências exatas são comuns a quase todas as IES brasileiras, pelos depoimentos que encontramos, por exemplo, nos anais dos Congressos Brasileiros de Ensino de Engenharia. (Neto, 1999; Flemming et al, 1999; Nascimento, 2000). Neto (1999) aponta dificuldades dos alunos em esboçar gráficos e desconhecimento das ferramentas computacionais. Flemming et al. (1999), refletindo sobre a lacuna entre ensino médio e superior, apontam sondagens realizadas com alunos de Engenharia e sugerem possibilidades de ações extra-classe. Nascimento (2000) também propõe atividades extra classe como uma das tentativas de minimizar a distância entre os conhecimentos prévios dos alunos calouros e as necessidades do Cálculo I.

Parece-nos que o ensino de Matemática nos curso da área de ciências exatas enfatiza o produto ao invés de focalizar o processo. Se tomamos uma das disciplinas responsabilizadas pela evasão e repetência nesses cursos, o Cálculo Diferencial e Integral, em geral é excessivo o número de aulas que são destinadas à apresentação e exercitação de regras de derivação. No entanto, a habilidade de derivar não é acompanhada da compreensão do conceito e muitas vezes os alunos, ao cursarem disciplinas específicas de seus cursos (Física, Química, Engenharia) não conseguem entender a razão pela qual um determinado processo envolve derivação.

Esse fato aponta, também, para a visão compartimentada do conhecimento, geradora de dificuldades de aprendizagem, já que os alunos, ao

não considerarem a possibilidade de relacionamento entre conteúdos de disciplinas distintas, perdem a oportunidade de aplicar a Matemática aos problemas de suas áreas.

Outro dado relevante nas análises sobre o ensino de Cálculo e Álgebra Linear é a dificuldade de utilização, pelos professores, de *software* de computação algébrica ou simbólica no ensino, pelo desconhecimento dos programas. Às vezes, os docentes, com pouca familiaridade com os computadores, recusam-se a usá-los por medo de que os alunos “saibam” mais do que eles. Vemos, nesse caso, uma concepção equivocada de “domínio de conteúdo”, que é reforçada pelas atitudes dos alunos, cobrando do professor a postura de “dono do saber” e exigindo objetividade na apresentação da matéria.

Os professores dos cursos de graduação na área de ciências exatas têm, em geral, uma formação que padece dos mesmos defeitos já apontados; dificilmente vemos esses profissionais discutirem conteúdos de outras ciências, exatas, biológicas ou humanas. Dessa forma, as propostas das diretrizes curriculares para as licenciaturas em Matemática ou para as engenharias, solicitando as competências e habilidades já citadas, tornam-se quase impraticáveis, pois a capacidade inovadora dos professores fica muito reduzida quando seu conhecimento sobre a estrutura dos conteúdos e de suas articulações é insuficiente. (Acevedo Díaz, 2001a).

4. A IMPORTÂNCIA DAS CONCEPÇÕES E CRENÇAS SOBRE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

As pesquisas sobre concepções e crenças de alunos e professores a respeito de Ciências e Matemática vem tendo uma grande divulgação, encontrando-se artigos, dissertações e teses sobre o tema, no Brasil e exterior. Podemos citar, entre outros, os trabalhos de Ponte (1992), Guimarães (1993), Cury (1994), Silva (1993), Fleener (1996), Thompson (1997), Fernandes (2001), Acevedo Díaz (2001b). Esses autores, ainda que apresentando fundamentações bastante diversas para suas pesquisas, analisam um conjunto de idéias que perpassam a formação de profissionais de várias áreas e têm, de uma forma ou de outra, influências sobre a sociedade.

A importância de compreender as visões de ciências e de Matemática dos docentes e discentes das licenciaturas em Matemática e das engenharias ancora-se, portanto, no fato de que elas formam um arcabouço que determina práticas e estas, por sua vez, influenciam as concepções, em uma constante realimentação.

Pesquisa realizada com alunos e professores de Faculdade de Matemática (Cury & Pinent, 2000) mostra que tanto docentes como estudantes têm concepções contraditórias sobre Ciências e Matemática. Há extrema valorização do conhecimento científico e matemático, mas também há desconfiança quanto à utilização desse conhecimento. Em alguns casos, os participantes da pesquisa consideraram que os cientistas não devem ser livres para divulgar os resultados de seus trabalhos e, também, que esses resultados não vão resolver problemas pessoais ou sociais.

Nota-se, assim, que idéias divulgadas pela mídia e aceitas acriticamente pelos professores podem ter influência na prática docente e, por conseguinte, na formação das concepções dos estudantes. Skovsmose (2000) afirma que a “Matemática é um tópico sobre o qual é preciso refletir”, pois “é parte de nossa cultura tecnológica e exerce muitas funções” (p.68). A falta de discussões sobre a utilização da ciência e da tecnologia — como a Matemática é utilizada nas pesquisas, em qualquer área; como a Informática afeta a nossa vida; como as informações estatísticas podem ser manipuladas, entre outros possíveis temas de debate — traz como consequência a ilusão de uma ciência neutra, dificultando o posicionamento dos futuros profissionais sobre questões ligadas às suas áreas específicas e que afetam a sociedade como um todo.

5. OS ESTUDOS SOCIAIS SOBRE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Os estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) originaram-se há pouco mais de três décadas, a partir de novas correntes de investigação em filosofia e sociologia da ciência. O caráter geral é interdisciplinar, abrangendo disciplinas das ciências sociais e a investigação acadêmica em humanidades, como filosofia e história da ciência e da tecnologia, sociologia do conhecimento científico, teorias da educação e economia da mudança tecnológica.

Entre os objetivos dos estudos sociais sobre ciência e tecnologia, podemos salientar a promoção da alfabetização científica, mostrando a

importância social da ciência; o estímulo à vocação para os estudos científicos e tecnológicos, enfatizando a necessidade de juízos críticos e análises reflexivas sobre as relações entre esses estudos e a sociedade; a diminuição do abismo entre cultura humanista e científico-tecnológica. (Bazzo et al., 2000).

Acevedo Díaz (2001a) considera que os estudos CTS podem ser vistos de uma maneira restrita ou ampla; em sentido restrito, é uma disciplina de alguns cursos de graduação. Em um sentido mais amplo, é um campo acadêmico de estudo e investigação, com tradição na Europa e nos Estados Unidos, às vezes agregando profissionais interessados no tema em Institutos de Investigação que desenvolvem “programas de pesquisa sobre a tecnologia e a ciência contemporâneas desde a perspectiva da filosofia crítica.” (p. 2).

Em outro sentido, também com largas possibilidades, é uma proposta educativa inovadora, que pode ser implementada no ensino fundamental, médio ou superior, que tem como objetivo difundir para todos “uma visão centrada na formação de atitudes, valores e normas de comportamento relativos à intervenção da ciência e da tecnologia na sociedade” (Ibid., p.2) para que ajam responsavelmente como cidadãos.

Na proposta de inclusão de conteúdos CTS em currículos de Licenciatura em Matemática, estamos querendo enfatizar a possibilidade de contestar o paradigma da aula tradicional, fazendo com que os alunos acostumem-se a indagar os porquês das questões que lhes são apresentadas; das respostas que obtêm nos exercícios; do tipo de problema que usualmente encontram nos livros-texto, em qualquer nível de ensino; das razões para o estudo de determinados conteúdos, etc. Dessa forma, ao criar um ambiente propício à indagação e à dúvida, também estaremos possibilitando a introdução de discussões sobre questões relacionadas com a ciência e a tecnologia, de uma forma geral, e sobre suas relações com as necessidades sociais.

6. A PROPOSTA DE INCLUSÃO CURRICULAR DE DISCIPLINA CTS

Cerezo (1998) vê três formas de introduzir estudos CTS em um currículo: como uma disciplina, obrigatória ou optativa; como uma complementação de temas tradicionais de ensino de ciências ou tecnologia; ou como reconstrução dos conteúdos de ensino dessas áreas através de uma ótica CTS. Originada no Núcleo de Estudos e Pesquisas em Educação

Tecnológica (NEPET) da UFSC, foi proposta a inclusão de uma disciplina optativa, “Tecnologia & Desenvolvimento”, no currículo de Engenharia Mecânica dessa Universidade (Pereira et al., 2000), o que foi aceito pelo Colegiado do Curso, sendo a referida disciplina oferecida aos alunos a partir do primeiro semestre de 2001.

O objetivo da disciplina é contribuir para uma formação integral dos alunos de graduação e a ementa contempla, entre outros, os seguintes itens: CTS, conceitos e tendências. Perspectivas históricas sobre ciência, técnica e tecnologia. Ciência, tecnologia e sociedade no mundo atual: energia, saúde e demografia, alimentação, produção industrial, telecomunicações e transportes, questões éticas.

Os alunos devem, entre outros procedimentos, analisar e comentar textos; organizar informações, relacionando-as com conhecimentos prévios; investigar problemas, formulando hipóteses, debatendo-as, elaborando conclusões, aplicando-as a novos problemas; elaborar resumos, resenhas, ensaios ou monografias. Na avaliação, serão consideradas as tarefas individuais, realizadas em sala de aula ou fora dela, bem como as observações feitas pelo professor quanto ao trabalho individual e em grupo.

Considerando esse modelo e as justificativas arroladas neste artigo, propomos, para as Licenciaturas em Matemática, a introdução inicial de tópicos CTS nas discussões de disciplinas específicas do curso, o que seria feito por professores que já vêm adotando uma postura crítica em suas aulas. Em um segundo momento, seriam realizadas palestras, para possibilitar a divulgação das experiências e do projeto, formando-se grupos de estudo com os professores interessados. Finalmente, seria feita uma proposta de inclusão de disciplina CTS no currículo do curso, em caráter obrigatório ou optativo, dependendo das características de cada IES.

Para exemplificar a introdução de tópicos CTS em disciplinas dos currículos de licenciaturas em Matemática, como complementação de temas tradicionais, vamos tomar a Álgebra, ou mais especificamente, o princípio da Indução Finita, apresentado quando da construção dos naturais e inteiros. O conteúdo, em geral, é considerado “árido” pelos alunos e os professores procuram apresentar listas de exercícios do tipo “prove por indução”.

Apesar de parecer absolutamente “técnico”, temos abordado o tema inicialmente através de leituras sobre as origens das demonstrações em Matemática, questionando as diferenças entre explicação, prova e demonstração (Arsac, 1987). Em seguida, sendo um conteúdo trabalhado em um curso de formação de professores, os alunos buscam, em livros didáticos de ensino fundamental ou médio, proposições que podem ser provadas por indução, discutindo a necessidade da aprendizagem de tal conteúdo no curso de graduação.

Finalmente, debate-se a importância do método de indução na Ciência da Computação, propiciando questionamentos sobre a construção de *software*, o uso de novas tecnologias no ensino, a influência dos computadores na sociedade, etc.

Não estamos, com isso, sugerindo que os exercícios de indução sejam esquecidos ou substituídos por tais discussões. Acreditamos, isso sim, que o futuro professor de Matemática deva ter o domínio dos conteúdos com os quais vai trabalhar mas que, ao mesmo tempo, deva conhecer as origens desses conteúdos, as razões para sua aprendizagem e as relações com outros campos do conhecimento, posicionando-se criticamente sobre o papel da Matemática na sociedade. É essa dimensão crítica que está envolvida na proposta apresentada nessa comunicação.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACEVEDO DÍAZ, J. A. **La formación del profesorado de enseñanza secundaria para la educación CTS: una cuestión problemática.** Disponível em <<http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo9.htm>>. Acesso em: 16 agosto 2001a.

_____. **Los futuros profesores de enseñanza secundaria ante la sociología y la epistemología de las ciencias: un enfoque CTS.** Disponível em <<http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo8.htm>>. Acesso em: 16 agosto 2001b.

ARSAC, Gilbert. L'origine de la démonstration: essai d'épistémologie didactique. **Recherches en Didactique des Mathématiques**, v.8, n.3, pp. 267-312, 1987.

BAZZO, W. A.; PEREIRA, L. T. do V.; von LINSINGEN, I. **Educação tecnológica: enfoques para o ensino de engenharia.** Florianópolis: Ed. da UFSC, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Superior. **Diretrizes curriculares**. Disponível em < <http://www.mec.gov.br/Sesu/diretriz.shtm#diretrizes>> . Acesso em: 03 set. 2001.

CEREZO, José A. L. Ciencia, tecnologia y sociedad: el estado de la cuestión em Europa y Estados Unidos. **Revista Iberoamericana de Educación**, n.18, sep./dec. 1998. Disponível em <http://www.campus-oei.org/oeivirt/rie18a02.htm>. Acesso em: 21 março 2001.

CURY, Helena Noronha. **As concepções de Matemática dos professores e suas formas de considerar os erros dos alunos**. 1994. 276 f. Tese (Doutorado em Ciências Humanas-Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

CURY, H.N.; PINENT, C.E.da C. Análise de atitudes de calouros de engenharia em relação às ciências e à matemática. **Revista de Ensino de Engenharia**, v.19, n.1, pp. 47-54, ago. 2000.

FERNANDES , D . N. **Concepções dos professores de matemática** : uma contra-doutrina para nortear a prática . 2001. 157 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geografia e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

FLEENER, M.J. Scientific world building on the edge of chaos: high school students' beliefs about mathematics and science. **School Science and Mathematics**, v.96, n.6, pp.312-320, Oct. 1996.

FLEMMING, Diva Marília; LUZ, Elisa Flemming; COELHO, Cláudio. Tendências atuais do ensino das disciplinas da área de matemática nos cursos de engenharia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 27., 1999, Natal. **Anais...** Natal: UFRN, 1999. pp.174-181.

GUIMARÃES , H. M. A. da C. **Ensinar matemática** : concepções e práticas . Lisboa: Associação dos Professores de Matemática, 1993.

NASCIMENTO, Jorge Luiz do. Uma metodologia para o Cálculo I. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 28., 2000, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto: UFOP, 2000. CD-ROM.

NETO, José Luiz. Melhora do argumento didático através do uso de computador na disciplina cálculo diferencial e integral. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 27., 1999, Natal. **Anais...** Natal: UFRN, 1999. pp.779-785.

PEREIRA, L.T. do V.; BAZZO, W. A.; von LINSINGEN, I. Uma disciplina CTS para os cursos de engenharia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 28., 2000, Ouro Preto. **Anais...**Ouro Preto: UFOP, 2000. CD-ROM.

PONTE , J. P. Concepções dos professores de matemática e processos de formação . In: PONTE , J. P. et. al . **Educação matemática**. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional, 1992. pp.185-239.

SILVA, M. R. G. da. **Concepções didático-pedagógicas do professor pesquisador em matemática e seu funcionamento na sala de aula de matemática** . 1993. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Instituto de Geografia e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

SKOVSMOSE, Ole. Cenários para investigação. **Bolema**, v.13, n.14, pp. 66-91, 2000.

THOMPSON . A .G. A relação entre concepções de matemática e de ensino de matemática de professores na prática pedagógica . **Zetetiké** , v. 5, n. 8, pp.11-43, 1997.