

A utilização do computador no processo de ensinar-aprender Cálculo: a constituição de grupos de ensino com pesquisa no interior da universidade

João Frederico da Costa Azevedo Meyer¹ e Arlindo José de Souza Júnior²

Resumo: Este trabalho, além de relacionar um breve histórico de trabalhos e análises de experiências, sobretudo brasileiras, relacionadas com ensino e aprendizagem de cálculo com o uso de computadores em diversos ambientes, exhibe o que se verificou ser um diferencial marcante na obtenção de resultados positivos: as negociações necessárias dentro do grupo de professores, auxiliares e monitores em termos da definição de estratégias didáticas, de posturas pedagógicas e de ênfases docentes.

Abstract: In this paper, besides presenting a brief list of historically relevant analyses of previous experiences, specially in Brazil, with teaching and learning calculus with the aid of computers in several technological environments, the authors highlight what was verified to be an important factor in obtaining positive results: the necessary agreements the had to be reached by teachers, teaching assistants and tutors in terms of defining teaching strategies, pedagogical decisions and classroom emphases.

A Educação Matemática na Universidade

Neste século, tivemos duas reformas do ensino da matemática de caráter internacional. No Congresso Internacional de Matemática em Roma, realizado em 1908, foi formada a Comissão Internacional para o Ensino da Matemática (ICMI em inglês ou IMUK em alemão). Segundo Roxo (1937), essa comissão teve um papel de destaque na primeira reforma internacional do ensino superior de matemática. Suas preocupações eram com a

¹ Professor da Universidade Estadual de Campinas – Unicamp. joni@ime.unicamp.br

² Professor da Universidade Federal de Uberlândia – UFU. arlindo@ufu.br

modernização do currículo e com a metodologia do ensino, para que estes pudessem estar voltados às aplicações práticas e ao desenvolvimento da intuição.

Parte da moderna matemática, cuja aprendizagem foi trabalhada por esse movimento, é hoje conhecida como aquela abordada nos cursos de Cálculo Diferencial e Integral em nossas universidades.

Essa nova matemática, que se iniciou com Newton (1642-1727) e Leibniz (1646-1716) (...) A 'moderna matemática' que nasceu associada ao desenvolvimento da ciência moderna, foi uma ferramenta importante para a explicação dos fenômenos da natureza, ou seja, um elemento fundamental para a formação, comprovação e generalização de resultados observados pela experiência (MIORIM, 1998, p. 105).

A segunda destas reformas é marcada pelo interesse do governo norte-americano na corrida espacial. Foram realizados muitos encontros nos Estados Unidos e na Europa, com o propósito de discutir a modernização do ensino da matemática. Segundo Beatriz D' Ambrósio (1989), foi na Conferência de Royamount na França, em 1959, que se deu um caráter internacional ao movimento da Matemática Moderna.

O envolvimento dos professores universitários no movimento da Matemática Moderna foi muito diferenciado no Brasil. Alguns professores universitários tiveram papel de destaque na formação dos grupos de estudos, enquanto outros não se envolveram nessa questão.

Embora alguns mentores e divulgadores do movimento da Matemática Moderna no Brasil fossem eminentes matemáticos, naquele momento não se percebeu um envolvimento institucional e crítico dos departamentos de matemática da maioria de nossas "boas" universidades na discussão promovida por esse movimento de reforma do ensino da

matemática de 1^o e 2^o graus. Esse distanciamento pode ser evidenciado pela seguinte afirmação:

A coesão existente na comunidade matemática brasileira permitiu que os centros mais importantes tivessem uma grande influência sobre os novos centros que se foram formando. Assim, nos principais centros matemáticos brasileiros foi se desenvolvendo uma Matemática sadia, as áreas de pesquisas entrosando-se e tendo problemas sugeridos por outros ramos da própria Matemática e de outras ciências evitando "especializações" estéreis, que podem ocorrer em centros pequenos e isolados. Desta forma, evitou-se que ao nível universitário ocorresse um desastre semelhante ao que a chamada 'Matemática Moderna' trouxe ao ensino secundário (e mesmo ao ensino elementar) não só no Brasil mas em boa parte do mundo. Este desastre se explica, em boa parte, pelo entusiasmo dos professores secundários por certas partes fáceis, mas aparentemente avançadas, da Matemática. Tal entusiasmo é em si um sentimento muito elogiável num docente e, por isto mesmo, desarmava os profissionais da Matemática (HÖNIG; GOMIDE, 1979, p. 38-39).

Kline (1976, p. 202) também chamou a atenção para a dificuldade de se envolver o professor universitário nas questões relativas à Educação Matemática no seu país:

Matemáticos têm encarado a Educação Matemática como atividade inferior (no passado, justificativa pela baixa qualidade das escolas de ensino). Por conseguinte, os matemáticos que se sentem confortáveis no tocante às suas funções em departamentos de matemática não aceitaram posições como professores de educação matemática. Infelizmente as universidades que se movimentaram para contratar matemáticos como professores de Educação Matemática procuraram matemáticos com prestígio, e tais homens se apresentam ainda mais relutantes em aceitar o que seus colegas considerariam como posição inferior.

Atualmente, a Educação Matemática no Brasil se tornou uma área de pesquisa emergente e possui uma sociedade em nível nacional, na qual transitam professores de todos os níveis. Nas últimas décadas, testemunha-

se um aumento quantitativo e qualitativo dos centros de pós-graduação nessa área. Foi muito importante a cooperação dos professores de departamentos de Matemática para o surgimento desses centros. Esse fato tem favorecido uma maior aproximação dos departamentos de matemática com questões associadas ao processo de ensinar-aprender Matemática em todos os níveis.

Observamos que o envolvimento de Educadores Matemáticos com as disciplinas do ensino superior começa a gerar um espaço para a produção de pesquisas sobre o processo de ensino-aprendizagem na universidade. Cassol (1998a, p. 108) propõe duas linhas de ação para que a Educação Matemática tenha uma maior presença no ensino superior:

- a) Estratégias dirigidas a que alunos sejam fortemente incentivados a expor os significados que produzem...
- b) Disposição para que tentativas individuais e de grupos sejam postas em prática assumindo riscos e que seus resultados sejam divulgados entre os colegas.

As pesquisas de Educação Matemática no ensino superior tendem a aumentar consideravelmente nos próximos anos, dado o crescente interesse sobre procedimentos e características de ensino e aprendizagem na universidade e sobre a ampliação dos cursos de pós-graduação nessa área.

A pesquisa em Educação Matemática no Ensino Superior constitui uma área bastante nova de investigação. Esta área vem se desenvolvendo rapidamente e vem realizando uma substituição paulatina de um conjunto de atividades centradas em observações/diagnósticos por estudos interpretativos e desenho de estratégias instrucionais fundamentadas em teorias de aprendizagem (PALIS, 1998, p. 111).

Baldino (1995, p. 03) ressalta que “recentemente tem se notado crescente preocupação de pesquisadores em Educação Matemática com o cenário dos cursos de cálculo”. Podemos apresentar como exemplo dessas preocupações os seguintes estudos: Sampedro (1977); Carrillo (1980); Silva

(1980); Dolis (1989); Franchi (1993); Gomes da Silva (1997); Souza Jr (2000) e Cassol (1998b).

A pesquisa sobre a informática no processo de ensinar-aprender Cálculo no Brasil é emergente. Villareal (1999, p. 362), na sua tese de doutorado, procurou caracterizar os processos de pensamento dos estudantes de Cálculo, em ambientes computacionais. Ela desenvolveu a sua pesquisa com três duplas de estudantes de Biologia, que participavam voluntariamente do estudo. A autora observou que:

A partir do estudo desenvolvido, é possível afirmar que o computador pode ser tanto um reorganizador quanto um suplemento nas atividades dos estudantes ao aprender matemática, dependendo da abordagem que eles desenvolvam nesse ambiente computacional, do tipo de atividades propostas, da relação que foi estabelecida com o computador, da frequência no uso e na familiaridade que se tenha com ele.

Barufi (1999, p. 147), ao analisar livros didáticos de Cálculo, conclui que: “os livros selecionados apresentam todas as propostas que são válidas e que podem ser apreciadas dentro de determinado contexto”. Essa autora vai destacar, ainda, a importância do computador no processo de construção do conhecimento de Cálculo.

Constatamos que, no processo de globalização que estamos vivendo, a informática impõe-se no exercício de muitas profissões. Percebemos que muitos professores de todos os níveis estão de alguma forma preocupados com essa questão.

O computador já revolucionou ou está em vias de revolucionar numerosas profissões. Dadas as suas grandes potencialidades como instrumento de ensino, seria profundamente estranho que deixasse inalterável a actividade dos professores. E de facto os seus primeiros efeitos que começam já a manifestar-se, sugerindo uma nova atitude

perante o saber e um novo estilo de relações professor – alunos (PONTE, 1992b, p. 105).

Silva (1997), realiza uma reflexão sobre como o computador pode interferir no desenvolvimento profissional do professor. Ripper (1996, p. 69), ao discutir o preparo do professor para as novas tecnologias, comenta que é preciso discutir o lugar do professor e o papel do computador.

O desafio de recriar o lugar do professor passa pelo de redefinir o papel do computador como instrumento/ferramenta pedagógica, a serviço da criação de um ambiente que propicie a construção do conhecimento e a atividade criativa para aluno e professor.

O objetivo do presente trabalho, além de relatar uma trajetória que marca a mencionada emergência da presença do computador e de *softwares* e aplicativos em experiências e estratégias de ensino e aprendizagem de disciplinas de matemática no nível superior, é o de destacar uma característica nem sempre considerada como essencial em algumas dessas experiências ou relatos. Assume-se aqui, como em muitos dos textos citados, que a presença do computador nessas situações pode contribuir decisivamente para a criação de novos saberes e está proporcionando novas possibilidades de trabalho e novas responsabilidades para o professor. Imbernón (1994, p. 7) destaca a necessidade da formação permanente do professor em todos os níveis devido à evolução e ao progresso da Ciência, e das mudanças sociais e culturais. Ele inclui a Educação como parte dessa Ciência que progrediu e evoluiu. Argumenta, ainda, que a discussão sobre as novas tecnologias deve fazer parte da formação permanente do professor. Por outro lado, Ponte (1992, p. 106) defende que se deva pensar a formação permanente do professor como um processo de aprendizagem contínua.

O ritmo de produção de novos conhecimentos atingido pela nossa sociedade desde há muito que já vinha pondo em causa a idéia de que um professor, com a sua formação inicial, ficava devidamente preparado para lecionar até ao fim

da carreira. A aceleração vertiginosa do processo de criação de novo saber, para o qual muito contribuiu o próprio computador, torna evidente a necessidade da actualização e formação permanente do professor. Isto significa que qualquer coisa de profundo está em vias de mudar nesta profissão: para desempenhar coerentemente as suas funções, o professor passa a ter de assumir um processo de aprendizagem contínua.

Uma discussão interessante sobre informática e educação pode ser um momento importante de reflexão do professor. Nesse sentido, Ponte (1988, p. 17), nos alerta que

não se devem esperar grandes efeitos da tecnologia, ignorando as perspectivas pedagógicas que estão subjacentes à sua utilização. O professor terá sempre que ter um papel chave, será sempre o responsável pela orientação das atividades. As necessidades de formação não podem, por isso, ser menosprezadas.

Frant (1994), ao abordar a informática na formação de professores, ressalta que, quando o professor frequenta o curso de informática educativa, a presença do computador, associada a um processo de reflexão, pode possibilitar um desequilíbrio em suas concepções do processo de ensino-aprendizagem, propiciando, assim, uma oportunidade para o repensar de sua prática e tomada de consciência de seu papel na sala de aula e do papel do aluno.

Fiorentini (1993), ao discutir a questão dos conteúdos e dos métodos no ensino da matemática, apresenta a possibilidade de se pensar o professor como produtor de conhecimentos.

Segundo nosso ponto de vista, o professor é também um intelectual e como tal é capaz de elaborar projetos pedagógicos e de produzir conhecimentos sobre sua própria ação pedagógica. É claro que isso depende da formação do professor e de sua vontade e determinação em procurar, de maneira mais ou menos sistemática, refletir, analisar e teorizar sua prática. Ou seja, de acordo com essa concepção,

o professor é também um pesquisador que tem a responsabilidade e a autonomia de produzir a sua própria metodologia (FIORENTINI, 1993, p. 39).

Atualmente percebemos que o computador está tendo um papel de destaque no sentido de proporcionar a execução de trabalhos coletivos em nossas universidades com o objetivo de se produzirem saberes e de estruturar um “espaço” para a educação permanente dos professores universitários em relação ao processo de ensinar-aprender matemática.

O intuito de produzir este artigo foi o de mostrar a importância de se investigar o trabalho coletivo que está sendo realizado no interior de muitas universidades brasileiras onde se valoriza a prática, o diálogo e a negociação de saberes entre professores e alunos em torno de se utilizar o computador no processo de ensinar-aprender Cálculo Diferencial e Integral.

O Computador no Cálculo

Até este momento, estamos nos referindo à disciplina de Cálculo Diferencial e Integral como sendo uma só. O termo “disciplina” vincula o texto à estrutura escolar, para a qual há diversos Cálculos. Para continuar no singular, estaremos utilizando o termo “Cálculo” como área de conhecimento.

Temos indícios de que, até o início da década de noventa, a idéia de utilizar o computador no ensino de Cálculo estava restrita à iniciativa de poucos professores em algumas universidades. Souza Junior (1993), na sua pesquisa com 111 professores universitários, de diferentes departamentos de Matemática da Unesp, observou que muitos professores estavam interessados na integração dos conteúdos matemáticos com aplicações da matemática.

Souza Junior (1993) observou ainda que nenhum professor universitário que fez parte dessa pesquisa comentou que, naquele momento, a informática poderia estar contribuindo para a aprendizagem da matemática na universidade.

Sobre o “movimento” de utilização do computador no Cálculo ao nível internacional, Tucker e Leitzel (1995), esclarecem que o movimento de reforma do ensino do Cálculo nos Estados Unidos, apresentam a conferência de Tulane, realizada em janeiro de 1986, como um marco importante desse movimento. Para esses autores, a iniciativa do “The National Science Foundation’s Calculus” foi importante para o desenvolvimento desse movimento a partir de 1988 por meio do fornecimento de apoio financeiro a vários programas de reforma do ensino do Cálculo. Brumatti (1998) também discute o movimento de reforma do Cálculo nos Estados Unidos e os seus reflexos na pedagogia e na pesquisa educacional.

Sentimos a falta de um estudo profundo de como esse movimento realizado nos Estados Unidos influenciou a discussão sobre o processo de ensinar Cálculo em nossas universidades. Porém percebemos que essa influência ocorre pelos livros, artigos e *softwares* produzidos no exterior.

No Brasil, o ensino do Cálculo tem sido responsabilizado por um grande número de reprovações e de evasões de estudantes universitários. É comum em nossas universidades a reclamação, por parte dos alunos ou por parte dos professores de outras áreas, da inexistência de esforços para tornar o Cálculo interessante ou útil.

Sabe-se que é comum um professor dar aulas, repetidos anos, na mesma série. Sobretudo nas universidades, é muito comum o professor que repetidamente, às vezes até por 20 anos, leciona Cálculo II. Dificilmente se poderia pensar em maior absurdo... No caso da matemática, a atitude falsa e até certo ponto romântica de que a matemática é sempre a

mesma e a credence de que o que era há dois mil anos ainda é hoje produzem verdadeiros fósseis vivos entre nossos colegas (D'AMBROSIO, 1996, p. 105).

O interesse por parte de alguns professores dos departamentos de matemática de algumas universidades brasileiras a respeito da discussão sobre o processo de ensinar-aprender a disciplina Cálculo não é recente. Os temas mais abordados nessas discussões têm girado em torno da motivação dos alunos, do desenvolvimento da criatividade, do raciocínio e da autonomia dos alunos, do uso da história do Cálculo, do uso da modelagem matemática, do trabalho de projetos e da utilização do computador.

A preocupação em introduzir o computador nas disciplinas de conteúdo de matemática na universidade não é nova no Brasil. Observamos que ocorreram iniciativas isoladas e que não foram registradas devido ao interesse prático e contextualizado em que elas ocorreram.

J. F. C. A. Meyer³ narra que, no início da década de setenta, participou, em conjunto com outros professores, de uma experiência de ensino que utilizou o computador na disciplina Cálculo na Unicamp. A idéia era que os alunos realizassem programas na linguagem *Pascal* a fim de compreenderem os conteúdos trabalhados. Segundo MEYER, essa experiência ficou restrita aos professores⁴ e alunos que participaram dessa iniciativa.

Palis (1995, p. 26) explica que, em 1984, com a ajuda de alguns alunos de Iniciação Científica, desenvolveu um trabalho pedagógico no sentido de procurar complementar o Curso de Cálculo III com algumas

³ João Frederico da Costa Azevedo Meyer teceu tais considerações numa reunião de orientação de pesquisa no ano de 1998.

⁴ José Armando Valente, Eduardo Tadao Takahashi, Fernando Antônio Vanini e Rodolfo Miguel Bacarelli.

atividades de visualização de gráficos de funções de duas variáveis, utilizando o Pacote Gráfico do NCAR (National Center for Atmospheric Research). Ela afirmou que “não ficou nenhum registro dessa ação, como de muitas outras que já devem ter sido realizadas por professores universitários no País”.

Segundo a autora, o primeiro trabalho mais sistematizado que realizou sobre a introdução de tecnologia computacional em cursos básicos de Matemática foi iniciado no ano de 1988, no curso introdutório de equações diferenciais ordinárias.

O “movimento atual” de empregar os “softwares aplicativos” no processo de ensinar-aprender matemática na universidade pode ser observado nos encontros apoiados pela Sociedade Brasileira de Educação Matemática – SBEM, pela Sociedade Brasileira de Matemática Aplicada e Computacional – SBMAC e pela Sociedade Brasileira de Matemática – SBM.

No XI Congresso Nacional de Matemática Aplicada e Computacional (CNMAC), realizado em agosto de 1988 na cidade de Ouro Preto, começaram a aparecer as primeiras referências a programas de derivação e integração simbólicas voltados para a pesquisa em Matemática Aplicada; não havia, no entanto, uma preocupação explícita maior nem com as implicações didáticas, nem com o ensino.

Analisando os anais dos encontros organizados por essas sociedades pode-se contextualizar a discussão atual sobre o emprego da informática no processo de ensinar-aprender Cálculo.

Apesar da análise ter sido baseada nos anais dos encontros, temos consciência de que muitas experiências foram realizadas em outros locais, mas não foram divulgadas e, por isso, não são registradas nem estudadas neste texto. A nossa preocupação com este estudo foi a de procurar realizar

um breve mapeamento sobre essa discussão no Brasil. É importante ressaltar que ainda a consideramos bastante incompleta. Entretanto, acreditamos que ela nos possibilita perceber um possível início de movimento de aglutinação de professores e alunos em torno da discussão sobre o processo de ensinar-aprender Cálculo no nosso país.

Nos Anais do V Encontro Nacional de Educação Matemática – ENEM, realizado em Aracaju, no Estado de Sergipe, no período de 16 a 21 de Julho de 1995, pudemos observar que a discussão sobre informática no processo de ensino e aprendizagem de Cálculo figurou nos seguintes termos:

- a) Na palestra de abertura desse encontro, o professor Ubiratan D'Ambrosio, ao discutir a globalização e seus reflexos na Educação Matemática, concluiu pela necessidade de se trabalhar em equipe, tanto no ensino como na pesquisa. Ao fazer observações sobre a história e o futuro da matemática, discutiu o Cálculo e observou que:

Se quisermos fundamentar o Cálculo a partir de exemplos ligados a observações e reflexões do ambiente natural, os exemplos e os argumentos devem ser atuais, no sentido de incorporar as modernas tecnologias de observação e medição (D'AMBROSIO, 1995, p. 33).

- b) Organizaram-se dois grupos de trabalho diretamente relacionados com os temas: Informática e Educação Matemática e O Ensino do Cálculo. Encontramos também esse tema tratado nas comunicações de Bezerra (1995) e Eger, Leal e Duarte (1995a, p. 192-193).
- c) Em termos de ensino de Cálculo, o trabalho "O computador e o Cálculo diferencial" (BEZERRA, 1995, p.85) descreveu uma experiência específica ocorrida na Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

- d) Ocorreu também a apresentação do trabalho chamado: “Ensinando Matemática com Derive” de professoras da Universidade Federal de Santa Catarina. Elas apresentaram, ainda, a comunicação científica denominada: “Apoio Computacional no Ensino da Matemática”. Percebemos que esse grupo estava preocupado com a utilização dos *softwares* aplicativos no processo de ensino-aprendizagem de Cálculo:

No mercado de informática existem *softwares* que trabalham com computação algébrica. Um dos mais conhecidos é o *Maple* que é muito eficiente às pessoas que utilizam matemática em suas pesquisas. Com o objetivo de otimizar a eficiência do processo educacional, este trabalho mostra a utilização do *software Maple* como ferramenta que auxilie o aluno na visualização de conceitos matemáticos, na resolução de problemas e construção de gráficos. Foram explorados tópicos dos currículos de matemática pré-universitários e universitários que envolvem funções, limites, derivadas e integrais, cálculo da área usando o limite de uma soma, aplicações das integrais definidas, entre outros (EGER; LEAL; DUARTE, 1995, p. 192-193).

- e) A palestra “Visualizando o Cálculo”, apresentada por professoras da Universidade Estadual de Londrina (UEL), apresentou o seguinte resumo:

Trabalhamos com alunos do curso de Matemática, Física, Engenharia Civil e Arquitetura, que são atendidos através de um curso de extensão. Utilizamos os programas Derive e Mathematica para o estudo de funções, obtendo gráficos, resolvendo derivadas e integrais, representando-as através de séries e analisando características importantes como: Máximos e mínimos, existência da inversa e outras. Usando Geometria Descritiva para construir as maquetes dos sólidos de revolução construídos através de colagens. Com o *software Autocad* trabalhamos rotação de curvas. Observamos que os alunos melhoraram seu desempenho em Cálculo e tornaram-se mais competentes do ponto de vista visual (SPUZA et al., 1995, p. 229).

A análise dos Anais desse encontro revela-nos que o interesse a respeito da reflexão sobre informática e ensino de Cálculo está associado à utilização de *softwares* aplicativos produzidos por especialistas fora do país e que são ferramentas potentes para a visualização gráfica e a resolução de problemas.

No XX Congresso Nacional de Matemática Aplicada e Computacional – CNMAC, realizado em Gramado no período de 08 a 12 de setembro de 1997, encontramos três trabalhos que discutiram o uso do computador no processo de ensino-aprendizagem do Cálculo.

No primeiro, uma professora do Instituto Militar de Engenharia – I.M.E. – RJ, apresentou uma proposta de modernização com alternativas de tecnologia computacional para conceitos de matemática em nível universitário. Para ela os

conceitos de Cálculo podem ser apresentados simbolicamente, graficamente e numericamente. O uso de múltiplas representações é visto como uma forma de se alterar o currículo de Cálculo. Este modelo é apropriado para o uso de *softwares* algébricos (ALVES, 1997, p. 247).

No segundo, quatro membros da Pontifícia Universidade Católica (PUC-RS) apresentaram um trabalho com o título: “O Ensino de Cálculo com Auxílio da Informática”, tendo os autores demonstrado o interesse pela utilização das novas tecnologias no processo de ensinar-aprender matemática. Eles argumentaram que: “Um dos grandes desafios do próximo milênio, não é o de se criar novas tecnologias e sim o de usá-las de forma criativa e inovadora” (CUNHA et al., 1997, p. 413).

Os autores estão ainda desenvolvendo trabalhos sobre a utilização de *softwares* matemáticos como ferramenta para auxiliar na disciplina Cálculo, para alunos do curso de Informática. Essas pesquisas fazem parte do projeto “Laboratório de Ciências Matemáticas, subprojeto MEL

(Matemática Elementar)”, que está sendo desenvolvido no Instituto de Matemática da PUC-RS da seguinte forma:

Este projeto surgiu da necessidade que os professores tinham em sanar as deficiências trazidas do segundo grau pelos alunos. Com essa intenção, surgiu a idéia de aprimorar as aulas de cálculo, utilizando-se o *software MAPLE V* como ferramenta auxiliar na visualização de determinados conteúdos desta disciplina ministrada no IM/PUCRS. Os objetivos deste projeto são os seguintes: estudo de *softwares* existentes para o ensino e pesquisa em Matemática; elaboração de atividades instrucionais com o uso de diversos recursos computacionais disponíveis; desenvolvimento de *softwares* específicos para o ensino das disciplinas básicas dos cursos de graduação, tais como Cálculo e Geometria Analítica e avaliação dos *softwares* e materiais didáticos desenvolvidos (CUNHA et al., 1997, p. 413).

Por fim, o trabalho produzido por professoras do Departamento de Matemática, da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, foi apresentado com o seguinte título: “Utilização do *Software Maple* no Ensino de Cálculo e Geometria Analítica”, e tinha

como objetivo principal integrar a Computação Algébrica, através do *Software Maple* ao ensino de Cálculo Diferencial e Integral e Geometria Analítica, incorporando o computador como recurso didático que facilita a compreensão de conceitos e expande os limites e variações de aplicações (EGER; LEAL; DUARTE, 1997, p. 540).

As professoras utilizam o *software Maple* na resolução de problemas e no aperfeiçoamento de noções intuitivas mediante a construção e análise de gráficos nas aulas realizadas no laboratório de informática, “envolvendo exemplos que recorrem ao raciocínio crítico e criativo reforçando o aprendizado”. Segundo as autoras, “Com a utilização do *software Maple* é possível sair do ambiente tradicional da sala de aula e apresentar os conteúdos de Cálculo e Geometria Analítica de uma forma mais dinâmica e atual” (EGER; LEAL; DUARTE, 1997, p. 540).

A utilização de *softwares* aplicativos em algumas disciplinas da área de matemática na UFSC possibilitou a criação de um laboratório de Computação Algébrica. Esse grupo está introduzindo modificações no trabalho pedagógico dessas disciplinas. Conforme pudemos constatar:

Os cursos de engenharia e computação possuem disciplinas como Cálculo Numérico, Análise Numérica, Cálculo Diferencial e Integral, etc. que formalmente aparecem com aulas estritamente teóricas. Na UFSC, professores ligados ao Laboratório de Computação Algébrica e Simbólica (labCAS), do Departamento de Informática e de Estatística (INE), estão introduzindo modificações na estrutura programática, fazendo com que estas disciplinas adquiram um caráter teórico/prático. Isto significa que tanto *software* de resolução numérica como os de resolução algébrica (CAS) sejam utilizados como ferramentas para solução de problemas/exercícios (problemas mais realísticos que serão encontrados na área de aplicação do aluno) e na elaboração de trabalhos e projetos (PETERS; MENDONÇA; SZEREMETA, 1997, p. 590).

Durante a realização desta pesquisa, percebemos que estávamos vivendo um momento histórico muito importante em relação à discussão sobre o processo de ensino-aprendizagem de Cálculo. Acreditamos que um marco importante desse movimento de transformação do processo de ensinar-aprender Cálculo foi o encontro realizado em novembro de 1997 e nomeado “A Informática no Ensino da Matemática”. Este encontro, financiado pelo programa PADCT/CAPES e organizado por professores do Instituto de Ciências Matemáticas de São Carlos (ICMSC-USP), tinha como objetivo compartilhar o que se estava fazendo nessa área no país. Os organizadores também esperavam que esse encontro fosse “um ponto de partida para juntar forças, reunir nossas experiências e materiais para formular um programa mais completo que possa ser utilizado por toda comunidade”. (VEIGA; RUAS, 1997, p. 3)

Nesse evento, observamos que a necessidade da organização do trabalho com o computador no Cálculo favoreceu a estruturação de alguns grupos dentro das universidades. Esses grupos eram geralmente constituídos por professores interessados no assunto e por alunos (monitores ou tutores), que contribuíam com o estudo sobre os *softwares* aplicativos ou com o trabalho pedagógico realizado em laboratórios de informática.

Dos grupos que participaram desse encontro, quatro chamaram a nossa atenção: 1) o grupo da Universidade de São Paulo (USP/São Carlos); 2) o grupo da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar); 3) o grupo da Pontifícia Universidade Católica (PUC-RS) e o grupo da Unicamp.

O grupo do (ICMSC-USP) introduziu as atividades do Laboratório de Cálculo (LABCALC) no início de 1996 e desenvolveu projetos apoiados pelo PADCT/CAPES e pelo REENGE/CNPq. A idéia central do trabalho no laboratório de informática “é a de permitir que o estudante possa se servir dos recursos gráficos, de cálculo e de simulação dos computadores e dos programas científicos de última geração como “ferramenta de auxílio” em seu aprendizado da Matemática”. (VEIGA; RUAS, 1997, p. 2)

Segundo Malagutti (1998, p. 229), o grupo da Universidade Federal de São Carlos desenvolveu um trabalho coletivo na “busca de modernização das disciplinas básicas de Matemática”. Além disso, procurava utilizar o computador no trabalho educativo em algumas disciplinas básicas de Matemática.

Salvador (1997, p. 9), ao discutir o Processo de Ensino-Aprendizagem do Cálculo usando Mathematica, argumentou que: “tentamos fazer com que o próprio aluno possa formular problemas e elaborar modelos matemáticos a partir de situações reais”. A respeito da utilização do *software* Mathematica, ele teceu os seguintes comentários: “É portanto um *software*

que pode ser usado durante toda a vida acadêmica e profissional do aluno, o que nos encoraja a continuar nosso trabalho nesta direção”.

Esse grupo implementou a Informática no Curso de Licenciatura em Matemática e procurou organizar laboratórios para essa finalidade. Malagutti (1998, p. 229) argumentou que:

A utilização de recursos de informática nos cursos de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de São Carlos deu-se com a implementação de três laboratórios: o Laboratório para o Ensino de Graduação (para trabalhos gerais), o Laboratório REENGE (para as disciplinas básicas) e o Laboratório PADCT (para as Licenciaturas em Matemática).

Malagutti (1998, p. 229) caracterizou o trabalho coletivo desse grupo da seguinte forma: “As atividades didáticas desenvolvidas nesses laboratórios e as reflexões que se sucederam a partir destas experiências foram discutidas por um grupo de professores do Departamento em reuniões semanais...”

Na PUCRS, um grupo de professores e de alunos (bolsistas) desenvolveu experiências de ensino de matemática em 3º grau com o auxílio de recursos computacionais.

O ponto de partida deste trabalho foi a observação das dificuldades encontradas pelos alunos em compreender e visualizar conceitos matemáticos elementares, tais como os ensinados em cursos de Cálculo e Álgebra Linear (CLAUDIO; VACCARO; FERREIRA, 1998, p. 212).

O grupo da Unicamp foi constituído por professores do IMECC e alunos bolsistas de diferentes cursos de graduação e de pós-graduação da Unicamp que realizaram encontros (oficinas) semanalmente. O grupo desenvolveu uma prática pedagógica na qual procurou incorporar o trabalho de projetos e oferece a oportunidade para que os alunos de graduação trabalhassem em diversos laboratórios de informática dessa universidade;

esse trabalho pedagógico foi desenvolvido dentro da carga horária das disciplinas de Cálculo I e II. As atividades desse grupo enquadravam-se no projeto PROIN/CAPES – Unicamp.

No VI ENEM, realizado no período de 21 a 24 de julho de 1998 na cidade de São Leopoldo, observamos muitas apresentações sobre a utilização da informática no processo de ensino-aprendizagem da Matemática e também sobre o processo de ensino-aprendizagem no ensino superior.

Sentimos dificuldade em caracterizar as apresentações, pois algumas enfatizaram a questão da utilização de *softwares* em propostas gerais e outras discutiram a aprendizagem de alguns conteúdos matemáticos com o computador.

Nos debates sobre Informática e Educação Matemática e sobre Educação Matemática e Ensino Superior, foram realizadas discussões que abordaram temas relacionados à utilização do computador no ensino de Cálculo.

No que diz respeito específico à utilização do computador no processo de ensino-aprendizagem de Cálculo, realizou-se o mini-curso “O Ensino de Cálculo com o Auxílio do Computador”. Ele foi apresentado por elementos do Grupo de Matemática da Computação – GMC, da PUC-RS. É interessante observar que esse grupo desenvolvia o projeto denominado ALGA que estava associado ao trabalho com as disciplinas Geometria Analítica e Álgebra Linear e desenvolvia também o projeto MEL, que estava relacionado às disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral. O grupo GMC possuía o objetivo de “despertar o espírito crítico do aluno, de modo que este venha questionar, analisar, abstrair e formalizar conceitos matemáticos”. (CUNHA; MORAES; FERREIRA, 1998, p. 152)

O grupo da PUC-SP apresentou a comunicação chamada “Ensino de Cálculo: Uma Análise de Resultados obtidos com o uso do *software* IMAGICIEL⁵”. Esta apresentação foi baseada no trabalho desenvolvido por uma equipe que, durante dois anos, “decidiu investigar se a exploração das funções associadas no ambiente informático poderia contribuir para uma melhoria no desempenho dos alunos”. (MANRIQUE et al., 1998, p. 578)

Nos anais do encontro, observamos que o grupo da Unicamp registrou o trabalho que vem sendo desenvolvido nos últimos anos com o título “Reflexões Sobre um Projeto Coletivo para o Ensino da Matemática na Universidade”. Segundo as autoras, o trabalho desse grupo

prioriza o ensino e a pesquisa e permite abrir um espaço legítimo e indispensável na Universidade para a troca e produção de conhecimentos em benefício da qualidade de ensino de Graduação e Pós-Graduação (FIGUEIREDO; SANTOS, 1998a, p. 748).

Na Comunicação Oral “O Computador no Cálculo Voltado às Expectativas Profissionais do Futuro Arquiteto”, encontramos a proposta de utilizar o *software* MPP no curso de Arquitetura da PUC-Campinas. Essa proposta

mantém os tópicos usuais: aplicações de derivada a gráfico de funções e equações, e problemas de otimização, integrais definidas e aplicações ao cálculo de área, volume e perímetro. Porém, o objetivo principal é relacionar formas gráficas aos conceitos matemáticos da disciplina, através de projetos que usem representação gráfica (BRUMATTI, 1998, p. 578).

⁵ O Software IMAGICIEL foi “elaborado pelo ‘Centre de Recherche et d’Expérimentation pour l’Enseignement des Mathématiques’ – CREEM e é destinado aos dois últimos anos dos liceus franceses”. (Manrique, Bianchini, Silva, Dubus e Souza: 1998: 578-579)

Nesse encontro também foi divulgado o livro⁶ produzido por um grupo de professores da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) que desenvolveram um projeto denominado de Novas Tecnologias no Ensino; nele se utiliza a informática para se explorar as funções reais.

No XXI Congresso Nacional de Matemática Aplicada e Computacional – CNMAC, realizado em 1998 em Caxambu, observamos um grande interesse sobre as apresentações que discutiam a questão da Informática no processo de ensino – aprendizagem da matemática. Foram realizados dois mini-cursos que estavam relacionados com a questão da informática e com o processo de ensinar-aprender Cálculo.

No mini-curso “Um panorama do Cálculo integral Via centro de massa”, partiu-se da história da matemática e utilizou-se o *software* Mathematica. Ele foi inspirado no trabalho desenvolvido na Unicamp mediante a proposta de ensino do Cálculo com Aplicações. Ele continha os objetivos de: “traçar um panorama do cálculo integral e computar centros de massa de vários objetos físicos...” (FIGUEIREDO; SANTOS, 1998b, p. iii)

O mini-curso “Matmídia: Novas Tecnologias no Ensino do Cálculo” foi apresentado por professores que estavam envolvidos nos projetos MatMídia (Matemática e Multimídia) e MatWeb, da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Eles apresentaram as seguintes considerações sobre ensino e aprendizado de Cálculo:

A ênfase do ensino e aprendizado de cálculo desloca-se automaticamente da prova de resultados matemáticos para um forte entendimento dos conceitos e o uso de resultados matemáticos que devem ser combinados com cálculo

⁶SANTOS, Angela R. dos; KUBRUSLY, Ricardo S.; GIRALDO, Victor, A.; BIANCHINI, Waldecir. *Introdução às Funções Reais*. Rio de Janeiro: Instituto de Matemática – UFRJ (Projeto: Novas Tecnologias no Ensino), 1998.

numérico, computação gráfica, modelagem geométrica e aplicações à engenharia através de um ambiente multimídia (LOPES et al., 1998, p. 5).

Também foi apresentada, nesse encontro, uma comunicação científica denominada “O Uso de Computadores no Curso de Matemática”, na qual se esclareceu que o Departamento de Matemática Universidade Federal de São Carlos – UFSCar desenvolve diversos projetos de Ensino, Pesquisa e Extensão, enfatizando metodologias em ambientes informatizados.

No resumo da comunicação deste trabalho percebemos que os recursos computacionais foram utilizados na área de Ciências Exatas, inclusive nos cursos de Licenciatura e Bacharelado em Matemática. Nele é também destacado que, em 1996, foi criado o curso de Licenciatura em Matemática com ênfase em Informática com o objetivo de: “Proporcionar ao aluno sólida base matemática e computacional para que se possam utilizar os meios de informática como ferramenta pedagógica nas salas de aula enquanto aluno e como profissional”. (MOREIRA; SALVADOR, 1998, p. 135)

Os autores mostraram que a atenção sobre a utilização do computador está especialmente voltada para as ações desenvolvidas na disciplina Cálculo Diferencial e Integral, na qual se busca avaliar o impacto da utilização dos recursos computacionais, tais como *softwares* algébricos Maple V e Mathematica e *softwares* geométricos, tais como o Gabri-Géometre e a utilização da Internet. Existiu também a preocupação em investigar qualitativamente os resultados obtidos nesse trabalho pedagógico.

No CNMAC realizado em Santos, no ano de 1999, organizou-se uma mesa redonda sobre o tema da Informática no Ensino de Cálculo com professores de universidades que desenvolviam trabalhos coletivos sobre o processo de ensinar-aprender Cálculo utilizando o computador. Nessa mesa

redonda, muito se discutiu sobre a necessidade do aluno estar produzindo os seus conhecimentos com o apoio do computador.

Ainda, no CNMAC de 2001, realizado em B.Horizonte, BASSANEZI foi encarregado de organizar um mini-simpósio cujo tema foi exatamente o da influência do uso do computador em ensino e aprendizagem de Cálculo. Diversos dos autores aqui citados participaram.

A falta de registros e saberes estabelecidos culturalmente sobre como o computador deve ser utilizado no processo de ensinar-aprender Cálculo está fazendo com que pessoas ou grupos que desenvolvem projetos nessa área se preocupem em estar divulgando e discutindo os resultados que estão sendo obtidos, além de discuti-los com outros grupos!

Observamos que a necessidade da organização do trabalho com o computador no Cálculo favoreceu a iniciativa individual de alguns professores e a estruturação de alguns grupos dentro das universidades. Os grupos foram constituídos num contexto interno de cada instituição e desenvolveram uma trajetória particular de acordo com os seus interesses. A maioria dos participantes dos grupos era de professores da área de matemática ou alunos de graduação e pós-graduação. Os grupos empregaram diferentes estratégias para atuar frente ao desafio de utilizar o computador no processo de ensino-aprendizagem de Cálculo.

A reflexão sobre informática no ensino da matemática passa pela utilização de *softwares* e aplicativos que foram produzidos fora do país e que estão sendo popularizados nos centros de produção de matemática. Os grupos contaram com a parceria de alunos (bolsistas) que dominavam esses recursos.

O grupo foi o espaço de discussão, produção e avaliação de saberes sobre o uso dos mencionados *softwares* no ensino da matemática na

universidade. É evidente que cada grupo possui uma forma de atuação diferente. Em muitos deles, percebe-se que esses conhecimentos e saberes foram produzidos mediante uma reflexão em grupo tanto *da* prática quanto *sobre* a prática desenvolvida.

Cada grupo produziu sua trajetória em função do seu contexto e das suas particularidades. Esses grupos estão inseridos num movimento maior que tem caracterizado a relação da educação com a informática nos dias atuais. A organização e a forma de atuação dos grupos nas universidades variou em função da busca de respostas para perguntas do tipo: Como motivar os alunos? Como desenvolver uma prática pedagógica sincronizada com o mundo? Como desenvolver uma prática pedagógica que possibilite o trabalho com problemas reais e de necessidades e interesses dos alunos? Quais são as potencialidades e as restrições das ferramentas tecnológicas utilizadas para o processo de ensino aprendizagem do Cálculo? Como enfrentar as dificuldades institucionais? Como trabalhar no laboratório de informática com uma turma grande? Como organizar as disciplinas de Cálculo para diferentes cursos da universidade? Como distribuir o tempo das disciplinas de Cálculo para se incluir o trabalho com o computador? Como avaliar o processo de ensino-aprendizagem que inclui o uso do computador?

Percebemos que, em alguns projetos, existe o interesse em aprofundar os estudos sobre *softwares* aplicativos existentes para ensino e pesquisa em matemática. Em alguns projetos, existe o interesse de produzir e avaliar *softwares* específicos para o ensino de Cálculo.

As disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral foram atingidas por essa discussão. Acreditamos que o atual interesse por parte dos professores dos departamentos de matemática está relacionado, particularmente, a alguns fatores.

O primeiro diz respeito ao fato dessas disciplinas serem historicamente consideradas como problemáticas, devido, principalmente, aos seus altos índices de reprovação. Este fato vem provocando insatisfações tanto nos alunos como nos professores e suas instituições.

O segundo diz respeito à utilização do computador no processo de ensino-aprendizagem destas disciplinas, quer seja como elemento de motivação dos alunos, quer seja por se procurar realizar uma educação no mundo atual e, no mundo atual, o computador está presente.

O terceiro diz respeito ao desenvolvimento de práticas pedagógicas que incorporem as aplicações do Cálculo, a modelagem e a inserção social.

Acreditamos que o movimento sobre a utilização dos *softwares* aplicativos nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral possui mais visibilidade do que em outras disciplinas da área de matemática, devido, especialmente, ao fato dessas disciplinas serem oferecidas para vários cursos em muitas universidades brasileiras.

Os projetos desenvolvidos, estudando a utilização do computador no processo de ensino-aprendizagem do Cálculo, contaram com apoios financeiros interno e externo à universidade. O apoio externo veio das agências de fomento ao ensino e à pesquisa, principalmente, por meio dos seguintes programas: PADCT/CAPES, REENGE/CNPq, PROIN/CAPES. Os projetos de utilizar o computador no processo de ensino-aprendizagem de Cálculo, muitas vezes, apoiavam-se nos programas internos das universidades que ofereciam bolsas de estudos (monitoria ou tutoria) para os alunos de graduação ou de pós-graduação.

Os alunos bolsistas geralmente contribuíam e auxiliavam no trabalho pedagógico desenvolvido no laboratório de informática ou nos estudos realizados sobre os *softwares* aplicativos. Apesar de ser extensa a lista de

softwares e de aplicativos que podem ser utilizados no processo de ensino-aprendizagem do Cálculo, observamos que os mais utilizados nos projetos que envolveram Informática e Cálculo no Brasil foram o Maple, o Mathematica e, mais recentemente, o Matlab.

Nossa experiência identificou três momentos de se trabalhar com o computador na área de Matemática no ensino superior. No primeiro momento, o interesse na computação está em como fazer os programas. No segundo, está em como utilizar os *softwares* na pesquisa em matemática e o terceiro está voltado para a utilização de *softwares* no processo de ensino-aprendizagem de algumas disciplinas.

Há, no entanto, uma outra característica que marca diversas das experiências relatadas: é a presença de um grupo que prepara, avalia, efetua e critica o trabalho necessário para que a presença de tecnologia computacional (computador e aplicativos) seja efetiva em processos de ensino e aprendizagem.

É interessante destacar também que, em muitas instituições brasileiras de ensino superior, estão sendo estruturados laboratórios de Computação Algébrica e Simbólica para utilizar os *softwares* aplicativos tanto na pesquisa quanto no ensino.

Na maioria dos projetos, observamos que a sala de aula ainda continua sendo o principal espaço onde ocorre o trabalho pedagógico. As aulas realizadas nos laboratórios de informática geralmente aparecem associadas tanto à necessidade de sair do ambiente tradicional da sala de aula como à preocupação com um ensino mais atrativo. Aqui, também, pode ser observada a importância do trabalho interativo do grupo. De um lado, docentes e assistentes (monitores, participantes do PICD) com experiência com Cálculo e Aplicações, de outro, docentes e assistentes com larga

experiência computacional e com os aplicativos mencionados. Esta interação se faz presente em diversos níveis da preparação de um curso, deixando de ser uma atividade de preparação de aulas apenas: o trabalho de grupo continua acontecendo, desde a preparação geral da disciplina, a elaboração e avaliação de exercícios, projetos e trabalhos, até as provas e exame final. É o grupo que avalia os resultados das provas, a relevância dos exercícios, o andamento da disciplina. Esta característica destacada rompe com um passado em que cada turma recebia tratamento individual, em que os trabalhos eram individuais, em que provas e exercícios tinham que sê-lo também. Em outras palavras, discentes puderem experimentar aquilo que foi, aos docentes, elemento radical e essencial: a interação do grupo.

Em alguns grupos existe o interesse em desenvolver uma prática pedagógica que trabalhe com as aplicações do Cálculo e afirma-se que o computador deve ser utilizado como uma “ferramenta” pelos grupos de alunos, para o desenvolvimento do trabalho de projetos ou de modelagem matemática ou ainda de resolução de problemas.

Algumas universidades estão usando a internet para a comunicação interna entre professores e alunos bolsistas envolvidos nos projetos sobre *softwares* aplicativos. Alguns grupos construíram *homepages* para divulgar o que foi empregado e produzido em relação à utilização do computador no Cálculo (textos, atividades, listas de exercícios, projetos e *softwares*).

Na PUC-RS, desenvolveu-se um projeto paralelo com o objetivo de aproximar os estudantes da rede mundial. “As atividades por eles desenvolvidas vão desde a busca e utilização de *softwares* matemáticos e educacionais disponíveis, até o acesso a listas de exercícios de disciplinas cursadas na universidade”. (MENDES et al., 1997, p. 594). Um dos modos de interpretar esta atitude pode muito bem ser a de se estimular a interação não mais dentro de um grupo, mas entre diferentes grupos...

Ao analisar os anais de alguns encontros e congressos, observamos que a maioria das apresentações que abordam o tema de Informática no Ensino do Cálculo iniciam fazendo considerações sobre a revolução tecnológica que está ocorrendo em nossa sociedade e a necessidade de incorporar a informática ao ensino da matemática no nível superior, no sentido de aproximar os cursos das diversas realidades profissionais futuras do estudante. Em algumas apresentações, existe também a preocupação em discutir a contribuição que o computador pode trazer para a aprendizagem do estudante universitário, para sua construção de conhecimento.

Paterlini (1997, p. 12-13) apresenta a sua visão de que o uso dos aplicativos computacionais algébricos no ensino da matemática, em disciplinas básicas no ensino superior, pode ser movimentado por interesses diferentes.

O uso dos aplicativos computacionais algébricos no ensino da Matemática em disciplinas básicas de cursos superiores pode ser examinado sob duas vertentes: como recurso pedagógico para a construção dos conceitos de Matemática Superior, e como, treinamento do estudante na aplicação de uma ferramenta muito eficaz na resolução de problemas que exigem o emprego de algoritmos matemáticos. Certamente que a primeira dessas duas vertentes constitui um desafio mais interessante para os pesquisadores em Educação Matemática. Mas a segunda vertente, embora teoricamente mais simples, é a que, no momento, proporciona maior segurança e justifica sem sombra de dúvida os investimentos que devem ser realizados nos Departamentos de Matemática das universidades públicas.

Acreditando na superação da dicotomia histórica apresentada por Paterlini (1997), entre a pesquisa em Educação Matemática e a prática do treinamento dos estudantes na aplicação de novas ferramentas tecnológicas, é que voltamos a ressaltar que, nesse momento, a discussão no interior das

nossas universidades sobre a relação entre ensino, pesquisa e extensão se faz muito necessária para grupos de professores de Cálculo.

Julgamos⁷ que a prática do trabalho coletivo na educação possa produzir uma nova cultura profissional dos professores e trazer mudanças consideráveis nos caminhos das universidades.

Ao discutir a relação entre a produção e a difusão dos conhecimentos e saberes na universidade, D'Ambrosio (1999a, p. 134) afirma que apesar "de boa orientação que prevalecia na fundação das primeiras universidades brasileiras, a universidade é hoje uma simples estrutura de transmissão de conhecimentos congelados". Esse autor defende que a universidade passe a ver professores e alunos como produtores de saberes e conhecimentos e que os envolva na produção individual e coletiva de pesquisa e na reflexão sobre o novo. Paoli (1988, p. 27) argumenta que a relação entre ensino e pesquisa na universidade esteve presente nas normas sobre o ensino superior a partir dos anos trinta. Ele observa ainda que:

A criação, implantação e expansão do sistema nacional de pós-graduação no Brasil, tiveram alguns efeitos de caráter negativo sobre o ensino de graduação especialmente na "cultura universitária", ou seja, nas "representações" ou "o que se pensa" sobre o que é pesquisa e o que é ensino (PAOLI, 1999, p. 2).

Beatriz D'Ambrosio (1993, p. 35), ao discutir as características desejadas para um professor de matemática no século XXI, demonstra a "necessidade de os novos professores compreenderem a Matemática como uma disciplina de investigação". Alguns professores universitários vêm defendendo o ensino com pesquisa na graduação; o problema tem sido o de encontrar a melhor forma de viabilizá-lo. Paoli (1988, p. 28), assegura que a

relação entre ensino e pesquisa é uma questão complexa, quando se pensa no trabalho cotidiano no interior da universidade uma vez que: “nem sempre conseguimos enxergar com nitidez onde, como e quando essa relação indissolúvel acontece”.

No entanto, podemos perceber que essa relação entre ensino e pesquisa foi trabalhada de diferentes maneiras no interior dos grupos que desenvolveram trabalhos coletivos sobre o processo de ensinar-aprender Cálculo.

A partir da investigação realizada sobre o grupo da Unicamp, Souza Jr (2000) mostrou que o trabalho coletivo é um caminho possível e viável para que os professores e os alunos possam estar produzindo no seu cotidiano saberes e conhecimentos e para trabalhar o ensino com pesquisa na graduação. Dias Sobrinho (1998, p. 27), refletindo sobre o ensino da graduação e a pesquisa, sugere também o caminho do trabalho coletivo como uma forma de avançar nessa discussão:

Não se trata certamente de obra de indivíduos isolados, nem de atividade que se restringe à pesquisa, nem se limita à universidade propriamente dita. Mas, dentro do foco central deste texto, é trabalho coletivo e indistintamente de pesquisa e ensino. Aí e desta forma se pode realizar a fusão entre a produção e o ensino de conhecimentos e habilidades.

Referências Bibliográficas

ALVES, G. L. M. O maple na modernização do cálculo. In: CONGRESSO NACIONAL DE MATEMÁTICA APLICADA E COMPUTACIONAL (CNMAC), 20., 1997, Gramado. *Anais...* Gramado, 1997, p. 247-248.

BALDINO, Roberto R. Editorial. *Temas & Debates*, Brasília, v. 8, n. 6., p. 3, 1995.

⁷ Esse nosso julgamento está baseado também nas reflexões contidas nos seguintes trabalhos: FIORENTINI, Dario, SOUZA JR, Arlindo J. MELO (1998) e GONÇALVES, Tadeu Oliver (2000).

BARUFI, Maria C. Bonomi. *A construção/negociação de significados no curso universitário inicial de Cálculo Diferencial e Integral*. São Paulo, 1999. Tese (Doutorado em Educação), Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.

BEZERRA, J. Q. O computador e o cálculo diferencial. In: V ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA (ENEM), 5., 1995, Aracaju. *Anais...* Aracaju, 1995, p. 85.

BRUMATTI, Raquel N. M. O computador no cálculo voltado às expectativas profissionais do futuro arquiteto. In: VI ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA (ENEM), 5., 1998, São Leopoldo. *Anais...* São Leopoldo, 1998. V. 2. p. 578-580.

CARRILLO, Wenceslao, R. de Los Rios. *Ejecucion y evaluacion de un proyecto de enseñanza programada para el mejoramiento de la enseñanza del Calculo en la Universidad de Panama*. 1980. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática), Convênio OEA – PREMEN – Unicamp). Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

CASSOL, Armindo. A educação matemática no ensino superior. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA (ENEM), 5., 1998, São Leopoldo. *Anais...* São Leopoldo, 1998. V. 1. p. 108-109, 1998a.

CASSOL, Armindo. *Produção de Significados para a Derivada: Taxa de Variação*. 1998. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista (Unesp), Rio Claro, 1998b.

CLAUDIO, Dalcidio M.; VACCARO, Guilherme L. R.; FERREIRA, André L. A. Experiências de ensino de matemática em 3º grau com o auxílio de recursos computacionais. In: ENCONTRO PAULISTA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA (EPEM), 5., 1998, São José do Rio Preto. *Anais...* São José do Rio Preto, 1998. p.212.

CUNHA, M. L.; MORAES, D. C.; FERREIRA, A. L. A. O ensino de cálculo com o auxílio do computador. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA (ENEM), 5., 1998, São Leopoldo. *Anais...* São Leopoldo, 1998. V. 1. p. 152-153.

CUNHA, M. L.; MORAES, D. C.; HÖLBIG C. A.; CLAUDIO, D. M. O ensino de cálculo com auxílio da informática. In: CONGRESSO NACIONAL DE MATEMÁTICA APLICADA E COMPUTACIONAL (CNMAC), 20., 1997, Gramado. *Anais...* Gramado, 1997. p. 413-414.

D'AMBROSIO, Beatriz S. Como ensinar matemática hoje? *Temas & Debates*, Brasília, v. 2, n. 2, p. 15-19, 1989.

D'AMBROSIO, Beatriz S. Formação de professores de matemática para o século XXI: o grande desafio. *Pro-Posições*, Campinas, v. 4, n. 1, p. 35-41, mar. 1993.

D'AMBROSIO, Ubiratan. Conferência de Abertura; In: V ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA (ENEM), 5., 1995, Aracaju. *Anais...* Aracaju, 1995, p. 33.

D'AMBROSIO, Ubiratan. *Educação matemática: da teoria à prática*. Campinas: Papirus, 1996.

D'AMBROSIO, Ubiratan. *Educação para uma sociedade em transição*. Campinas: Papirus, 1999a.

DIAS SOBRINHO, José. O Ensino de Graduação e a Pesquisa: Construção e Reconstrução do Conhecimento e Sociedade. *Avaliação*, Campinas, v.3 n.3, p.21-30 set. 1998.

DOLIS, Maria. *Ensino de Cálculo e o Processo de Modelagem*. 1989. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista (Unesp), Rio Claro.

EGER, R. C. S.; LEAL, L. M. L.; DUARTE, M. G. O. Apoio computacional no ensino da matemática. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 5., 1995, Aracaju. *Anais...* Aracaju, 1995. p. 192-193, 1995a.

EGER, R. C. S.; LEAL, L. M. L.; DUARTE, M. G. O. Ensinando matemática com o Derive. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 5., 1995, Aracaju. *Anais...* Aracaju, 1995. p. 75, 1995b.

EGER, R. C. S.; LEAL, L. M. L.; DUARTE, M. G. O. Utilização do *software* Maple no ensino de cálculo e geometria analítica. In: CONGRESSO NACIONAL DE MATEMÁTICA APLICADA E COMPUTACIONAL (CNMAC), 20., 1997, Gramado. *Anais...* Gramado, 1997. p. 540-541.

FIGUEIREDO, Vera L.; SANTOS, Sandra A. Reflexões sobre um projeto coletivo para o ensino de matemática na universidade. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA (ENEM), 5., 1998, São Leopoldo. *Anais....* São Leopoldo, 1998a. V. 2. p. 748-750.

FIGUEIREDO, Vera L.; SANTOS, Sandra A. Um panorama do cálculo integral via centros de massa. In: CONGRESSO NACIONAL DE MATEMÁTICA APLICADA

E COMPUTACIONAL (CNMAC), 21,1998,Caxambu. *Anais...* Caxambu, 1998b. 51p. Mini-curso.

FIORENTINI, Dario. A questão dos conteúdos e métodos no ensino da matemática. In: ENCONTRO GAÚCHO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2., 1993, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre, 1993. p. 38-46.

FRANCHI, Regina Helena de O. Lino. *A Modelagem Matemática como estratégia de aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral nos Cursos de Engenharia*. 1993. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista (Unesp), Rio Claro.

FRANT, Janete B. A informática na formação de professores. *A Educação Matemática em Revista*. Blumenau, v. 2, n. 3, 1994, p. 25-28.

GOMES DA SILVA, Maria R. *Avaliação e Trabalho em Grupo em Assimilação Solidária: análise de uma intervenção*. 1997. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista (Unesp), Rio Claro.

HÖNIG, C.S.; GOMIDE, E.F. Ciências matemática. In: FERRI, M.G. , MOTOYAMA, S. (coord.). *História das Ciências no Brasil*. São Paulo: EPU/EDUSP, 1979, p. 35-60.

IMBERNÓN, Francisco. *La formación del profesorado*. Barcelona: Ediciones Paidós, 1994.

KLINE, M. *O fracasso da matemática moderna*. São Paulo: IBRASA, 1976.

LOPES, H.; SANTOS, G. T.; MALTA, I.; NONATO L. G.; CRAIZER, M.; PERCO, S. Matmídia: novas tecnologias no Ensino do Cálculo. In: CONGRESSO NACIONAL DE MATEMÁTICA APLICADA E COMPUTACIONAL (CNMAC), 21., 1998,Caxambu. *Anais...* Caxambu, 1998. 50p. Mini-curso.

MALAGUTTI, Pedro L. A. Computadores no ensino: aliados e inimigos. In: ENCONTRO PAULISTA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA (EPEM), 5., 1998, São José do Rio Preto. *Anais...* São José do Rio Preto, 1998. p. 227-230.

MANRIQUE, A. L., BIANCHINI B. L., SILVA, B. A., DUBUS, M. T. G., SOUZA, V. H. G. Ensino de cálculo: uma análise de resultados obtidos com o uso do Software Imagiciel. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA (ENEM), 5., 1998, São Leopoldo. *Anais...* São Leopoldo, 1998. V. 2. p. 578-580.

MENDES, S. C., SILVA, L. S., HÖLBIG C. A, CALUDIO D. M. A *Internet* e sua utilização no ensino matemático. In: CONGRESSO NACIONAL DE

- MATEMÁTICA APLICADA E COMPUTACIONAL (CNMAC), 20., 1997, Gramado. *Anais...* Gramado, 1997. p. 594-595.
- MIORIM, Maria Ângela. *Introdução à história da educação matemática*. São Paulo: Atual, 1998.
- MOREIRA, D. T., SALVADOR J. A, O uso de computadores no curso de matemática. In: CONGRESSO NACIONAL DE MATEMÁTICA APLICADA E COMPUTACIONAL (CNMAC), 21., 1998, Caxambu. *Anais...* Caxambu, 1998. p. 135.
- PALIS, Gilda R. Computadores em cálculo uma alternativa que não se justifica por si mesma. *Temas & Debates*, v. 8, n. 6, p. 22-38, 1995.
- PALIS, Gilda R. Educação matemática no ensino superior. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA (ENEM), 5., 1998, São Leopoldo. *Anais...* São Leopoldo, 1998. V. 1. p. 110-111.
- PAOLI, Niuvenius, J. O ensino com pesquisa e a produção de conhecimento. In: I Seminário sobre leitura e produção no Ensino Superior – COLE, Campinas, 1999.
- PAOLI, Niuvenius J. O princípio da indissociabilidade do ensino e da pesquisa: elementos para uma discussão. *Cadernos CEDES*, São Paulo, n.22, p. 27-52, 1988.
- PATERLINI, R. R. O ensino de problemas aplicados via Maple V. In: ENCONTRO A INFORMÁTICA NO ENSINO DA MATEMÁTICA, 1997, São Carlos. *Anais...* São Carlos, 1997. p. 12-13.
- PETERS, S.; MENDONÇA, N. D. A.; SZEREMETA, J. F. O ensino de cálculo numérico usando novas metodologias na prática didático-pedagógica. In: CONGRESSO NACIONAL DE MATEMÁTICA APLICADA E COMPUTACIONAL (CNMAC), 20., 1997, Gramado. *Anais...* Gramado, 1997. p. 590-591.
- PONTE, João P. *O computador como ferramenta; Uma Aposta Bem Sucedida?*. Lisboa: Projecto Minerva, Pólo DEFCUL. 1988.
- PONTE, João P. *O computador um instrumento da educação*. Porto: Texto Editora, 1992b.
- RIPPER, Afira Vianna. O preparo do professor para as novas tecnologias. In: OLIVEIRA, Vera Barros (org.). *Informática em Psicopedagogia*. São Paulo: SENAC, 1996. p. 54-83.

ROXO, E. *A matemática na educação secundária*. São Paulo: Nacional, 1937.

SALVADOR, J. A.; SALVADOR J. S. O processo de ensino-aprendizagem do cálculo usando Mathematica. In: ENCONTRO A INFORMÁTICA NO ENSINO DA MATEMÁTICA, 1997, São Carlos. *Anais...* São Carlos, 1997. p. 9.

SAMPEDRO, Cesar Huilcapi. *Dinamização de atividades extra-curriculares na província de Chimborazo (Equador) com motivação no ensino de Cálculo na escola secundária*. 1977. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática), Convênio OEA – PREMEN – Unicamp). Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

SILVA, Aldo Marque da. *Um modelo de ensino de Cálculo diferencial e integral utilizando às disciplinas: Biologia, Física e Química*. 1980. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática), Convênio OEA – PREMEN – Unicamp). Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

SILVA, Miriam Godoy P. *O computador na perspectiva do desenvolvimento profissional do professor*. 1997. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

SOUZA JR., Arlindo. J. S. *Concepções do professor universitário sobre o ensino da matemática*. 1993. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista (Unesp), Rio Claro.

SOUZA JR., Arlindo. J. S. *Trabalho coletivo na Universidade: trajetória de um grupo no processo de ensinar-aprender Cálculo Diferencial e Integral*. 2000. Tese (doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

SPUZA, L. G. S.; MOREIRA, D. T.; ALMEIDA, L. M. W. Visualizando o cálculo. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA (ENEM), 5., 1995, Aracaju. *Anais...* Aracaju, 1995. p. 228-299.

TUCKER, Alan C.; LEITZEL, James R. C. *Assessing Calculus Reform Efforts: A report to the community*. United States of America: The Mathematical Association of America. 1995.

VEIGA, P. A. F.; RUAS M. A. S. Apresentação. In: ENCONTRO A INFORMÁTICA NO ENSINO DA MATEMÁTICA, 1997, São Carlos. *Anais...* São Carlos, 1997, p. 2-3.

VEIGA, P. A. F.; RUAS M. A. S. O projeto 'Laboratório de Cálculo' do ICMSC. In: ENCONTRO A INFORMÁTICA NO ENSINO DA MATEMÁTICA, 1997, São Carlos. *Anais...* São Carlos, 1997. p. 3-4.

VILLAREAL, Mónica Ester. *O Pensamento Matemático de Estudantes Universitários de Cálculo e Tecnologias Informáticas*. 1999. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista (Unesp), Rio Claro.

