

# Professores que utilizam tecnologia de informação e comunicação para ensinar Cálculo

## Teachers who use communication and information technology for teaching Calculus

---

DOUGLAS MARIN<sup>1</sup>

MIRIAM GODOY PENTEADO<sup>2</sup>

### Resumo

*Este artigo apresenta resultados de uma pesquisa que procurou compreender como professores do ensino superior estão usando tecnologia da informação e comunicação (TIC) quando ministram suas aulas de Cálculo. Os dados são provenientes de entrevista com treze professores que, em algum momento de sua prática docente, utilizam TIC para ensinar Cálculo. Com esses relatos foi possível fazer uma discussão acerca do trabalho docente frente ao uso de TIC no ensino de Cálculo, contemplando os seguintes aspectos: preparo das aulas, a forma que os livros são usados, a forma que conteúdos são trabalhados, como é a demonstração e a avaliação com o uso de TIC. Espera-se com isso contribuir para o planejamento da formação de professores do ensino superior para o uso de TIC em sala de aula.*

**Palavras-chave:** ensino de cálculo; tecnologia de informação e comunicação; trabalho e formação docente.

### Abstract

*This paper presents results of a research which aim was to understand how university teachers use information and communication technology (ICT) when teaching Calculus. Data are from interviews with thirteen teachers who had already tried ICT for such. Based on these, a discussion of the following aspects was made: lessons preparation; books and other material resources; the topics more appropriated for using ICT; and proving and evaluation with the use of ICT. This study may help to structure teacher education program for the use of ICT at the university.*

**Key-words:** teaching calculus; information and communication technology; teacher education.

### Introdução

A tecnologia de informação e comunicação (TIC) incorporada às práticas sociais, transforma a forma de viver do ser humano porque oferece outras maneiras de comunicação, produção e comercialização de bens e mercadorias, divertimento e educação.

Masetto (2008) aponta que com o recurso de TIC, a informação passou a ser compartilhada com mais pessoas. Para ele, o aperfeiçoamento dessa tecnologia

---

<sup>1</sup> UFU – douglas@famat.ufu.br

<sup>2</sup> Unesp-RC - mirgps@rc.unesp.br

descortinou novos horizontes de comunicação entre os professores e pesquisadores das mais diferentes áreas do saber e novos métodos de pesquisa. Com a velocidade e o imediatismo de seu acesso

as bibliotecas de todos os países estão abertas a um simples toque de botão de um computador, assim como a Wikipédia, os sites, a Internet. Com simples e-mails fazemos contatos imediatos com pesquisadores e especialistas podendo dialogar com eles sobre suas últimas publicações (MASETTO, 2008, p. 4).

Apesar de na pesquisa haver esse dinamismo apontado por Masetto, no ensino, o uso de TIC é bastante restrito, muito embora ela possa facilitar o estudo de diversos conteúdos. A capacidade técnica das máquinas possibilita planejar atividades de ensino antes impensáveis com o uso de lousa e giz. Para o ensino de matemática, por exemplo, há vários softwares que permitem explorar os conceitos de matemática de uma forma mais dinâmica e detalhada.

A restrição se deve, entre outros fatores, pela formação dos professores que, de maneira geral, não contempla um estudo sobre o ensino com o uso de TIC. No caso de professores do ensino superior, a situação é mais precária, uma vez que sua formação pedagógica só recentemente tem sido problematizada nas pesquisas.

O presente texto é uma contribuição para esta área, uma vez que apresenta resultados de uma pesquisa cujo objetivo foi compreender como os professores do ensino superior estão usando TIC quando ministram suas aulas de Cálculo, uma disciplina da área de matemática. A discussão é baseada em dados provenientes de entrevistas com professores que ministram essa disciplina em diversos cursos de graduação. Procurou-se conhecer: o tipo de TIC que o professor utiliza; o que o levou a optar por fazer uso de TIC para ensinar Cálculo; a formação que teve para fazer isso; os livros didáticos que utiliza; que conteúdos da disciplina Cálculo são trabalhados com o uso de TIC; que atividades são propostas para os alunos; como é feita a avaliação da aprendizagem; e que vantagens e desvantagens vê no uso de TIC no ensino de Cálculo.

As entrevistas foram feitas com treze professores do ensino superior, que fazem ou fizeram uso em algum momento da sua prática docente de TIC na disciplina Cálculo. Salientamos que esta pesquisa não se limitou ao curso de Matemática, mas em todos os cursos que esta disciplina faz parte de seu currículo, tais como engenharia, biologia, entre outros. Os participantes receberam os seguintes nomes fictícios: Bárbara, Marta,

Neide, Renata, Roberta, Ronaldo, Rosa, Rose, Sandro, Solange, Valdemar, Verônica e Wagner.

Para auxiliar na discussão dos dados foi feito um estudo da literatura sobre o uso de TIC no ensino de Cálculo bem como sobre a formação docente para que tal uso ocorra. É sobre isso que trata a próxima seção.

## **1. Indícios do movimento do uso de TIC no ensino de Cálculo**

O uso de TIC no ensino de matemática tem sido recomendado pelos especialistas pelo fato delas favorecerem atividades em que os alunos possam trabalhar com diferentes representações, tais como uma tabela, gráficos e expressões algébricas de forma rápida e articulada. Isso é especialmente recomendado para a disciplina de Cálculo.

Nos trabalhos de Koga (1998), Nasser (2004), Palis (1995) são descritas razões para se preocupar com a disciplina de Cálculo que é uma das com maior índice de reprovação e evasão por parte dos alunos. As mais citadas, por exemplo, são:

- O Cálculo é uma disciplina de transição entre o ensino médio e o ensino superior;
- O Cálculo por ser uma disciplina que, em muitas universidades, está no primeiro semestre possui um grande número de alunos em sala;
- O aluno vem com uma formação precária do ensino médio então o professor tenta sanar algumas dificuldades e acaba condensando os conteúdos que devem ser ministrados na disciplina porque a carga horária é insuficiente e com isso compromete esta e outras disciplinas que dependem do Cálculo;
- O professor que ministra aula no curso superior, principalmente em universidades privadas, trabalha como “horista<sup>3</sup>” e, muitas vezes, ministra muitas aulas em mais de uma universidade não tendo tempo de se familiarizar com novas metodologias;
- A grande quantidade de matéria a ser exposta, faz com que a aula siga um ritmo acelerado, havendo pouco espaço para o aluno investigar, pensar e questionar.

Isso chama a atenção para o fato de que o problema de reprovação no ensino de Cálculo não está apenas restrito aos cursos de Matemática, mas em todos os cursos em que esta disciplina consta do currículo. Ela é motivo de queixas e preocupações por parte de alunos e professores.

---

<sup>3</sup>É o professor que é contratado exclusivamente para ministrar aula e recebe de acordo com carga horária.

Há vários projetos e iniciativas nacionais e internacionais para estudar e propor soluções para esse problema. Algumas das propostas são: os programas de monitorias; a inclusão de disciplinas preparatórias, como o pré-cálculo; a participação do professor em grupo de pesquisas e o apoio do governo através de órgão de fomento.

Neste sentido, pesquisadores como Palis (1995), Barufi (1999), Vilarreal (1999), Souza Jr.(2000), Araújo (2002), Silva (2004) e Machado (2008) destacam vantagens do uso de TIC para o ensino de Cálculo e, embora haja várias iniciativas de uso, sabe-se que elas são poucas quando comparadas com a quantidade de cursos de graduação oferecidos no Brasil.

Palis (1995) justifica este movimento ao salientar que

tem-se constatado que algumas mudanças na qualidade do aprendizado dos alunos ocorreram porque eles participam mais ativamente em aulas ou trabalhos apoiados em computadores e/ou calculadoras, seguem o curso mais de perto e fazem mais perguntas, do que em ambientes de ensino tradicionais (PALIS, 1995, p. 25).

Barufi (1999) busca compreender as dificuldades existentes com o ensino de Cálculo nos cursos iniciais da Universidade a partir dos livros didáticos, por constituírem um instrumento sempre presente no trabalho do professor na sala de aula. Além do livro didático, ela considera o computador como aliado do professor sendo um instrumento facilitador, que abre horizontes e possibilita o estabelecimento de múltiplas relações. Nas considerações finais de seu trabalho a autora afirma que o computador é

ferramenta extremamente útil para propiciar a formulação de inúmeros questionamentos, reflexões e análises que fazem com que a sala de aula se torne um ambiente onde relações podem ser estabelecidas, possibilitando articulações diversas e, portanto, a construção do conhecimento (BARUFI, 1999, p. 176).

Silva (2004) com base em análise de livros didáticos, destaca que existe uma tendência

... para atender às necessidades do ensino em meio a essa grande corrida tecnológica que está proposta, pois a educação hoje, tanto nos níveis fundamental, médio e superior é impraticável sem estes recursos que envolvem os homens e os autores estão tendo que adequar os livros a essa realidade (SILVA, 2004, p. 137).

Villareal (1999) procura caracterizar o trabalho desenvolvido por estudantes do curso de Biologia, na disciplina de Cálculo, em um ambiente computacional, abordando questões matemáticas relacionadas ao conceito de derivadas. Na análise dos dados, a autora destaca a importância do computador para o aprendizado da matemática, como mostra a citação abaixo:

... o computador pode ser tanto um reorganizador quanto um suplemento nas atividades dos estudantes para aprender Matemática, dependendo da abordagem que eles desenvolvam nesse ambiente computacional. Do tipo de atividades propostas, das relações que for estabelecida com o computador, da frequência no uso e da familiaridade no uso e da familiaridade que se tenha com ele (VILLAREAL, 1999, p. 362).

Frente ao grande número de repetência e altos índices de abandono por parte dos alunos na disciplina de Cálculo, Mello (2002) propõe uma sequência didática com o software Maple no cálculo de área sob curvas e aponta os seguintes aspectos positivos: a visualização, a simulação, o aprofundamento do pensamento matemático, conjecturas e validações por parte dos alunos. Conclui:

... o sucesso da aplicação de uma seqüência de ensino que utilize o computador para construir conceitos matemáticos, de forma mais significativa, necessita do envolvimento dos alunos e do professor, respeitando os limites de cada um deles. [...] o papel do professor muda radicalmente (MELLO, 2002, p. 147).

Machado (2008) analisa a contribuição do software MPP na resolução de problemas que vão além do cálculo funcional no ensino de matemática, em especial no ensino de Cálculo Diferencial e Integral. A autora enfatiza a necessidade da utilização dessa ferramenta, principalmente para o conhecimento matemático adquirido a partir da visualização e salienta que

.... as aulas de Matemática com o auxílio da ferramenta computacional provoca mudanças nos papéis e nas interações de professores e estudantes. Na sala de aula com a ferramenta computacional não tem espaço para o saber pronto e acabado a ação educativa ocorre em lócus. A sala de aula ou laboratório é transformada em local de trabalho com o conhecimento, espaço de construção de habilidades e competências tanto do educando quanto do educador (MACHADO, 2008, p.193).

Scucuglia (2006) discute a investigação do Teorema Fundamental do Cálculo com a calculadora gráfica TI-83.

Colocações como “Ah! Dessa forma é bem mais fácil!” ou “Primeira vez que a gente conseguiu demonstrar alguma coisa!” permitem considerar a possibilidade de que um processo investigativo do TFC (Teorema Fundamental do Cálculo) com calculadoras gráficas, permeado por uma abordagem de caráter dedutivo, possibilita a discussão e produção de conhecimento de estudantes (SCUCUGLIA, 2006, p.104).

Olimpio (2005) propõe compreender como a integração da oralidade, da escrita e a informática poderia emergir conceitos fundamentais do Cálculo Diferencial com estudantes ingressantes no curso de Matemática. Nas conclusões finais, o autor afirma

que as potencialidades das novas mídias, em particular dos sistemas de computação algébrica, não podem mais ser vistas como “complementos desejáveis”. Da mesma forma, a oralidade e a escrita em linguagem natural têm potencial para materializar muitas das compreensões do(s) aluno(a)s, que poderiam passar despercebidas se não lhes fossem solicitadas. Os experimentos mostraram algumas das potencialidades de uma tal integração. Claro que para isso há que se ter uma mudança de perspectiva e de abordagem (OLIMPIO, 2005, p. 246).

Araújo (2002) investiga as discussões que ocorrem entre alunos de Cálculo Diferencial e Integral quando estão desenvolvendo projetos de modelagem matemática em ambientes computacionais. A autora indica os computadores como um forte aliado no desenvolvimento de cálculo algébrico deixando os alunos mais livres para explorar aplicações e conceitos, e realizar simulações gerando várias possibilidades de investigação e aponta que

A imprevisibilidade dos acontecimentos, quando se trabalha em ambientes informatizados, abre possibilidades para que investigações aconteçam. Mas a simples presença dos computadores não garante a existência de investigações: é importante que os alunos aceitem o convite às investigações, seja ele feito pelo professor ou pelos próprios alunos diante das possibilidades abertas pelo computador (ARAÚJO, 2002, p.161).

Souza Jr (2000) apresenta a trajetória de um grupo de professores no processo de ensinar e aprender Cálculo. Preocupado em entender a dinâmica, o envolvimento e os processos de produção negociada de saberes, constatou que a utilização do computador foi um aglutinador entre os membros desse grupo, que esteve apoiado em trabalhos com projetos e diálogos contínuos, sendo possível propor um ensino com pesquisa na graduação de diferentes cursos.

A pesquisa de Sousa Jr. apresenta e analisa a ação de professores universitários que constituíram grupos de estudos para elaborar propostas de uso de TIC no ensino de Cálculo. Os grupos apontados pelo autor são: o da Universidade de São Paulo (USP - São Carlos), o da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), o grupo da Pontifícia Universidade Católica (PUC-RS) e o grupo da Universidade de Campinas (Unicamp).

Na USP foram introduzidas atividades no laboratório de informática com o propósito de permitir ao estudante usar os recursos gráficos, o cálculo e simulação através de computadores e de programas científicos de última geração como ferramenta auxiliar em seu aprendizado da Matemática.

Na UFSCar desenvolveu-se um trabalho coletivo com a utilização do computador em algumas disciplinas básicas de Matemática, entre elas as de Cálculo. As ações partiram do propósito de fazer com que os alunos formassem e elaborassem modelos matemáticos a partir de situações reais. Estas ações culminaram com a implementação de três laboratórios: o laboratório para o ensino da graduação, para o ensino de engenharia e para licenciatura em Matemática (MALAGUTTI, 1998, apud SOUZA JR. 2000).

Na PUC-RS o trabalho desenvolvido por professores e alunos com o propósito da utilização de TIC para sanar as dificuldades encontradas pelos alunos em compreender e visualizar conceitos de Matemática, ensinados nas disciplinas de Cálculo.

Na Unicamp o grupo foi constituído por professores e alunos da graduação e pós-graduação de diferentes cursos. Eles se reuniam periodicamente com o objetivo de desenvolver uma proposta pedagógica apoiada no tripé: incorporação de TIC para a sala de aula, ensino por meio de projetos e trabalho reflexivo em equipe (MELLO; SANTOS; FIGUEREDO, 2005).

Destaque para a fala de uma das professoras participantes do grupo da Unicamp:

Em nossa vivência, as ferramentas computacionais, utilizadas para o desenvolvimento das atividades de laboratório e dos projetos, foi um agente modificador tanto concreto quanto subjetivo, interferindo no funcionamento da disciplina [Cálculo], além de intervir na motivação e no envolvimento dos integrantes da equipe. A dinâmica da Oficina de Trabalho estabelecida para a apropriação da ferramenta computacional pela equipe desencadeou questionamentos importantes (MELLO; SANTOS; FIGUEIREDO; 2005, p.5).

Este estudo acerca do tema Cálculo foi de fundamental importância para mostrar que há vários problemas ligados a essa disciplina. A literatura mostra que os professores estão se mobilizando, em especial, em direção ao uso de TIC.

## **2. Implicações do uso de TIC no trabalho docente**

A literatura aponta que com a presença da TIC no cenário educacional o professor é desafiado a rever e ampliar seus conhecimentos para enfrentar novas situações.

A inserção deste tipo de tecnologia na prática docente provoca demandas que vão além da organização e da rotina de sala de aula. Os estudos de Penteadó-Silva (1997) e Penteadó (1999; 2000), apresentam algumas delas, a saber: mudanças na organização do

espaço físico, na carga de trabalho, nas relações entre professores e alunos, nas emoções, no papel do professor, na organização do currículo, entre outras.

Porém, como argumenta Alegre (2005), as mudanças necessárias para que se use TIC não estão ocorrendo porque as instituições não possibilitam a operacionalização do seu uso.

Essa mesma autora argumenta que na prática docente, a TIC permite um maior potencial pedagógico para a aprendizagem, mas aponta algumas dificuldades, principalmente no que diz respeito ao aumento de dedicação do professor, tornando-se “*necessário um repensar no ajuste no regime de trabalho docente, devido ao maior tempo de dedicação do professor*” (ALEGRE, 2005, p. 198).

Não basta o professor saber usar essa ou aquela tecnologia, “*ele deve refletir sobre aspectos como a escolha do conteúdo e dos softwares adequados à atividade que irá desenvolver na aula, a disposição dos alunos frente a esta nova situação e a maneira de utilizar tal software*” (MUSSOLINI, 2004, p. 13).

Garcia (2005) baseia-se em Penteadado (1999) ao argumentar que

“não basta utilizar o recurso de forma técnica, e isso é particularmente importante quando se trata da formação de professores. É preciso que o professor tenha acesso à tecnologia informática, com possibilidade de interagir com o computador de forma diversificada e, também, de discutir criticamente questões relacionadas com as transformações influenciadas pela informática, sobretudo nos estilos de conhecimento e nos padrões de interação social” (GARCIA, 2005, p.130).

Nesse sentido, Bovo (2004) recomenda que o professor tenha: “*conhecimentos técnicos sobre os softwares, conhecimentos sobre as potencialidades do uso pedagógico do computador para o ensino e aprendizagem da Matemática, conhecimento de como organizar e de como integrá-lo ao currículo*” (p. 25). Além de ter condições estruturais para que isso ocorra, como: um bom número de equipamentos, *softwares*, espaço, lousa ou giz (ou quadro branco e pincel).

Penteadado Silva (1997) aponta que muitos professores pensam que o uso de TIC exige que as pessoas sejam altamente qualificadas, e isso provoca medo e insegurança. O medo do desconhecido, medo de mostrar incompetência junto aos colegas, e medo de quebrar algum equipamento.

De fato, para se tirar vantagem do uso de TIC é necessário deixar uma zona de conforto e enfrentar situações de incerteza e imprevisibilidade. É preciso adentrar uma *zona de risco* (PENTEADO; SKOVSMOSE, 2008).

Para atuar em uma zona como esta o professor precisa buscar alternativas que o ajudem na construção dos conhecimentos dos alunos fazendo com que eles conquistem espaços cada vez maiores no processo de negociação na sala de aula.

O professor, a partir do momento em que supera os desafios de atuar em uma *zona de risco*, tem uma melhora de sua auto-estima e confiança mudando o seu papel de transmissor de conhecimentos para orientador de atividades levando os alunos a questionar, investigar, argumentar e relacionar os diferentes conteúdos.

Assim, a literatura recomenda que para que o professor faça uso de TIC, é necessário que ele tenha a oportunidade de estudar os conteúdos matemáticos de forma diferenciada da tradicional, de trabalhar em grupos, de refletir sobre os problemas da prática com apoio de teorias (PENTEADO-SILVA, 1997).

### **3. O trabalho de professores no uso de TIC nas aulas de Cálculo**

Com base nas entrevistas realizadas com professores universitários que utilizam tecnologia da informação e comunicação para ensinar Cálculo, esta seção traz uma discussão sobre os seguintes aspectos: como as aulas são preparadas e como e quais os livros são usados para o suporte nessa preparação; quais e como os tópicos são abordados; como são feitas as demonstrações dos teoremas do Cálculo; como é feita a avaliação da aprendizagem dos alunos.

Sobre a preparação das aulas os dados evidenciaram a existência tanto de trabalho coletivo quanto individual. Um exemplo de trabalho coletivo vem das professoras Marta, Solange e Verônica. Elas contam que no início, no ano de 1995, era muito difícil, pois não existia material que tratava do uso de TIC no ensino de Cálculo e através do trabalho em equipe foi possível simular algumas situações de aula. A ideia era antecipar que tipo de dificuldades, dúvidas, e imprevistos poderiam surgir.

*Marta - Claro que você jamais é capaz de prever tudo o que vai acontecer num laboratório, porque a inventividade dos alunos é inimaginável, ele tem muitas iniciativas imprevisíveis, mas a gente sempre resolvia a atividade toda, para pensar se está no tempo, não está no tempo, o que a gente pode perguntar.*

Este aspecto, levantado na fala de Marta, é algo muito bem discutido por Penteadó (2001), quando se refere às dificuldades e as possibilidades de ocorrer um imprevisto com o uso de TIC. Segundo esta autora, isto é característica de uma *zona de risco*.

No caso dos entrevistados que disseram trabalhar de forma individual, constatou-se que isso ocorre porque seus colegas de departamento não se sentem motivados para enfrentar o desafio. Os argumentos apresentados são que a carga horária da disciplina é muito reduzida para se fazer um trabalho com TIC e isso pode acarretar um atraso no cumprimento do programa da disciplina. A literatura aponta que o isolamento está muito presente na cultura profissional da docência no ensino superior e tem se constituído como um entrave para os domínios da profissão (PEREZ, 1999; ZABALZA, 2004).

Como apoio para o preparo das aulas com TIC os professores conseguiram alguns subsídios nos livros didáticos, apesar de alguns depoentes indicarem que os livros que tinham a disposição não traziam problemas adequados para o uso de TIC. A estratégia apontada por eles foi adaptar e criar situações.

Com o passar do tempo, novas bibliografias foram surgindo e as mais antigas foram se adaptando à evolução tecnológica. Os livros de Cálculo citados pelos professores no preparo das aulas podem ser observados na Tabela 1. Desses textos, os mais novos são os de Santos e Bianchini, Figueiredo, Mello e Santos, Tam, Goldstein, Hoffman e Bradley, onde abordam novas sugestões para uso de TIC.

**Tabela 1 - Referências bibliográficas indicadas pelos professores nas entrevistas**

<b>Autor</b>	<b>Títulos</b>
Anton, H.	Cálculo, um novo horizonte.
Ávila, G.	Cálculo das funções de múltiplas variáveis
Boulos, P.; Abud, Z.I.	Cálculo Diferencial e Integral
Edwards, Jr. C.H; Penney, D.	Cálculo com Geometria Analítica
Goldstein, L.J	Matemática Aplicada: economia, contabilidade.
Gonçalves, M.B; Fleming, D.	Cálculo A
Guidorizzi, H.L.	Um curso de Cálculo
Hoffmann, L.D.; Bradley, G.L	Cálculo: um curso de moderno e suas aplicações.
Larson, E; Hostetler, P.; Edwards, B.	Cálculo com Geometria Analítica
Mello, M; Santos, S; Figueiredo, V.	Cálculo com Aplicações: atividades computacionais e projetos
Munem, M. A.; Foulis, D. J	Cálculo
Santos, A. R.; Bianchini, W.	Aprendendo Cálculo com Maple: Cálculo de uma variável.

Stewart, J.	Cálculo
Swokowski, E. W	O Cálculo com Geometria Analítica
Tan, S.T	Matemática aplicada a Administração e Economia,
Thomas, G.B	Cálculo

Em relação aos tópicos a serem trabalhados com o uso de TIC, os depoentes afirmam que depende muito da experiência que o professor possui com a disciplina. Nesta perspectiva, Marta cita que o polinômio de Taylor é um assunto muito pertinente para se trabalhar com o computador. Wagner concorda com Marta nesse aspecto e diz que sem o auxílio da TIC é muito difícil explorar toda a potencialidade desse tópico.

Reforça:

*Wagner - A questão de discutir a fórmula de Taylor, as expansões da fórmula de Taylor e das aproximações polinomiais. E não há professor bom de desenho que consiga mostrar todos os polinômios, de como que o grau do polinômio vai aumentando, vai se aproximando e se ajustando ao gráfico da função, dessa forma.*

Marta apresenta a maneira como procura explorar esse tópico:

*Marta - Então você pede para o aluno ler antes e, você planeja diversas atividades, diversas questões, para as quais é importante a utilização do polinômio, então se você aumenta o grau do polinômio, como funciona essa aproximação, como que acontece perto da... então é tipicamente um assunto que você não consegue explorar bem no quadro negro, imagina você fazer polinômio de 1º grau de 2º, 3º, 4º e 5º grau, de uma função e ir desenhando todos juntos num quadro negro, não interessa.*

Neide argumenta que o uso de TIC para os conteúdos que envolvem gráficos, representação geométrica de alguns tipos de funções, incluindo as derivadas, tem se mostrado muito positivo para o entendimento e rendimento dos alunos.

Rose salienta que, ao usar o recurso da TIC, os conteúdos são trabalhados de uma maneira mais dinâmica:

*Rose - Você já dá a função, já dá seu gráfico e já vai explorando o gráfico, detalhes do gráfico, características do gráfico e vai trabalhando o Cálculo e, ao contrário, então isso eu acho interessante.*

Outra maneira que Rose procura utilizar para desenvolver os conteúdos com auxílio da TIC é aquela em que os alunos trabalham seus erros conceituais, como por exemplo:

*Rose - Eles [os alunos] acham que  $\cos 2x = 2\cos x$ , sempre. Então eu fazia com que eles trabalhassem os gráficos dessas funções e ver se era igual ou não era, tentava provocá-los dessa maneira.*

Já Rosa traz uma forma de visualização da tecnologia que é bastante diferente dos demais depoentes, na fala a seguir:

*Rosa - Uma atividade interessante que eu faço, nos 2 cursos é com o próprio, a própria ferramenta do Teleduc, com o fórum de discussão. Então eu ofereço uma lista de exercícios de limite e derivada para os alunos. Os alunos se reúnem em grupos, ali eles têm de resolver 3 ou 4 exercícios, modificar o enunciado desses exercícios e mandar, através do fórum, pra outras pessoas, perguntando o que eles achariam se o limite, em vez de tender a 5, tendesse a 6, se existiria, por exemplo, poderia aplicar o L'Hospital em determinado exercício, se fosse de um jeito, ou de outro. Eles modificam o exercício e mandam, ou seja, criam enfoques em cima de alguns exercícios, algumas questões, e mandam pros outros, fazem buscas na Internet e tem esse debate.*

Esse caminho tomado por Rosa também é comentado em Penteado (2000) que argumenta que dessa forma o aluno “*pode acessar softwares, usar ajudas on-line, comparar programas e equipamentos, descobrir novos caminhos que o professor nem conhece*” (p.31).

Entre todos os depoentes é unanimidade ouvir que uma das formas de explorar os conteúdos com TIC está associada a situações que nunca seriam possíveis sem o uso dela. Na Tabela 2, são apresentados os tópicos que são trabalhados com mais frequência.

**Tabela 2: Tópicos mais citados nas entrevistas**

Funções
Coeficiente angular
Reta tangente
Limites
Derivadas
Máximo e mínimo de funções
Estudo da Concavidade

Integração
Sequência
Séries
Polinômio de Taylor
Superfícies
Equações Diferenciais

A literatura aponta que é não é fácil combinar as demonstrações com o uso de TIC. Na pesquisa aqui apresentada, todos os entrevistados afirmaram que não as fazem da mesma maneira como na lousa, e muitos foram até enfáticos em afirmar que não é possível fazê-las com o uso de TIC.

Os dados indicam que os professores usam termos diferentes quando estão tratando da demonstração. No caso de Valdemar e Roberta, ambos usam o termo *mostrações*.

*Valdemar - Não digo que eu faça uma demonstração, mas uma 'mostração'. Pelo menos, para o aluno, é uma mostração''.*

Roberta explica o que entende por este termo:

*Roberta - Quando eu faço uma aproximação com limite com uma noção intuitiva, eu tenho uma definição horrível pra limite, se eu vou lá e faço as observações no gráfico o que realmente acontece 'praquele' caso 'praquela' função, eu percebo que pra outra ele não existe esses valores então, estou fazendo uma mostração.*

No caso de Marta, Solange e Verônica salientam que fazem comprovações dos conteúdos trabalhados com a TIC. Como podemos ver, nos depoimentos que seguem:

*Marta - Não tanto demonstrações, mas, por exemplo, você investigar a validade de um teorema, por exemplo, o Teorema do Valor Médio, existe conta dentro de um intervalo do qual a tangente é paralela a secante, então vamos fazer várias funções, porque no desenho clássico mostra um ponto, mas tipicamente são vários pontos, e o que você pode tirar daí? Como que você usa esse resultado é verdade ou não é? Então faz o gráfico e depois você vai conferir no gráfico qual é aquele ponto visualmente, e depois você vai conferir fazendo a conta, e calculando integral e de fato avaliando a integral naquele ponto, vendo se é*

*igual à inclinação da reta secante. Então a gente trabalhava eventualmente com comprovações de teoremas.*

Para os demais professores, o termo que utilizam é conjectura, como podemos observar na fala a seguir de Rose:

*Rose - Não, demonstração, acho que eu não acredito muito em demonstração com recursos visuais eu acho que ele serve pra criar conjecturas...*

Renata explica como faz as conjecturas:

*Renata - A gente vai estimulando os alunos a mudar os parâmetros e observar o comportamento da função a partir daquelas mudanças. Então, sempre, nas atividades, eu procuro chamar a atenção pra isso, o que você leva, o que você conclui, o que você acha que vai acontecer se mudar isso, ou aquilo. Então a idéia é que eles reflitam mesmo e façam conjecturas e tirem conclusões, descubram alguma coisa.*

Deste modo, é possível perceber que todos procuram explorar, testar e provocar os alunos de uma maneira que possam construir e verificar, por exemplo, os resultados de teoremas desta disciplina que é considerada por muitos como excessivamente teórica e abstrata.

No que diz respeito ao peso do trabalho com TIC na avaliação geral dos estudantes, constatou-se o seguinte: Ronaldo argumenta que não faz devido ao tempo, enquanto que Neide justifica a não aplicação da avaliação quando diz que

*Neide - Não é o perfil da instituição [de usar TIC nas aulas de Cálculo e muito menos avaliação dos tópicos trabalhados com esse recurso], embora ache que, se estiver fazendo, não haveria problema. Mas eu não vejo, ainda, na instituição, essa cultura.*

Já Wagner argumenta que não pode fazer uma avaliação da maneira que gostaria por falta de estrutura da instituição em que trabalha. Bárbara corrobora essa posição e aponta para o grande número de alunos, falta de papel para impressão, tinta para impressora, inviabilizando uma avaliação dos assuntos trabalhos com a TIC.

Sandro parece atuar de forma diferente dos demais, pois propõe o trabalho com projetos, de modo que os alunos são orientados a buscarem um problema da vida real que envolva os conteúdos da disciplina. Para isso, são convidados a usar o computador

como ferramenta. No final do semestre, todos os alunos apresentam seus trabalhos mostrando os resultados a que chegaram. Essa apresentação recebe uma nota que é considerada na avaliação final do aluno.

Quando Marta, Sandra e Verônica começaram a trabalhar com o auxílio de TIC, não consideravam esse trabalho na avaliação geral. Com o passar do tempo, começaram a solicitar trabalhos, mas com o sentido de motivação e depois surgiu a ideia de trabalharem com projetos, e usam a avaliação da mesma maneira que Sandro. Como podemos ver na fala a seguir:

*Marta - Inicialmente, não eram avaliadas, então a motivação seria apenas no sentido de melhorar a compreensão do Cálculo, trabalhar o Cálculo, aquilo como um auxílio de estudo e também como preparação ao projeto, porque para o projeto inevitavelmente seria necessário, o uso do computador e, é nesse momento davam um salto no uso, pois passavam a usar mais intensamente e adquiriam maior domínio do software, (...) a gente passou a atribuir um valor para esse material que era entregue, mas não é nada assim, significativo na media, é apenas uma forma de valorizar o trabalho que foi feito naquele momento.*

Renata apresenta um exemplo de como faz a avaliação de um assunto que abordou com o uso de TIC:

*Renata - Por exemplo, se eu vou trabalhar um método numérico – estou me lembrando disso porque fiz isso, esta semana, com os alunos – métodos numéricos pra resolução de equações diferenciais. Então nós fizemos vários métodos com planilhas. Então usamos Excel e daí nós fizemos uma atividade de avaliação que era uma equação diferente onde, o aluno tinha que resolver por diferentes métodos e fazer comparações com a função algébrica, avaliar o erro cometido. Então essas atividades não caem na prova, elas foram feitas em grupo pelos alunos e isso foi uma avaliação. Eles finalizaram a atividade, enviam por e-mail. Isso foi à avaliação desse assunto.*

Rose também procura avaliar e explica:

*Rose - Ah, eu quando fazia trabalho em grupo, eles tinham que apresentar as atividades, então eles iam pro laboratório com uma série de atividades impressas no papel, daí eu recolhia essas atividades e eu avaliava. [...] E daí eu*

*avaliava esses trabalhos e sempre valia, eram atividades em sala de aula, sempre valia alguma coisa, aluno que não estava presente perdia a avaliação, eles eram avisados com antecedência, muito raramente eu fazia uma atividade que eles não estavam esperando ir pro laboratório, porque a gente trabalhava com aluno à noite, que trabalhava que faltava muito por motivos de trabalho mesmo, então acho que não seria bom fazer surpresa, pegá-los de surpresa, eu não gosto de trabalhar assim [...] Essas atividades valem pontos, vamos dizer 30%, acho que na época era 30% da nota.*

A respeito das avaliações da parte da aula em que usa TIC, Rosa argumenta que usa o *Teleduc*. Os alunos colocam suas considerações sobre a resolução de um determinado exercício ou problema, que fica a disposição em seu portfólio, para que os demais alunos leiam e façam comentários sobre o que foi feito e apontem onde têm que melhorar. Outra maneira que propõe é a criação de mapas conceituais através de um *software* chamado de *Coma*, e o procedimento é o mesmo do anterior; os alunos postam as resoluções dos exercícios e problemas em seus portfólios e os demais procuram acrescentar comentários provocando discussões que são acompanhadas por todos os participantes.

### **Considerações Finais**

Este texto traz resultados de uma pesquisa que teve como objetivo compreender como os professores do ensino superior estão utilizando TIC em suas aulas de Cálculo. Com base em dados oriundos de entrevistas com professores universitários, foram apresentados alguns aspectos sobre a forma como as aulas são preparadas, como e quais os livros são usados, que tópicos são mais contemplados, se são e como são feitas as demonstrações dos teoremas, e como o trabalho com TIC é considerado na avaliação da aprendizagem.

Os resultados revelam que os professores que querem se adequar e preparar seus alunos para usarem tecnologia informática.

Sobre a forma como estão tentando fazer isso pode-se identificar a força do trabalho coletivo, embora ele ainda seja bem tímido em grande parte das instituições de ensino superior. Nessas instituições, a cultura do trabalho individual predomina quando se trata do ensino. Percebe-se que não há uma maneira única de se desenvolver a aula com a estrutura oferecida pelas Universidades, sendo que cada professor tem a sua forma de

trabalhar. Mas são unânimes ao recomendar a importância de se estabelecerem ligações entre o que está sendo desenvolvido com o uso de TIC e o que está sendo estudado com o uso de outra tecnologia, por exemplo, nas aulas em que o professor escreve na lousa.

No que diz respeito ao desenvolvimento das aulas, identifica-se que a TIC permite realizar atividades que seriam impossíveis de serem feitas somente com o uso de lápis e de papel, proporcionando a organização de situações pedagógicas com maior potencial para aprendizagem. É claro que isso aumenta o tempo de dedicação do professor exigindo assim um ajuste no regime de trabalho docente para que possa haver mais dedicação, como sugere Alegre (2005). Com certeza isso não será possível em curto prazo, pois a solução deste problema depende de políticas governamentais.

Masetto (2008) corrobora esta ideia, salientando a necessidade de uma maior discussão na Universidade a respeito do currículo dos cursos e a formação do professor universitário. Uma das possibilidades é propiciar ao professor um contato mais intenso com a TIC, desde a sua formação inicial.

A maneira de explorar esses conteúdos varia e está muito ligada à experiência de vida de cada um, da relação que se tem com a disciplina para perceber em qual tópico pode-se lucrar com o uso do computador, e qual aquele que não se deve fazer o uso. Os dados mostram, também, que os professores usam a TIC no estudo de conteúdos que seriam de abordagem quase impossível sem ela.

É bastante interessante e produtivo pensar o processo de avaliação dos conteúdos trabalhados com TIC, na perspectiva exposta por Masetto (2008), ou seja, como um elemento motivador e incentivador da aprendizagem, que permita corrigir rotas e oferecer novas oportunidades de aprendizagem.

Neste sentido, a maneira como Rosa propõe o uso do Teleduc para a avaliação dos conteúdos ganha bastante relevo e, também, a forma como Sandro, Marta, Solange e Verônica propõem suas avaliações no trabalho com projetos merecem destaque.

Não se defende aqui que o professor use TIC o tempo todo, e mesmo se o fizer, é importante lembrar que certas situações deste uso podem ser consideradas como inovadoras e outras como tradicionais. Por outro lado, é importante ressaltar que o professor não deve se acomodar em uma *zona de conforto*. Usar TIC envolve medo e provoca incertezas, mas também envolve possibilidades ao caminhar em direção a uma *zona de risco* (PENTEADO; SKOVSMOSE, 2008).

A expectativa da pesquisa aqui apresentada sirva de estímulo para professores e pesquisadores na área. Ainda, espera-se que sirva para sustentar os argumentos de que é necessário investir esforços na formação pedagógica de professores do ensino superior de uma forma mais sistematizada e articulada com a prática.

## Referências

ALEGRE, L.M.P. (2005). *Utilização das tecnologias da informação e da comunicação, na prática docente, numa instituição de ensino tecnológico*. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

ARAÚJO, J.( 2002). *Cálculo, Tecnologias e Modelagem Matemática: As Discussões dos Alunos*.Tese (Doutorado em Educação Matemática)– Instituto de Geociências e Ciências Exatas, - Universidade Estadual Paulista. Rio Claro.

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

BOVO, A. A. (2004). *Formação de professores de matemática para o uso da informática na escola: tensões entre proposta e implementação*. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática)– Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

GARCIA, T. M. R. (2005). *Internet e Formação de Professores de Matemática: desafios e possibilidades*. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro.

KOGA, M.T. (1998).*Uma Análise do Discurso De Alguns Professores de Cálculo Diferencial e Integral do Curso de Licenciatura em Matemática*. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática)– Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro.

MACHADO,R.M. (2008). *A visualização na resolução de problemas de cálculo diferencial e integral no ambiente computacional MPP*. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

MASETTO, M.T. (2008). *Formação continuada de docentes no ensino superior numa sociedade do conhecimento. Mesa redonda. Anais do I Colóquio Internacional sobre ensino superior*. Feira de Santana: UEFS.

MELO, J. M.R. (2002). *Conceito de integral: uma proposta computacional para o seu ensino e aprendizagem*. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.

MELLO, M; SANTOS, S; FIGUEIREDO, V. (2005). *Cálculo com Aplicações: Atividades Computacionais e Projetos*, Coleção IMECC.

MUSSOLINI, A. F. (2004). *Reflexões de Futuros Professores de Matemática sobre uma Prática Educativa utilizando Planilhas Eletrônicas*. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática)– Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

- NASSER, L. (2004). Educação Matemática no ensino superior. Mesa redonda: “Educação Matemática no ensino superior”, *Anais do VIII ENEM*. Pernambuco: Ufpe.
- OLIMPIO, A.J. (2005). *Compreensões de conceitos de cálculo diferencial no primeiro ano de matemática – uma abordagem integrando oralidade, escrita e informática*. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro.
- PALIS, G.R.(1995). Computadores em Cálculo uma alternativa que não se justifica por si mesma. *Temas & Debates*, Sociedade Brasileira de Educação Matemática, ano VIII, 6ª edição, p. 22-38.
- PENTEADO SILVA, M. G. (1997). *O computador na perspectiva do desenvolvimento profissional do professor*. 1997. Tese (Doutorado em Educação)- Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- PENTEADO, M. G.(1999). Novos Atores, Novo Cenário: Discutindo a inserção dos computadores na profissão docente. In: BICUDO, M. A. V. (org.). *Pesquisa em Educação Matemática: Concepções & Perspectivas*. São Paulo: Editora da UNESP, p.297-313.
- \_\_\_\_\_.(2000). Possibilidades para a formação de professores de Matemática. In: PENTEADO, M. G; BORBA, M. C. (Orgs.). *A Informática em Ação: formação de professores, pesquisa e extensão*. 1. ed. São Paulo: Olho D’água. v. p. 23-34.
- \_\_\_\_\_.(2001). Computer-based learning environments: risks and uncertainties for teachers. In: *Ways of Knowing*, Inglaterra, v. 1, n. 2, p.23-35.
- \_\_\_\_\_.SKOVSMOSE, O. (2008). Riscos trazem possibilidades. In: SKOVSMOSE, O. (Org). *Desafios da Reflexão em Educação Matemática Crítica*. 1 ed. Campinas: papirus, v. , p.41-50.
- PEREZ, G. (1999). Formação de professores de Matemática sob a perspectiva do desenvolvimento profissional. In: BICUDO, M. A. V. (org.). *Pesquisa em Educação Matemática: Concepções & Perspectivas*. São Paulo: Editora da UNESP, p.263-282.
- SCUCUGLIA, R. (2006). *A investigação do teorema fundamental do cálculo com calculadoras gráficas*. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática)–Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- SILVA, C.A. (2004) *A noção de integral e livros didáticos e os registros de representação semiótica*. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática)-Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.
- SOUZA JR., A.J. (2000). *Trabalho coletivo na universidade: Trajetória de um grupo no processo de ensinar e aprender Cálculo Diferencial e Integral*. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- VILARREAL, M. E. (1999). *O Pensamento Matemático de Estudantes Universitários de Cálculo e Tecnologias Informáticas*. 1999. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro.
- ZABALZA, M.A.A. (2004). *O ensino universitário: seu cenário e seus protagonistas*. Porto Alegre: Artmed.

