

O USO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NAS AULAS DE CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL

Douglas Marin

Universidade Federal de Uberlândia - Faculdade de Matemática

douglas@famat.ufu.br

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 professores que, em algum momento de sua prática docente, utilizam TIC para ensinar o Cálculo Diferencial e Integral. Com esses relatos foi possível fazer uma discussão acerca do perfil do professor do ensino superior que faz uso de TIC, contemplando os seguintes aspectos: conteúdos abordados; as demonstrações; o preparo das aulas e por fim, as vantagens e desvantagens. Espera-se com isso contribuir para a formação de professores do ensino superior para o uso de TIC em sala de aula.

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 Differential and Integral. Data are from interviews with teachers who had already tried ICT for such. Based on these, a discussion of the following aspects was made: content addressed; statements; preparation classes and finally the advantages and disadvantages. This study may help to structure teacher education program for the use of ICT at the university.

Palavras-chave: Ensino de matemática, tecnologia de informação e comunicação e educação matemática.

1 INTRODUÇÃO

O presente texto tem o objetivo de apresentar resultados de uma pesquisa que buscou compreender como os professores do ensino superior estão usando a Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) quando ministram suas aulas de Cálculo Diferencial e Integral¹. 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; que atividades são propostas para os alunos 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. Saliento 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

¹A partir daqui estarei usando apenas a palavra Cálculo no lugar de Cálculo Diferencial e Integral.

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 indicio do movimento do uso de TIC no ensino de Cálculo. É sobre isso que trata a próxima seção.

2 INDÍCIOS DO MOVIMENTO DO USO DE TIC NO ENSINO DE CÁLCULO

O uso de TIC no ensino de Cálculo 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.

Nos trabalhos de Koga [4], Nasser [9], Palis [11] 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 “horista²” 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.

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 [11], Barufi [3], Vilarreal [17], Souza Jr. [16], Araújo [2], Silva [15] e Machado [5] 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 [11] 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 [11], p. 25).

Barufi [3] 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

²É o professor que é contratado exclusivamente para ministrar aula e recebe de acordo com carga horária.

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 [3], p. 176).

Silva [15] 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 [15], p. 137).

Villareal [17] 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 (Villarreal [17], p. 362).

Frente ao grande número de repetência e altos índices de abandono por parte dos alunos na disciplina de Cálculo, Melo [8] 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 (Melo [8], p. 147).

Machado [5] 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 [5], p.193).

Scucuglia [14] 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 [14], p.104).

Olímpio [10] 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 (Olímpio [10], p. 246).

Araújo [2] 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 [2], p.161).

Souza Jr. [16] 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 Souza 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 formulassem 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. [16]).

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 e Figueiredo [7].

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 e Figueiredo [7], 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.

3 O 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: quais e como os tópicos são abordados; como são feitas as demonstrações dos teoremas do Cálculo; como é a preparação para lidar com TIC no ensino de Cálculo e, por fim, quais são as vantagens e desvantagens do uso de TIC. 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 polinômiais. 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 [12] 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. Destaco os tópicos de matemática trabalhados com mais frequência:

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 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. Sobre a preparação para lidar com TIC, apresento algumas situações. No caso de Wagner a pós-graduação foi uma preparação para a incorporação dessa tecnologia no ensino de Cálculo. Como é evidenciado na fala, a seguir:

Wagner - Então já, durante o doutorado, eu já fui do mestrado com esse preparo. Eu fiz meu mestrado, eu terminei meu mestrado em 89 e eu fiz um processo algoritmo feito num software chamado Reduce que é um software de computação algébrica igual ao Maple, mas mais antigo e eu fiz no meu mestrado esse tipo de coisa. Então eu já tinha um contato com a computação algébrica desde 88. Desde 1988 eu já tinha esse contato. E, no doutorado, eu fui já direcionado a fazer o uso de sistemas de computação simbólica em relatividade geral pra se calcular determinadas quantidades então é um ferramental natural da minha área.

Renata argumenta que sua preparação para lidar educacionalmente com a TIC se deu aos poucos e nunca teve a companhia de outros professores para discutir sobre o assunto. Para superar esta dificuldade participa de cursos e estabelece parcerias com os alunos, pois

Renata - (...) os alunos descobrem muitas coisas que, às vezes, a gente não sabia. Eles têm muita familiaridade com informática, então eles ajudam a descobrir. Então não tenho feito nenhum curso específico, eu vou explorando meio sozinha.

Os docentes Rosa, Rose, Sandro, Bárbara e Roberta apontam que para se atualizar participam de discussões que ocorrem 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. Além destes, procuram participar de grupos de estudos na própria universidade em que trabalham e alguns deles chegam a ir para outras instituições para participar de grupos de pesquisa na área de educação matemática e o uso de TIC. Dessa forma interagem em um ambiente

propício para se sentirem estimulados a se arriscar em uma nova prática e a entrar em uma “zona de risco” (Penteado [13]).

Ainda, existem casos de professores que se atualizam e se preparam para o uso de TIC por conta própria. Eles estudam em livros, pesquisam na Internet à procura de cursos e outras ferramentas. A fala de Neide demonstra esta postura autônoma:

Neide - (...) nós professores nos virávamos, você aprendia sozinho a mexer, mesmo nessa instituição que era bastante informatizada, sala de aula toda informatizada, nós não tínhamos o suporte que deveríamos ter quando éramos colocados na sala de aula, muitas coisas nós aprendemos mexer sozinhos, errando e acertando e tendo dificuldade e aprendendo, tive treinamentos breves sobre utilização das coisas, só.

Não posso deixar de destacar que existem alguns casos em que a preparação se deu pelo envolvimento com colegas nas instituições em que trabalham como é o caso de Ronaldo, a seguir:

Ronaldo - (...) a gente fez um pequeno treinamento que foi feito entre nós. Isso aí não tem problema, você pega o manual, lá no manual tem tudo, comandos, programação. Então nós fizemos um mini curso, os professores, e uma boa parte dos professores participaram.

Nesse sentido, existe a situação de Marta, Solange e Verônica, que trabalham em uma mesma universidade. As professoras relatam que o envolvimento se deu através de um trabalho coletivo no uso de TIC, entre elas e os alunos possibilitando a produção de saberes e o enriquecimento no que diz respeito ao processo de ensinar e aprender matemática.

É uma unanimidade entre os professores que participaram desta pesquisa a constatação de que o uso de TIC no ensino de Cálculo apresenta muitas vantagens, tais como ganho em tempo com as contas, autonomia que o aluno ganha e a melhora da relação professor-aluno. Todos estes aspectos tornam melhor a compreensão do conteúdo da disciplina Cálculo que é considerada, pela literatura, uma disciplina-problema (Barufi [3], Souza Jr. [16] e Araújo [2]).

Rosa e Neide fazem comparações do ensino que tiveram, sem o uso de TIC, com o que proporcionam aos seus alunos:

Rosa - eu comparo com o meu aprendizado em Cálculo em que aprendi um monte de coisas que eu esqueci e nem lembrava mais nada, imagina: derivada, integral. Eu acho que isso faz com que eles aprendam, realmente, os conceitos. Sabe? Eles põem a mão na massa, eles têm de escrever sobre o conceito, refletir sobre o conceito. Eles têm de resolver problema com determinado tópico sobre determinado conceito. Então o jeito com que você propõe os problemas sem tecnologia e com tecnologia ajuda com que, ele não vai guardar na memória, mas a compreensão do conceito é diferente. Na minha época, eu tinha de fazer 10 mil exercícios pra entender o conceito de derivada. Não, eles podem entender o conceito de derivada através de um átomo, através de uma visualização só.

Neide - Muito mal devo ter visto um ou dois gráficos de funções de várias variáveis desenhado muito mal na lousa, pela minha professora de Cálculo II. E estudei todo o Cálculo de funções e análise de funções de duas variáveis sem enxergar, sem ver aqueles gráficos [...], mas você ver a superfície, ver as curvas de níveis e relacionar é um privilégio que os alunos têm atualmente.

Marta chama atenção para o fato de que o aluno ganha em envolvimento e em autonomia.

Marta - porque o aluno, ele se rebela, com relação aquelas tarefas propostas e quer fazer de outras formas e quer experimentar outras coisas e aí ele tem resultados imprevistos e muitas vezes nesse momento você tem oportunidade de investigar, e que você gostou de uma determinada forma, mas ele fez de outra e deu um resultado totalmente inesperado, como que isso se explica, então ele tem resultados profundos, e no momento. Então é uma oportunidade de ouro para você explicar algumas coisas, e basicamente você dá muita autonomia ao aluno também, e ele aproveita dessa autonomia logicamente, ele tem uma liberdade de atuação que ele não tem com outras ferramentas.

A autonomia provoca sentimentos diferentes no aluno, proporciona mudanças na maneira de ele agir, pensar e questionar sobre seu objeto de aprendizagem, no caso, o Cálculo. Solange coloca uma situação que conjecturou ao ministrar suas aulas com a TIC, a seguir:

Solange - E no momento que você faz uma aula e que você mostra isso pro aluno, é você que está fazendo, você está mostrando e ele fazendo de novo ele está como expectador, quando ele pode viver aquilo e ele experimenta, transforma, troca, muda o parâmetro e enxergar proporções diferentes e vê que influência que aquilo tem, aquilo fica uma coisa pra ele e não mais algo que ele viu, não algo que ele experimentou, que ele vivenciou, e que ele sabe contar o que está acontecendo, o que ele vai se perguntar, mais então a gente tentou levar um pouco disso pra ele de ele começar se fazer mais perguntas.

Por estes depoimentos, penso que, com o uso de TIC, os alunos são levados de uma maneira bastante rápida a tentar muitas coisas diferentes, a buscar novas descobertas, a observar propriedades, a testar mudanças de parâmetros, a investigar

Neide- o conteúdo de Cálculo que parece mais palpável. O aluno se torna mais familiar com o conteúdo e eu penso que a representação geométrica que possibilita isso. Ele enxerga as coisas, ele relaciona melhor vários tipos de representação e conhecimento muitas vezes é isto, é relacionar as várias coisas. E eu penso que as tecnologias em informática permitem esse relacionamento.

Agora discorrendo sobre as desvantagens, contata-se que poucos professores se manifestaram em elencar ou mencionar aspectos desfavoráveis desse tipo de opção didática.

Para Wagner elas encontram-se, muitas vezes, na maneira como o próprio professor está usando a TIC, como observamos na fala a seguir:

Wagner - A desvantagem muitas vezes vem do professor, eu acho. A forma com que ele usa. Se você utilizar uma forma que você deixe claro pro aluno que tem que olhar com senso crítico, não confiar e conscientizar o aluno de que é um auxílio pra ele, você está fazendo um bom uso daquilo. Você está criando um indivíduo consciente e crítico. Agora se você fizer um mau uso, não se preocupar com os fundamentos teóricos, o que você vai ter é um aluno que sabe apertar um botão, mas não sabe nada do conceito. Ele não sabe o que é o conceito de derivada. Ele não sabe o que é o conceito geométrico da integral. Se você for fazer uma pergunta pra ele. Oh, Qual é a integral de X? ele vai por no computador, vai dar a resposta, e você diz, mas o que ela significa? E ele não vai saber responder. É o mau uso que faz o lado ruim. Eu acho que, você sabendo usar, ele é bom. É a velha discussão da calculadora na escola no ensino fundamental e médio, é bom ou ruim? Toda aquela discussão. É uma questão de bom uso. Eu usei calculadora no colégio, na universidade e foi um bom uso que eu fiz.

Para Marta, não existem desvantagens, mas salienta que a sua geração de professores não foi educada para usar a TIC, o que, por um lado, é uma desvantagem em relação aos que estão se formando agora que têm todo um aparato tecnológico. Tal fato é destacado na sequência:

Marta - a nossa geração de professores, não foi treinada nesse tipo de ambiente, então não é uma coisa que cresceu com você, e você domina desde sempre, e você está muito familiarizado, então imagina um aluno se tornar um professor, agora? Ele tem a faca e o queijo na mão! Para ele não é nenhum problema, agora para a geração de professores que se formou a um determinado tempo, isso é uma total novidade, então exige, você tem que ter muita vontade de dominar, de estudar de incorporar esse conhecimento.

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

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 [1]. Com certeza isso não será possível em curto prazo, pois a solução deste problema depende de políticas governamentais.

Masetto [6] 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.

Os dados revelam que existem muitas vantagens em explorar as potencialidades da TIC, tais como ganho em tempo com as contas, autonomia que o aluno ganha e a melhora da relação professor-aluno. Todos estes aspectos tornam melhor o entendimento do conteúdo da disciplina Cálculo que é considerada, pelos autores estudados, uma disciplina difícil (Barufi [3] e Souza Jr. [16]).

Com a TIC os alunos não estão mais preocupados em fazer as contas, não se prendem à parte técnica e, com isso, o professor muda a maneira de explorar o conteúdo, pois se espera que “o aluno entenda o modelo, a formulação do modelo, como que está o equacionamento e a interpretação da resposta” (Wagner).

Com o uso de TIC, os alunos alteram a forma de agir, pensar e questionar. Em outras palavras, são levados de uma maneira rápida a tentar coisas diferentes, a buscar novas descobertas, a observar propriedades, a testar parâmetros, a investigar de maneira diferente da qual estão habituados.

Por outro lado, os dados mostram que a desvantagem no uso de TIC está, em alguns casos, como diz Wagner “na própria forma em que o professor usa”. Já Marta, argumenta que sua geração não foi educada para o uso de TIC e isso para ela é uma grande desvantagem, pois muitos professores têm medo de usar e correr risco de ficar em uma situação difícil frente aos alunos.

A inserção de TIC no trabalho do professor vem acentuar ainda mais a complexidade da profissão docente e caminhar nessa direção é como deixar uma zona de conforto para adentrar uma zona de risco em que impera a imprevisibilidade (Penteado, [13]). Não é um caminho fácil de ser trilhado sozinho, pois além da familiaridade com as máquinas e softwares, é preciso repensar a forma de abordar os conteúdos e tomar decisão sobre o que priorizar. Muitos professores desistem por falta de suporte e formação. Por isso

enfaticamos que esse tema precisa ser considerado em programas de formação de professor do ensino superior, seja em nível da pós-graduação ou na formação continuada.

A minha expectativa ao pesquisar e apresentar como os professores de matemática do ensino superior estão fazendo uso de TIC é a de que isso possa servir de estímulo para os demais professores e pesquisadores na área. Ainda, espero que os resultados deste trabalho possam apontar a necessidade de se pensar a formação continuada de professores universitários de uma forma mais sistematizada e articulada com a prática.

REFERÊNCIAS

- [1] L. M. P. Alegre: *Utilização das tecnologias da informação e da comunicação, na prática docente, numa instituição de ensino tecnológico*. Tese de Doutorado em Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas - S.P., 2005.
- [2] J. Araújo: *Cálculo, Tecnologias e Modelagem Matemática: As discussões dos Alunos*. Tese de Doutorado em Educação Matemática, Universidade Estadual Paulista - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro - S.P., 2002.
- [3] M. C. B. Barufi: *A Construção/Negociação de Significados no Curso Universitário Inicial de Cálculo Diferencial e Integral*. Tese de Doutorado em Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo - S.P., 1999.
- [4] M. T. Koga: *Uma Análise do Discurso de Alguns Professores de Cálculo Diferencial e Integral*. Dissertação de Mestrado em Educação Matemática, Universidade Estadual Paulista - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro - S.P., 1998.
- [5] R. M. Machado: *A Visualização na Resolução de Problemas de Cálculo Diferencial e Integral no Ambiente Computacional MPP*. Tese de Doutorado em Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas - S.P., 2008.
- [6] M. T. Masseto: *Mesa Redonda: Formação continuada de docentes no ensino superior numa sociedade do conhecimento*. Em *Anais do I Colóquio Internacional sobre ensino superior*, Feira de Santana, 2008. UEFS.
- [7] M. Mello, S. Santos e V. Figueiredo: *Cálculo com Aplicações: Atividades Computacionais e Projetos*. Coleção IMECC. Editora da UNICAMP, 2005.
- [8] J. M. R. Melo: *Conceito de integral: uma proposta computacional para o seu ensino e aprendizagem*. Dissertação de Mestrado em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2002.
- [9] L. Nasser: *Mesa Redonda: Educação Matemática no Ensino Superior*. Anais do VIII ENEM - UFPE, 2004.
- [10] A. J. Olímpio: *Compreensões de Conceitos de Cálculo Diferencial no Primeiro Ano de Matemática - Uma Abordagem Integrando Oralidade, Escrita e Informática*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro - S.P., 2005.
- [11] G. R. Palis: *Computadores em Cálculo - Uma Alternativa que Não se Justifica por si Mesma*. Temas & Debates, pp. 22–38, 1995.
- [12] M. G. Penteado: *Possibilidades para a formação de professores de Matemática*. Em *M. G. Penteado; M. C. Borba (Orgs.). A Informática em Ação: formação de professores, pesquisa e extensão*, pp. p. 23–34. Olho D'água, São Paulo - S. P., 1ª ed., 2000.
- [13] M. G. Penteado: *Computer-based learning environments: risks and uncertainties for teachers*. Em *Ways of Knowing, Inglaterra*, vol. 1, pp. p. 23–35. 2001.

- [14] R. Scucuglia: *A Investigação do Teorema Fundamental do Cálculo com Calculadoras Gráficas*. Dissertação de Mestrado em Educação Matemática, Universidade Estadual Paulista - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro - S.P., 2006.
- [15] C.A. Silva: *A Noção de Integral e Livros Didáticos e os Registros de Representação Simiótica*. Dissertação de Mestrado em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo - S.P., 2004.
- [16] A. J. Souza Jr.: *Trabalho Coletivo na Universidade: Trajetória de um Grupo no Processo de Ensinar e Aprender Cálculo Diferencial e Integral*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas - S.P., 2000.
- [17] M. E. Vilarreal: *O Pensamento Matemático de Estudantes Universitários de Cálculo e Tecnologias Informáticas*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro - S.P., 1999.