



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

PATRÍCIA OLIVEIRA COSTA

**EDUCAÇÃO *ON-LINE* NA UNIVERSIDADE:
O PROCESSO DE ENSINAR E APRENDER CÁLCULO NA
ERA DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS**

Uberlândia, Março de 2010

PATRÍCIA OLIVEIRA COSTA

**EDUCAÇÃO *ON-LINE* NA UNIVERSIDADE:
O PROCESSO DE ENSINAR E APRENDER CÁLCULO NA
ERA DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Brasileira da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para a obtenção de título de Mestre em Educação.

Área de concentração: Saberes e Práticas em Educação.

Orientador: Prof. Dr. Arlindo José de Souza Jr.

Uberlândia, Março de 2010

PATRÍCIA OLIVEIRA COSTA

**EDUCAÇÃO *ON-LINE* NA UNIVERSIDADE:
O PROCESSO DE ENSINAR E APRENDER CÁLCULO NA
ERA DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS**

Este exemplar corresponde à redação final
da Dissertação defendida pela aluna
e aprovada por Banca Examinadora
em 11/03/2010.

Prof. Dr. Arlindo José de Souza Jr. – UFU
Presidente

Prof^a. Dr^a Maria Teresa Menezes Freitas

Prof. Dr. João Frederico da Costa de Azevedo Meyer

Uberlândia, Março de 2010

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C837e Costa, Patrícia Oliveira, 1981-

Educação *on-line* na Universidade: o processo de ensinar e aprender cálculo na era das tecnologias digitais
[manuscrito] / Patrícia Oliveira Costa. - 2010.
145 f. : il.

Orientador: Arlindo José de Souza Jr.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia:
Programa de Pós-Graduação em Educação.
Inclui bibliografia.

1. Ensino auxiliado por computador - Teses. 2. Cálculo diferencial - Teses. 3. Matemática - Estudo e ensino - Teses. I. Souza Junior, Arlindo José de. II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Educação. III. Título.

CDU:

371.39:681.3

Ao meu pai, Joaci Oliveira Costa e à minha
mãe, Cleusa de Fátima Costa, que abdicaram
de seus interesses particulares em favor dos
meus.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter-me dado o dom da vida e por colocar nela pessoas tão especiais que puderam proporcionar-me momentos e conhecimentos necessários nesta jornada.

Aos meus pais, pelo amor, pelo apoio e pelas orações, sempre acreditando na minha vitória em todas as atividades realizadas.

Ao meu amigo e orientador, Prof. Dr. Arlindo José de Souza Júnior, pela perseverança em mostrar que quase tudo é possível, bastando apenas acreditar que podemos ser o que queremos ser.

Ao Ruitter Silva Pereira, essa pessoa muito especial, que, durante toda esta jornada, dedicou-me vários momentos de carinho e atenção.

Ao meu amigo Alex Carvalho, por sempre me garantir que a realização de todo este trabalho fosse realmente concretizado.

Aos meus “irmãos”, Joyce Gama e Robson Guimarães, por sempre me darem força, bons conselhos e por terem muita paciência.

A Magda Laine Costa, secretária da Faculdade de Matemática, pelo auxílio e consideração durante toda a minha vida acadêmica.

As professoras Rafaella e Maria, que nos cederam seu espaço de aula com tanto carinho e dedicação, confiando em nosso trabalho.

A todos/as amigos/as, colegas e companheiros/as de formação, que de alguma forma, influenciaram e influenciam minha história, especialmente, as minhas amigas Sirlene, Vanessa, Cláudia e Talamira (mainha).

À CAPES, pelo apoio financeiro.

Ao diretor da Faculdade de Matemática, Prof. Dr. Ednaldo Carvalho Guimarães, pelo crédito concedido ao nosso grupo de pesquisa, auxiliando-nos em tudo o que foi necessário, inclusive na liberação dos laboratórios de Informática.

Ao Diretório Acadêmico da Matemática e todos/as os/as meus/minhas amigos/as que me proporcionam momentos alegres e descontraídos.

MUITO OBRIGADA!

Patrícia Oliveira Costa

POC

RESUMO

Nesta investigação, analisamos o desenvolvimento de um trabalho coletivo, envolvendo professores e alunos de Graduação e de Pós-Graduação da Universidade Federal de Uberlândia, na constituição de um Ambiente Virtual de Aprendizagem aplicado ao processo de ensinar e aprender a disciplina Cálculo Diferencial e Integral I. No planejamento dessa disciplina, o trabalho de projetos foi organizado em torno do desenvolvimento de atividades que possibilitassem uma integração dos momentos educativos desenvolvidos na sala de aula, no laboratório de Informática e no Ambiente Virtual de Aprendizagem. O processo de produção dos dados foi paulatinamente aprimorado ao longo de três anos. A análise dos dados foi elaborada por meio da organização dos seguintes eixos: Eixo I - O processo de produção coletiva de saberes docentes sobre a Educação *ON-LINE* na Universidade e Eixo II - A constituição e utilização de AVA no processo de ensinar e aprender Cálculo. Observamos que o aprimoramento das Tecnologias da Informação e da Comunicação possibilitou o desenvolvimento da Educação *on-line* no interior da Universidade. Neste estudo, compreendemos que o trabalho coletivo foi uma estratégia que permitiu o desenvolvimento dessa prática educativa complexa. Ao analisarmos a prática de constituição de Ambientes Virtuais de Aprendizagem no Ensino Superior, percebemos o desafio de se produzir saberes docentes relacionados aos processos de Interatividade e Interação.

Palavras-chave: Educação On-line, Cálculo Diferencial e Integral, Modelagem Matemática.

ABSTRACT

In this research, we analyzed the development of a collective and cooperative effort involving teachers and graduate and undergraduate of the Federal University at Uberlândia. This effort was that of forming a Virtual Learning Environment applied to teaching and learning processes in the study of a 1st course of Differential and Integral Calculus. In planning this effort, working with projects was organized considering the development of activities that enable an integration of educative moments in classrooms, in computer labs and a Virtual Learning Environment. The production of data was improved little by little along the three years of research. The analysis of this data was undertaken according to the organization of the axes: I – The process of producing collective teacher knowledge from an on-line education point of view in the University and II – The construction and the use of a VTE in teaching and learning environments for university Calculus. The improvement of Information and Communication Technologies enabled the development of on-line Education in a University. In this study, we came to understand that collective work was a strategy that supported the development of this complex educational practice. Analyzing the practice of constituting Virtual Learning Environment in university level, we came to understand the challenge of producing teacher knowledge related to interactivity and interaction.

Key Words: On - line Education, 1st level Differential and Integral Calculus, Mathematic Modeling.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Página inicial da Plataforma <i>Moodle</i>	73
Figura 2	Plataforma do Curso de Química – 2º semestre de 2007	76
Figura 3	Plataforma do Curso de Engenharia Biomédica – 1º semestre de 2008	77
Figura 4	Plataforma do Curso de Engenharia Mecatrônica – 2º semestre de 2008.....	79
Figura 5	Plataforma do Curso de Ciência da Computação - 1º semestre de 2009	82
Figura 6	Plataforma do Curso de Química Industrial – 1º semestre de 2009.....	85
Figura 7	Construção do conhecimento por meio da interatividade e da interação, considerando os ciclos de ações, a espiral de aprendizagem e a ZPD.	90
Figura 8	Seção Introdução da <i>Webquest</i> “A História do Cálculo”	94
Figura 9	Aplicativo de Integral disponível nas plataformas de Química Industrial e Ciência da Computação	98
Figura 10	Interface do <i>Modellus</i> 2.5	103
Figura 11	Interface do <i>Modellus</i> 4.01	105
Figura 12	Janela de mensagens do <i>Modellus</i> indicadora de erros no processamento dos dados..	106
Figura 13	Tópico na Plataforma <i>Moodle</i> destinado a Problemas Surpresas.....	109
Figura 14	Apresentação de um trabalho no PowerPoint realizado por alunos sobre a História do Cálculo.....	110
Figura 15	Apresentação do trabalho sobre a História do Cálculo concentrado em áreas e volumes.	112
Figura 16	Cena final do vídeo de alunos sobre a História do Cálculo estrelado por Darth Vader (Newton) e Luke Skywalker (Leibniz).....	113
Figura 17	Cena do documentário sobre a História do Cálculo estrelado por prof. Rafaella (à esquerda) e a pesquisadora (à direita).....	114
Figura 18	Modelagem Matemática de um aluno envolvendo o conteúdo de função no <i>Modellus</i> 2.5.	117
Figura 19	Modelagem Matemática de uma dupla de alunos envolvendo o conteúdo de função no <i>Modellus</i> 4.01.	118
Figura 20	Modelagem Matemática de um aluno que mais se destacou envolvendo o conteúdo de função no <i>Modellus</i> 2.5.	118
Figura 21	Modelagem Matemática de uma dupla de alunos envolvendo o conteúdo de Limites utilizando o primeiro episódio no <i>Modellus</i> 2.5	120

Figura 22 Modelagem Matemática de uma dupla de alunos envolvendo o conteúdo de Limites utilizando o segundo episódio no <i>Modellus</i> 4.01	121
Figura 23 Modelagem Matemática com o emprego da Derivada da função seno utilizando como sistema Graus.....	122
Figura 24 Modelagem Matemática com o emprego da Derivada da função seno utilizando como sistema Radianos.	123
Figura 25 Primeiro exemplo realizado do conteúdo de Derivada no <i>Modellus</i> 4.01.....	125
Figura 26 Fórum de dúvidas da Plataforma <i>Moodle</i> gerenciada por Vitor Teodoro.	126
Figura 27 Modelagem Matemática no <i>Modellus</i> 2.5 do primeiro exemplo de derivadas realizado no <i>Modellus</i> 4.01.	127
Figura 28 Janela Modelo da Modelagem Matemática.	127
Figura 29 Tabela gerada no <i>Modellus</i> 2.5 com a Modelagem Matemática do primeiro modelo de Derivada realizado no <i>Modellus</i> 4.01.	128
Figura 30 Janela demonstrando que o <i>Modellus</i> 4.01 não aceita a sintaxe do <i>Modellus</i> 2.5.....	129
Figura 31 Modelagem Matemática de um aluno envolvendo o conteúdo de derivada no <i>Modellus</i> 2.5.	129
Figura 32 Modelagem Matemática de um aluno envolvendo o conteúdo de derivada no <i>Modellus</i> 2.5.	130
Figura 33 Modelagem Matemática de um aluno envolvendo o conteúdo de Integral no <i>Modellus</i> 2.5.	132
Figura 34 Modelagem Matemática de uma dupla de alunos envolvendo o conteúdo de Integral no <i>Modellus</i> 4.01.	132

Sumário

INTRODUÇÃO	23
CAPÍTULO I DESAFIOS E PERSPECTIVAS SOBRE PROCESSO DE ENSINAR E APRENDER CÁLCULO	35
1.1 O Atual Cenário.....	35
1.2 O Contexto do Processo de Ensinar e Aprender Cálculo.....	37
1.3 Saber docente do Professor Universitário de Cálculo	41
1.4 Livros didáticos de Matemática	43
1.5 Aplicações e Modelagem Matemática	44
1.6 – A Utilização de <i>Softwares</i> no Processo de Ensinar e Aprender Cálculo	46
1.7 Ambiente Virtual no Processo de Ensinar e Aprender Cálculo	49
CAPÍTULO II SOBRE OS PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA	55
2.1 Pesquisa qualitativa.....	55
2.2 O grupo de pesquisa	56
2.3 Caminhando.....	60
2.4 Os alunos	63
2.4.1 Segundo semestre de 2008.....	63
2.4.2 Primeiro Semestre de 2009	64
CAPÍTULO III ANÁLISE DOS DADOS	67
3.1 Eixo I: Processo de produção coletiva de saberes docentes sobre a Educação <i>ON-LINE</i> na Universidade	67
3.1.1 Iniciando o trabalho educativo com o AVA	75
3.1.2 Ampliação dos saberes coletivos	78
3.1.3 - Atualização dos saberes coletivos	81
3.2 Eixo II: A constituição e utilização de AVA no processo de ensinar e aprender Cálculo	90
3.2.1 - Parte I – A Interatividade na Constituição de AVA	92
3.2.1.1 - <i>Webquest</i>	92
3.2.1.2 - Vídeo	95
3.2.1.3 Aplicativos	96
3.2.1.4 - <i>Software Modellus</i>	99
3.2.1.4.1 - Versão 2.5	103
3.2.1.4.2 - Versão 4.01	104

3.2.2 Parte II – Interação nas aulas de Cálculo	108
3.2.2.1 <i>Webquest</i>	110
3.2.2.2 Vídeo.....	113
3.2.2.3 <i>Software Modellus</i>	115
3.2.2.3.1 Função.....	115
3.2.2.3.2 Modelagem de Limites.....	119
3.2.2.3.3 - Derivada.....	121
3.2.2.3.4 Integral	130
3.2.2.4 - Fórum	133
 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	 137
 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	 141

INTRODUÇÃO

O homem não cresce só por meio das coisas de que gosta, mas também por meio das possibilidades com que consegue enfrentar as experiências difíceis.

GONZALEZ REY (2005)

Procurarei, aqui, refletir sobre a trajetória deste projeto de pesquisa dentro da minha história, buscando localizar alguns fatos que considero importantes e tentarei expor algumas ideias e dúvidas que surgiram no decorrer desta caminhada.

Sempre gostei de escola, tanto que, desde criança, adorava o ambiente escolar em que me encontrava. Tive ótimas professoras nos primeiros anos de alfabetização e fazia amigos com muita facilidade.

No chamado “Primário” ou primeiro ciclo, a maioria das aulas eram ministradas no quadro-negro, mas, cerca de uma vez por semana, íamos para a biblioteca, ficávamos agrupados em frente à tela de uma televisãozinha comum, de no máximo vinte polegadas, sentados no chão, enquanto a professora explicava que veríamos um filme. É claro que, naquela época, não havia DVD, por isso, utilizava-se o vídeo-cassete. Isso para nós (os alunos) era muito bom! Um dos meus filmes favoritos era Chapeuzinho Vermelho. Recordo que, para aprender a ler e a escrever, utilizávamos algumas cartilhas de fabricação da própria professora, que, em cima da lousa, associava as letras do alfabeto com uma fruta ou um animal ou um objeto. Apesar disso, a maior lembrança que tenho é o cheiro das folhas mimeografadas que a professora entregava para as tarefas de casa. Basta sentir o cheiro do álcool para voltar no tempo!

No final desse ciclo, recordo-me das aulas de Geometria da professora Inês¹ com cartolina, glíter e régua. Foi então que conheci algumas formas geométricas. Prestávamos bastante atenção, ela dizia que devíamos fabricar nossa própria cartilha e colocar esses cartazes na porta da geladeira ou na lateral da televisão, para facilitar a assimilação.

¹ Todos os nomes contidos neste trabalho são fictícios.

Uma das mídias que me marcou muito foi a tabuada, em que a professora “tomava” um a um utilizando tábuas em que, de uma lado havia a operação, e do outro a resposta. Os alunos eram sorteados um a um, ganhávamos uma estrelinha de papel laminado para colar na testa. Quanto mais estrelas, mais popular você era. Uma questão de *status*!

Já no Ensino Fundamental ou segundo ciclo, em uma escola pública em Monte Carmelo, uma mídia que foi bastante utilizada pela professora de Inglês da época era a fita cassete e um gravador pequeno. Ela pedia que levássemos músicas e, juntamente conosco, fazia a tradução.

Aqui eu já mostrava muito interesse pela Matemática. O professor era um senhor de 70 anos, muito bem quisto na escola e, para ministrar a sua aula, levava somente o giz, o diário e o apagador. As aulas eram proferidas de acordo com a sua memória, poderia ser sobre qualquer conteúdo, nenhum plano de aula ou papel sobre a mesa, apenas olhava para o quadro e deslanchava a matéria com muita sabedoria. Era canhoto e, quando passava a matéria no quadro, a pulseira do relógio balançava. Tínhamos muito respeito por ele. As suas aulas de Geometria eram ótimas e os círculos eram feitos com o cadarço de um aluno que lhe havia cedido.

Neste ciclo, tive o meu primeiro contato com o computador. Quando estávamos no início da oitava série do Ensino Fundamental, a escola recebeu uma doação de quinze computadores. Então, o diretor resolveu dar às últimas séries do Fundamental e do Médio um sexto horário na sexta-feira, para que um dos alunos mais velhos, que tivesse familiaridade com o computador e se dispusesse a trabalhar com os alunos, ministrasse um minicurso de Informática. Foi nesse período que aprendi a ligar e desligar um computador.

Como o número de alunos era maior que o de computadores, sentávamos em duplas e, às vezes, em trios. Por causa disso, nem sempre todos chegavam a manusear o *mouse*. Havia aqueles que já conheciam o programa e os que se dispersavam; por fim alguns alunos iam desistindo e o curso não teve aproveitamento.

Após esse trágico começo, um grupo de quatro meninas e eu fomos conversar com o diretor da escola, a fim de saber se, aos sábados, poderíamos utilizar o laboratório. O pai de uma dessas meninas (Celso) era dono de uma escola de Informática e se dispunha a dar um curso para os alunos de baixa renda. O curso teve duração de um ano e foram aprovados treze alunos, entre eles, eu.

Esse curso me ajudou em muita coisa, pois, no Ensino Médio, fui trabalhar na Escola de Informática do Celso. Queria fazer um curso de *hardware*, mas não tinha condições financeiras para pagá-lo. Então, fizemos um acordo: eu ministraria aulas de Informática na sua escola e ele me ofereceria uma bolsa integral no curso de *hardware*. Eu estudava de manhã, trabalhava a tarde e, ao final do expediente, ia para o curso.

Na escola, eu passava por um período de transição. Gostava muito de História e de Matemática, mas não sabia qual escolher para o vestibular. Embora o meu maior problema estivesse em casa: MEU PAI. Sou filha única e nunca saía de casa nem pra dormir na casa de amigas, ele sempre me buscava e odiava a ideia de ter que estudar fora. Sempre que conversávamos sobre o assunto ele distorcia ou falava: “*Ainda falta muito tempo*”!

Quando cheguei ao último ano do Ensino Médio, conversei com o meu professor de Matemática que me acompanhava há dois anos, a fim de falar sobre o meu interesse em estudar na UFU. Meu pai era muito brincalhão, conversávamos muito, mas era muito ciumento. Depois da conversa que ele teve com o meu professor, tinha outro argumento: “*Não temos dinheiro suficiente pra você estudar fora*”. Isso, infelizmente, não era desculpa, foi muito difícil, pois eu sabia que era verdade.

O curso de *hardware* tinha acabado e eu recebia um salário pequeno pelas minhas aulas, mas o dinheiro ainda era insuficiente. Restava trabalhar muito e juntar tudo que pudesse. Meu terceiro ano do Ensino Médio foi dedicado aos estudos e ao trabalho.

Ainda não havia decidido o que optar no vestibular, as notas nas disciplinas eram praticamente as mesmas, não tinha um quesito de desempate, adorava os dois professores. Foi aí que o professor de História teve um problema de saúde e afastou-se da escola. O novo professor me fez odiar a matéria, era muito desorganizado, lia o que estava no livro e fazíamos resumos da apostila do colégio. Comecei a me desinteressar e a procurar meu antigo professor de Matemática do Ensino Fundamental, para que ele contasse sobre sua vida, falasse sobre o ofício de professor e como era o curso de licenciatura que fez. Recordo-me de uma frase: “*Hoje em dia é professor somente aquele que ama o que faz!*” Ele realmente me transmitia o amor que sentia pela sua profissão e, vendo sua dedicação dia a dia, percebi que mesmo com tantas dificuldades, ele adorava o que fazia. Logo, o meu primeiro vestibular seria para Matemática.

Mas e o meu pai? Minha mãe via a minha angústia e não concordava, embora também não quisesse que fosse estudar fora. Para piorar ainda mais a minha situação, abriu um novo curso de Pedagogia numa faculdade na minha cidade. Eu estava sem saída.

Foi quando, por um súbito lapso de desespero, eu fiz um acordo com o meu pai (já é o segundo nessa história, estou ficando boa nisso!): se ele me deixasse estudar um semestre sem trabalhar e eu não passasse no vestibular, desistiria de morar fora de Monte Carmelo e faria faculdade por lá mesmo. Mas, caso contrário, se passasse, ele deixaria que fosse e faria o possível para a conclusão do meu curso de Matemática.

Ele não poderia deixar essa oportunidade, pois, no fundo, sabia que eu não desistiria fácil assim. Com uma ajuda da minha mãe, ele aceitou. Depois de acabar o Ensino Médio, pedi demissão na escola de Informática e com o dinheirinho que consegui juntar, paguei um cursinho preparatório para o vestibular em Monte Carmelo. Conteí com a ajuda de meus antigos professores na referência bibliográfica e resolução de exercícios.

Em julho de 2000, quando saiu o resultado e eu havia passado, meu pai não acreditou e, na verdade, nem eu. Estudar na UFU era um sonho, uma vitória, uma conquista! Meu pai ficou um pouco receoso no começo, mas ao final do dia, estava comemorando. Minha mãe só chorava...

Nessa época, vivenciava muitas mudanças, mudaria de casa, viveria sem a companhia dos meus pais e conheceria diversas pessoas. Meu mundo iria expandir-se finalmente. Quando cheguei à UFU, minha vontade era de abraçar o mundo, abarcar todas as oportunidades de aprendizagem e tentar ajudar o máximo meus pais a me manterem aqui, pois, afinal de contas, eu sabia que eles fariam o possível para que concluísse o curso.

No primeiro semestre de faculdade, havia uma disciplina denominada Introdução à Computação, dividida em aulas teóricas e práticas. Foi ali que fizeram meu primeiro *e-mail*, digo, fizeram porque tínhamos uma aula por semana no laboratório e eu nunca havia sequer tentado fazer um *e-mail*. Apesar de ter trabalhado três anos na escola de informática e feito diversos cursos, ainda não me havia dado conta de que não tinha um *e-mail*. O curso que ministrava de *Internet* era somente sobre navegação em *Internet*, nada de *e-mail*.

Nessa disciplina, o contato com a *Internet* era bastante restrito e, por isso, não podíamos entrar em *Internet* de bate-papo ou entretenimento. O acesso era bloqueado. Mas quando entrei na Universidade, já existia um programa chamado PROMPT que enviava mensagens de texto do seu computador para outros que estavam conectados em rede. As aulas de laboratório eram uma sala de bate-papo.

Nas outras disciplinas, as aulas eram exclusivamente teóricas e a mídia utilizada era somente o quadro-negro. Apenas em uma delas o professor de Fundamentos 1 utilizava um *software* para plotar os gráficos de algumas funções. Nesse período, também conheci o *data-show*. Mas só aprendi a ligá-lo quando fui professora, uns anos mais tarde.

No período seguinte, em minha grade curricular, constava meu primeiro Cálculo, ou melhor, minha primeira paixão. Gostava muito do professor e adorava o conteúdo. Derivar e integrar eram quase como respirar. Mas, na verdade eram mesmo, as listas de exercícios pareciam tender ao infinito e, para terminá-las antes da prova, precisávamos dormir e acordar Cálculo. Eu não reclamava, adorava todo esse processo. Era cansativo, mas sentia-me gratificada.

O terceiro período do curso de Matemática foi decisivo em minha vida acadêmica, pois meu professor de Cálculo II me fez perceber que estava no curso certo e que, um dia, eu estaria ali em seu lugar. Ali eu pude compreender o que era gostar do que fazia, da profissão. Seu quadro-negro era impecável, a didática perfeita, era um pouco cínico às vezes, mas nada que ofuscasse o brilho daquela aula. Eu o admiro muito, talvez pela semelhança física com o meu pai: um homem forte, alto, com seus cinquenta anos e cem quilos, aproximadamente. Mas o que me chamava bastante atenção era a simplicidade com que ele tratava o ensino, a facilidade de doar o conteúdo e o prazer com que ele fazia isto. Assim percebi que a minha escolha dois anos antes fora a mais correta possível.

Na Secretaria da Faculdade de Matemática, fiquei sabendo de uma monitoria remunerada de que a universidade dispunha. Seria mais um auxílio para ajudar meus pais, pois, no segundo período, eu já tinha bolsa de alimentação do R. U. (Restaurante Universitário da UFU). Além do mais, a monitoria seria de Cálculo, já que me havia identificado com a disciplina.

Depois de ter terminado a disciplina de Cálculo II, fui monitora. Geralmente, quando os alunos apresentam dúvidas com relação a determinados conteúdos, ou na resolução de exercícios, procuram ajuda nas monitorias da disciplina. Durante a Graduação, tive a oportunidade de ser monitora de Matemática por um período de dois semestres. Entre as disciplinas monitoradas, estavam as de Cálculo e outras que envolviam conhecimentos equivalentes. Enquanto monitora, trabalhando com os alunos que buscavam esclarecer dúvidas em relação aos conteúdos de Cálculo, percebi que os obstáculos que eles não conseguiam vencer estavam relacionados à Matemática estudada no Ensino Médio (funções em particular) e também no Ensino Fundamental (em grande parte, as manipulações algébricas).

O curso de Matemática continuava a todo vapor, eu já havia feito todos os Cálculos e, após as monitorias, comecei um projeto mais voltado para o ensino, intitulado “*Ação continuada com o ensino da Matemática*” pelo PIBEG, eu tinha bolsa e o objetivo do projeto era auxiliar os períodos iniciais do curso de Matemática, em particular, as disciplinas de Fundamentos 1 e 2 para que os alunos tivessem mais um apoio ou recurso.

Eu já estava no meu último ano de curso e fazia os estágios obrigatórios. Em uma escola de Ensino Fundamental, no período noturno, pude perceber o quanto somos grandes e, ao mesmo tempo, pequenos. A escola era muito pobre, ficava numa “saída” da cidade de Uberlândia e estava localizada na área rural. Os alunos eram mais velhos e a maioria fazia parte de um grupo de sem-terra que estava acampado bem próximo a escola. Somente existia uma criança de doze anos, cursando a quinta série dessa escola, que lanchava e levava uma marmita para seus irmãos. Percebi isso quando estava jantando com eles e descobri que ele se alimentava depressa para poder repetir. Os seus colegas de classe me contaram sua história. O professor de Matemática da escola era muito bom, trabalhava noções de área com modelagem, como a maioria eram agricultores, ensinava-os utilizando alqueires de terra. Ali foi a primeira vez que ouvi falar de EtnoMatemática.

Quando me formei em 2004, eu não sabia o que ia fazer, foi quando fui a uma designação do Estado e peguei dezoito aulas em uma escola na periferia de Uberlândia. Eram quatro salas, duas quinta e duas oitava séries. A escola também era pobre, mas os alunos da oitava série tinham a mesma faixa etária e se mostravam bem amigáveis. Já os da quinta série sofriam um pouco, pois, como a escola os havia separado em “repetentes” e “novatos”, com dezessete e quarenta alunos, respectivamente, os primeiros queriam atrapalhar as aulas dos outros. Vários professores saíram do colégio por causa disso, uns estavam para se aposentar. Eram alunos que não sabiam ler nem escrever direito e eu, como professora de Matemática, fui ensinar a tabuada a eles. Minha convivência com eles era tranquila, a direção da escola me dizia que a última professora de Matemática pedira afastamento por causa deles, logo nada poderia ser pior.

A minha experiência como professora do Ensino Fundamental foi assustadora, mas de certa forma positiva, porque pude viver uma realidade totalmente diferente da minha, pude perceber o que existe de crianças com falta de atenção e que, às vezes, o sistema nos obriga a tomar atitudes nem sempre corretas. Em suma, compreendi que dar aula para crianças não era o que me fazia feliz, sentia-me feliz em parte, mas não como um todo. Comecei a sentir falta das aulas de Cálculo II e daquela sensação que isso me proporcionava.

Em janeiro de 2006, participei de um concurso para professora substituta ou contratada da UFU. Havia três fases: prova escrita eliminatória, na qual deveríamos adquirir no mínimo 70% da prova, análise de currículo e prova didática.

Quando passei na prova escrita e fui fazer a prova didática, que constava de uma aula sobre um determinado tema escolhido 24 horas antes, eu queria utilizar o *data show*. Mas fui barrada, pois constava no edital que os candidatos poderiam somente usar quadro, giz e retroprojeter, utilizando o argumento de igualdade a todos.

Após ter sido aprovada, fui lecionar no curso de Engenharia Elétrica. Já havia ministrado aulas, embora fosse para uma escola de Ensino Fundamental na periferia de Uberlândia, como foi dito anteriormente. Inicialmente, parecia-me fácil abordar o conteúdo de Cálculo Diferencial e Integral I, a disciplina para a qual fui designada e que, por coincidência, foi uma das disciplinas com que mais me identifiquei na Graduação em Matemática que havia cursado.

Apesar de não receber material, a não ser uma ementa e a carga horária, dada em uma reunião feita uma semana antes do início das aulas, o conteúdo não me era estranho, aliás, muito familiar e eu ainda havia guardado as minhas anotações realizadas na Graduação. Para ampliar as minhas experiências, procurei alguns professores mais antigos que já haviam ministrado essa disciplina, para que pudessem orientar-me em meu trabalho.

Uma das coisas que mais me falavam era “*Você precisa saber o conteúdo e o resto vem com o tempo*”. Mas e a forma de exposição desse conteúdo, alguma técnica ou dica? Eu perguntava e somente ouvia a mesma resposta: “*Giz e cuspe são suficientes.*” Mesmo assim, eu estava disposta a arregañar as mangas.

No primeiro dia de aula, estava nervosa e insegura, mas fingia estar bem. No diário, constavam 70 alunos e a sala ficava no bloco B do Campus Santa Mônica. Ao entrar, havia dois alunos sentados nas carteiras do fundo da sala; quando coloquei meus materiais na mesa, perguntaram-me se eu era a professora de Cálculo I, respondi que sim e mais que imediatamente levantaram e saíram. Era irônico: o corredor lotado e a minha sala vazia. Um dos alunos colocou a cabeça para dentro da sala e me perguntou se realmente eu era a professora, novamente confirmei e ouvi um grito do corredor: “*É aula trote!*” A partir daí, os alunos começaram a entrar e enquanto fui apresentando-me, a sala foi enchendo. É claro que havia muitos alunos ali que não faziam parte da minha disciplina, ela era dada no primeiro período do curso e eu sabia que o índice de reprovação era muito alto, mesmo desconfiada continuei a aula.

Marcadas as provas, dada a bibliografia necessária, não havia perguntas e então liberei a sala mais cedo. Percebi que minha apresentação havia sido uma réplica da apresentação de alguns dos meus professores da Graduação: sem muitos questionamentos, a sala era cheia, embora o diálogo fosse entre o quadro-negro e mim, os alunos não opinavam em nada. Não havia retorno, quando perguntava se estava tudo bem apenas balançavam a cabeça em sinal positivo, era angustiante. E mais tarde, depois de algumas semanas de aula, a semelhança era ainda maior. Será que estava sendo correta com os meus propósitos de ser uma boa professora, de ministrar uma ótima aula e, principalmente, fazer com que os alunos aprendessem?

Com o decorrer do tempo, a sala estava cada vez mais vazia, alguns alunos não frequentavam as aulas. Como não fazia chamada, percebi que metade dos alunos não comparecia à aula, já outros chegavam e saíam rapidamente. Eu não entendia, pois sabia que o conteúdo era extenso e que os horários de aula às sete e dez da manhã, não me favoreciam, mas poderia ser culpa minha também.

Assim, comecei a me questionar sobre a clareza do conteúdo, se realmente estavam aprendendo e por que alguns preferiam estudar sozinhos. Tinha um grupo de sete alunos sentados próximos à minha mesa que compareciam a todas as aulas e prestavam bastante atenção. Resolvi, após o meu horário, conversar com eles sobre o que estava acontecendo.

Ao questioná-los, respondiam que estava tudo bem e que estavam aprendendo. Não me dando por satisfeita, fui novamente recorrer a um professor que lecionava Cálculo I para a Engenharia Mecânica e para o meu espanto ele me disse: *“Com o passar do tempo, sua sala vai ficar mais vazia, depois da primeira prova, a maioria desiste, vai melhorando”*. Saí de lá chateada. Será que eu não podia fazer nada para mudar aquela realidade? Seria assim e iria continuar sempre assim?

Não queria que a minha realidade fosse a mesma de tantos outros. Queria poder ajudar não os sete alunos que sempre iam às aulas e copiavam tudo, mas aqueles que dormiam em sala, chegavam atrasados, desmotivados ou mesmo aqueles que nem compareciam. Eu precisava de ajuda, mas quem poderia auxiliar-me? Já que os outros professores ditos experientes aceitavam a realidade imposta a eles.

Minha preocupação se tornou maior quando corrigi a primeira prova envolvendo limites, as notas tendiam a zero. Foi então que resolvi sentar com os alunos na aula posterior a prova, pois como havia combinado com eles, eu somente daria as notas aos alunos que comparecessem à vista de prova. Quando entrei, a sala estava cheia.

Cheguei de cara feia, embora estivesse aberta a discussão. Corrigi a prova junto com eles e, ao final, questionei-os sobre o que era preciso ser feito para que isso não acontecesse mais. Pedi para que arrancassem uma folha e que, no máximo em cinco linhas, dissertassem os maiores problemas que haviam encontrado em minhas aulas e que me entregassem ao final. Para que dessem mais seriedade ao meu pedido, avaliei aquela folha em cinco pontos, era pouco, embora fosse mais que a nota da maioria deles em minha prova.

As respostas foram variadas, mas convergiam para três coisas: o conteúdo é entediante, não viam aplicação nenhuma com a realidade e as aulas no quadro-negro estavam ultrapassadas. Diante disso, eu tinha um enorme problema pra resolver, pois no conteúdo eu não poderia mexer e, por enquanto, o quadro-negro e giz era a única forma que conhecia de ministrar aulas. Por isso, inicialmente, preocupei-me com a aplicabilidade do conteúdo. Foi feito um levantamento bibliográfico e a revisão dos conteúdos, sendo que o assunto seguinte a ser tratado em sala seria derivada. Na aula inicial, levantei alguns problemas como taxa de variação de energia, linearidade de correntes, coeficiente angular da reta etc. Enfim, assuntos que envolvessem o Curso de Engenharia Elétrica e tivessem embutida a derivada em sua resolução. Assim, surgiu a modelagem Matemática em minhas aulas. Antes de qualquer teoria, surgia a aplicabilidade.

A segunda nota dos alunos foi bem melhor. Mas ainda existiam dois problemas para serem resolvidos: o conteúdo entediante e as aulas somente no quadro-negro. Não havia maneira de mudar o conteúdo, talvez com uma aula mais inovadora, não deixando seus verdadeiros propósitos, poderia resolver ambos os problemas.

Um dos alunos era programador de computadores e me trouxe uma apresentação produzida no *software* Maple da área de uma superfície esférica, trabalhada na aula anterior. E me questionou sobre o uso da tecnologia em aula. Por que eu não as usaria? Eu achei uma ótima ideia, mas eu não sabia nada de construção em 3D ou de programas como o Maple ou qualquer outro que me desse a oportunidade de melhorar as minhas aulas.

Sei que se encontram hoje significativa parte dos estudantes já acostumados a exercer sua autoria em ambiente digital, tanto individual (*blogs*; fóruns) quanto coletiva (*wikis*; *websites* em equipe), e que percebem o conhecimento como algo mais fluido e em constante atualização, acessível por meio de mecanismos de buscas hipertextuais, como por exemplo, o Google, e em redes de trocas de arquivos (*peer to peer*) em que se compartilham textos de livros, filmes, enciclopédias, músicas entre outros tipos de informação.

Entretanto, por mais que conhecesse alguns *softwares* e navegasse bastante pela *Internet*, eu ainda estava aprimorando-me e não sabia utilizar as novas tecnologias com segurança. A tecnologia apresentava-se como meio, como instrumento para colaborar no desenvolvimento da aprendizagem. Não seria a tecnologia que iria solucionar ou resolver o meu problema educacional. Sei que ela poderia colaborar, no entanto, se fosse usada adequadamente, para o desenvolvimento educacional dos alunos.

Então restava atualizar-me, procurar pessoas que poderiam falar sobre o assunto e ajudar-me. Lembrei que, na Graduação, havia um professor no Curso de Matemática que começara a introdução de programas matemáticos, como o *Winplot*, o *Cabri* e o *Matlab* nas aulas de Oficina Pedagógica do Curso. Resolvi procurá-lo para orientar-me em alguma bibliografia ou indicar-me alguma pessoa que me esclarecesse e orientasse. Ele me disse que uma aluna da Graduação do Curso de Matemática o havia procurado com o propósito de realizar uma Iniciação Científica no Cálculo, para ser mais exata, era no projeto PIBEG. Sentamos os três e dessa reunião surgiu nossa pesquisa: TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO ENSINO /APRENDIZAGEM DE CÁLCULO. A nossa proposta era introduzir as TIC nas aulas de Cálculo I, para mediar o processo educativo.

Enquanto trabalhava com as TIC em sala de aula, esse professor e eu cogitávamos a ideia de meu ingresso no Mestrado em Educação aqui na Universidade Federal de Uberlândia. Para que isso ocorresse, eu deveria redigir um projeto contando a minha pesquisa na UFU, além de fazer uma prova escrita, uma entrevista e ter a análise de currículo. Eu tinha muito medo de tentar e fracassar, pois em toda a minha Graduação, não tive contato suficiente para abarcar em uma discussão pedagógica sobre o ensino.

O Curso de Matemática foi ótimo, adorei, mas não me deu possibilidades de enfrentar outros assuntos que não fossem inteiramente ligados ao currículo do Curso. Apesar de fazer diversas disciplinas pedagógicas, ainda não me sentia preparada para enfrentar o Mestrado. Resolvemos que a entrada deveria ocorrer somente no ano, seguinte, enquanto isso, eu me dedicaria mais aos estudos e à minha pesquisa. Em janeiro de 2008, saiu o resultado das provas do Mestrado e eu havia sido aprovada.

O meu contrato de professora substituta estava no fim, terminaria em junho daquele mesmo ano. Então, resolvi tentar a bolsa de estudos do Mestrado e, após muito trabalho para comprovação de documentos, relatórios e pesquisa, em abril de 2008, fui contemplada com a bolsa CAPES. Infelizmente, eu não podia continuar lecionando e recebendo bolsa, foi aí que tive de fazer mais uma escolha. Como meu contrato estava acabando e eu deveria ministrar aulas somente mais dois meses, desisti de atuar como professora momentaneamente. Isso foi muito triste, pois deixei minhas turmas no meio do semestre, embora não tivesse outra escolha a fazer.

Nossa pesquisa continuou, com a ajuda de duas professoras da Faculdade de Matemática, que lecionavam Cálculo para cursos distintos. Com elas ficava a responsabilidade pela apresentação do conteúdo teórico, marcação de provas e disciplina. O acompanhamento virtual dos alunos, a apresentação do *software* e também a apresentação de trabalhos anteriores eram feitos pela pesquisadora e demais componentes do grupo de pesquisa.

Logo, com o intuito de identificar e explicar alguns dos caminhos percorridos e contornados até a escolha do nosso objeto de estudo, ressaltarei alguns pontos considerados por mim importantes em minha história. Relembrando que esta pesquisa teve início em 2006 (quando ainda era professora contratada pela UFU) e que nesses últimos três anos, desenvolvemos um trabalho coletivo, na disciplina de Cálculo, envolvendo professores e alunos bolsistas da Universidade, com o objetivo de utilizar um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) para apoiar o ensino presencial desenvolvido nas salas de aula e nos laboratórios de Informática.

Com o objetivo de produzir mais uma possibilidade para o ensino e aprendizagem de Cálculo, fundamentada em toda essa trajetória, a nossa pergunta de pesquisa foi assim delineada: como construir um ambiente de aprendizagem que possibilitasse uma integração dos momentos educativos desenvolvidos na sala de aula, no laboratório de Informática e no Ambiente Virtual de Aprendizagem?

CAPÍTULO I

Desafios e Perspectivas sobre Processo de Ensinar e Aprender Cálculo

1.1 O Atual Cenário

Percebemos que a ferramenta fundamental do professor para chegar à conclusão de seu objetivo não é o giz e o apagador, nem mesmo uma tecnologia mais avançada. O que torna uma aula muito especial é a própria presença do professor, com suas características pessoais, semelhantes, em certo sentido, às de um ator, de um diretor de orquestra, mas, principalmente, às de um coordenador de pensamentos (BARUFI, 1999).

O discurso do professor é o grande e poderoso instrumento que lhe permite exercer o papel de coordenação no processo que se desenrola com o seu grupo de alunos. Por meio dele, várias características, muitas vezes apenas implícitas, são explicitadas e, portanto, manifestas. Não é apenas ao discurso específico e matemático que nos referimos, mas a toda uma gama extremamente variada de ações e reações que ocorrem na sala de aula, tanto por parte do professor como dos estudantes.

Acredito ser necessário refletir sobre como nossos alunos processam o conhecimento, como eles aprendem, a fim de podermos organizar nossos mecanismos de ensino. De acordo com uma pesquisa feita por Libâneo (2001),

O que os alunos criticam é o ensino tradicional, isso é, um sistema de relações centrado apenas na didática da transmissão de informação que reduz o estudante a um sujeito que recebe passivamente essa informação (LIBÂNEO, 2001, p. 5)

Como tradicional, nós entendemos que a Universidade se desvincula das transformações da sociedade e não abarca em seu processo ensino-aprendizagem uma metodologia e recursos didáticos que favoreça a inserção do aluno na sociedade atual. De acordo com Zabalza (2004, p. 188) “a aprendizagem depende da inteligência, da motivação, do esforço, entre outros que o aluno possa dedicar a sua formação”.

Cunha (2005, p. 9), argumenta que: “o aluno é o centro do processo ensino-aprendizagem e que é nele que as estruturas cognitivas precisam se formar”. Entretanto, para que esse aluno aprenda significativamente é importante que não haja dúvidas sobre uma das peças fundamentais da docência, o professor. Zabalza (2004, p.105) esclarece que as universidades são “instituições formativas, ninguém deveria desprezar nem o papel dessa função primordial, nem a importância daqueles que a exercem”. Vivemos tempos de revolução tecnológica globalizada. Se nós, profissionais da educação, não a acompanharmos tanto no âmbito escolar, quanto na vida cotidiana, estaremos fadados ao fracasso.

[...] enquanto praticamente todos os outros campos de trabalho sofreram uma profunda reorganização, no último século, devido a introdução constante de novos instrumentos e novas tecnologias, o ensino continua largamente idêntico ao que era, como se os novos utensílios e as novas técnicas, quando apareceram, tivessem sido simplesmente absorvidos pela organização do trabalho sem que ela fosse substancialmente modificada (TARDIF; LESSARD, 2005, p. 175).

Com o surgimento da *Internet* e da Sociedade do Conhecimento, apareceram novos modos de se produzir conhecimento. Entre as novas tecnologias aplicadas à Educação, podemos citar a utilização de ferramentas colaborativas como ambientes virtuais de aprendizagem. Com o advento das tecnologias, presenciamos uma nova forma de ensinar, que não está centralizada nos recursos didáticos, mas também em outras metodologias utilizadas pelo ensinante.

Nós já sabemos que a aceleração propiciada pela tecnologia e a quantidade enorme de informações a que estamos expostos diariamente habitam o cotidiano dos milhares de alunos e professores que frequentam as universidades. Diante desse contexto, surgem diversas cobranças em relação ao papel desempenhado pelo professor e à aprendizagem dos alunos.

Hoje, no interior das universidades, aparece um novo desenho em sala de aula, o professor e o aluno estabelecem uma nova relação: o aluno não está mais submetido às quatro paredes, nem à postura de recepção que sempre se observou na escola, em que o professor transmitia, na maioria das vezes, um conhecimento pronto e acabado.

Pensamos que a Universidade não constitui uma redoma em relação à sociedade, ou seja, ela está inserida em um contexto social maior que ultrapassa seus muros. Nesse sentido, vivenciamos uma sociedade da informação e comunicação, que demanda à

Universidade um repensar a sua prática, o que implica atentar para a metodologia e para os recursos didáticos utilizados.

Sendo assim, o centro do desenvolvimento e do processo ensino-aprendizagem nas salas de aula das universidades passaria a ser a interação do educando e do seu papel ativo no processo de construção do conhecimento. Almeja-se que o ensino deixe de ser despersonalizado e passe a fornecer meios ao aluno para que construa o papel de sujeito de sua própria história; já a figura do professor seria descentralizada, fazendo com que o conhecimento fosse construído coletivamente. Assim, o aluno e o professor teriam a oportunidade de serem autores de seu próprio aprendizado.

O vínculo da Universidade com a sociedade não está estritamente na inserção das novas tecnologias, isso é, além de auxiliar a introdução destas tecnologias, a sociedade poderia contribuir na forma como essa Universidade fará uso das TIC no processo ensino-aprendizagem, pois percebemos ser possível utilizar os recursos tecnológicos e realizar uma aula tradicional.

Entendemos que a Universidade deve-se preparar de acordo com a demanda da comunidade para lidar com alunos, com professores e com tecnologias. Também parece ser pertinente adaptar seus cursos aos formatos e dinâmicas necessários ao mercado que é essencialmente tecnológico. Um grande desafio atual dos educadores de todos os níveis é tentar utilizar a bagagem cultural de informações que os alunos adquirem nas suas diferentes formas de interação no desenvolvimento do Trabalho Educativo.

Com o avanço e com o crescimento das tecnologias, as exigências educacionais e sociais sobre o professor aumentam a cada dia, despertando a necessidade de que ele esteja sempre em construção e, conseqüentemente, em constante atualização e formação contínua.

1.2 O Contexto do Processo de Ensinar e Aprender Cálculo

Nas últimas décadas, notou-se a ocorrência de diversos debates a respeito de temas relacionados à Educação Matemática. A diversidade de tópicos abrange todos os níveis de ensino (Fundamental, Médio e Superior) nos aspectos relacionados ao processo de ensino e aprendizagem dos conhecimentos matemáticos. No Ensino Superior, de acordo com Malta (2004), as preocupações convergem para as disciplinas

iniciais dos cursos da área das ciências exatas, devido ao número crescente de reprovações. Especificamente sobre o ensino de Cálculo, existem algumas linhas de pesquisa já contempladas e outras em desenvolvimento.

No ensino de Graduação da Universidade Federal de Uberlândia, a maioria da grade curricular dos cursos de exatas divide o estudo de Cálculo Diferencial e Integral em quatro disciplinas separadas, mas interligadas entre si, conhecidas como Cálculo 1, 2, 3 e 4. De forma que o Cálculo 1 encontra-se na base de uma sequência de conhecimentos dos Cálculos e de muitas outras disciplinas dos Cursos de Matemática, Física, Química, Geologia, Engenharia, entre outros. Assim, costuma-se considerá-la como uma disciplina fundamental para a compreensão das demais.

No entanto, apesar desse reconhecimento, essa disciplina tem sido responsável por inúmeras reprovações em diversas universidades e estimulado muitos alunos a desistirem do Curso Superior e, de acordo com Cury (1999), a dificuldade na aprendizagem dos conteúdos da disciplina Cálculo Diferencial e Integral é uma realidade não apenas das Instituições de Ensino Superior brasileiras, mas também das Instituições de Ensino Superior internacionais.

As reprovações repetidas em uma ou em várias disciplinas levam ao que se denomina de retenção e, juntamente com a evasão, são situações frequentemente apontadas como problemáticas na formação realizada nos cursos de Exatas. De Souza, Alves e Rios (1998) apresentam alguma consideração:

Um grande problema que ocorre nos cursos de Engenharia é o dos altos índices de evasão e retenção dos alunos, principalmente quando estes estão cursando os ciclos básicos de seus cursos. Do nosso ponto de vista, estes índices mantêm uma relação estreita com a forma de organização curricular dos cursos de Engenharia e, principalmente, com a desvinculação dos conteúdos ministrados nos ciclos básicos em relação com o ciclo profissional. Por evasão dos alunos, entende-se o abandono do Curso, uma transferência para outra modalidade de engenharia ou mesmo transferência para um Curso diferente daquele em que estavam originalmente matriculados. Com relação à retenção, o aluno, apesar de sofrer várias reprovações, não abandona o Curso, e fica na faculdade um tempo maior que o necessário para se formar (DE SOUZA; ALVES; RIOS, 1998, p.896 – 897).

A polêmica sobre as reprovações, a retenção e a evasão ora se centra em aspectos da estrutura e de funcionamento do Curso, ora nos alunos e, em muitos momentos, são focalizadas algumas disciplinas como as mais problemáticas.

Geralmente, são as disciplinas da área de Matemática ministradas nos ciclos básicos dos cursos de Exatas que são citadas em trabalhos científicos apresentados em congressos, fóruns de debates e relacionadas com os problemas de reprovação, retenção e evasão. Cury e Piment (2001), no trabalho: “Análise de atitudes de calouros de Engenharia em relação às Ciências e à Matemática” assinalam que “O ensino de Cálculo tem sido responsabilizado pelo alto número de reprovações e desistências de alunos calouros nos cursos de Engenharia”. Segundo os autores, é necessário oferecer uma boa e sólida base nas disciplinas Matemáticas, para que os alunos possam, posteriormente, aproveitar ao máximo as disciplinas do ciclo profissionalizante. Souza Júnior (2000) comenta que: “No Brasil, o ensino de Cálculo têm sido responsabilizado por um grande número de reprovações e de evasões de estudantes universitários”.

Além disso, Fernandes Mello e Mello (2001) ressaltam que a disciplina Cálculo Diferencial e Integral na Universidade do Ceará, no período de 1980 a 1994 também apresentava altos índices de reprovação gerando “... outro resultado agregado altamente indesejado: a evasão” (p. 3).

A realidade no estado de São Paulo também não é diferente. Bean (2004) aborda um estudo realizado na Unicamp no período de 1993 a 1996, onde reporta que as disciplinas de Cálculo de uma Variável e Cálculo de Várias Variáveis, obtêm entre os alunos matriculados, aproximadamente 40% de reprovação. Acarretando diversos problemas como, por exemplo, o fato de que “o aluno acaba se afastando da matéria, aprendendo principalmente com o objetivo de tirar notas nas provas e conseguir sua aprovação na disciplina” (BEAN, 2004, p. 2).

Barufi (1999), ao examinar os resultados entre 1990 e 1995, na Universidade de São Paulo, observa médias de aproveitamento nas disciplinas de Cálculo muitas vezes sofríveis. Ela apresenta o exemplo do Instituto de Matemática e Estatística (IME/USP), onde ocorreu a transformação de dois cursos semestrais num único curso anual. Explica que, mesmo com esta estratégia não houve uma significativa melhoria da situação:

De fato, verificamos que no ano de 1995, a taxa de não aprovação – isto é, reprovação por nota ou por falta, ou desistência – em MAT 135 (Cálculo para Funções de uma Variável Real) foi de 66,9%, e, em MAT 131 (Cálculo Diferencial e Integral), de 43,8%. (BARUFI, 1999, p. 3)

Também constatamos que esta realidade não é somente dos cursos de Engenharia, em uma pesquisa realizada na Universidade Federal do Ceará, Barbosa e Neto (1995) destacam:

Se levarmos em conta percentuais de aprovação por turma, em determinados casos estes percentuais são baixíssimos, como ocorre com a turma A (alunos do curso de Matemática), com 9,4 % de aprovação; a turma B (alunos dos cursos de Estatística, Engenharia Química), com 11% de aprovação e a turma F (alunos do curso de 1995Geologia), com 6,3 % apenas. (BARBOSA e NETO, 1995, p.2)

Cury e Piment (2001) também detectaram problemas no processo ensino-aprendizagem das disciplinas da área de Matemática, nos quais assinalam que muitas das falhas na formação Matemática são advindas do nível Fundamental ou do Médio e da falta de motivação do aluno.

Além disso, as dificuldades observadas no ensino e na aprendizagem de Matemática podem estar ligadas às crenças assumidas pelos professores e transmitidas aos alunos desde o Ensino Fundamental. Crenças essas que formam um conjunto de atitudes desfavoráveis à Matemática, em geral, e ao Cálculo Diferencial e Integral, em particular.

Os dados apresentados nos mostram que o problema de reprovação no ensino de Cálculo não está restrito aos cursos de Matemática, mas também aos cursos de Engenharias, Física, Química, Biologia, Administração, ou seja, em qualquer curso em que essa disciplina se faz presente, seja na área de exatas, de biológicas ou de humanas, ela é motivo de queixas e preocupações por parte de alunos e professores. Para PALIS (1995, p. 22), “Estes índices já apontam a necessidade de se buscarem alternativas de ação pedagógica que, aliados a outras medidas, possam dar conta desses problemas, que, desde muito tempo, subsiste na Universidade”

Outro obstáculo em se trabalhar com o Cálculo Diferencial e Integral está relacionado à falta de base Matemática dos alunos ou à falta de maturidade no trabalho com a Matemática. Geralmente, essas discussões passam a abordar o processo educativo desenvolvido na Educação Básica e a questão dos processos seletivos de ingresso nas Universidades.

Cury (2000) aponta que a falta de curiosidade dos alunos em busca do saber é um dos implicadores nesse processo, pois a aprendizagem é estabelecida mediante a busca

peçoal e espontânea. Dessa forma, os estudantes só estarão aptos a adquirir novos conhecimentos quando sentirem prazer na busca e, certamente, daí surgirão as dúvidas e a necessidade de saná-las.

Existe um grupo de Educação Matemática no Ensino Superior, criado no ano 2000, que continua reunindo-se em eventos apoiados pela SBEM até os dias de hoje. Marin (2009) ressalta que o número de pessoas interessadas no processo de ensinar e aprender Matemática na Universidade cresceu muito após a criação deste grupo, principalmente relacionado “a problemática do Cálculo”.

Esse grande número de trabalhos acerca do tema de Cálculo indica a preocupação de pesquisadores em Educação Matemática com o cenário dos cursos de Cálculo, tanto nas Universidades Brasileiras quanto em outros países.

1.3 Saber docente do Professor Universitário de Cálculo

Além do problema das reprovações e da evasão, outro fator importante e muito citado pelos alunos é a metodologia utilizada pelo professor, sendo o mais mencionado como causa da não aprendizagem da disciplina de Cálculo. Nesse aspecto, as críticas estão direcionadas principalmente à forma com que o professor aborda os conteúdos em sala de aula. D’Ambrósio (1993) nos diz que

Sabe-se que é comum um professor dar aulas, repetido anos, na mesma série. Sobretudo nas Universidades, é muito comum o professor que, repetidamente, às vezes até por vinte anos, leciona Cálculo II. Dificilmente se poderia pensar em maior absurdo. Deve ser tolerado um máximo de três anos para se ensinar numa mesma série ou disciplina, principalmente se tratando de professores de Matemática. Para as demais disciplinas, há uma reciclagem do conhecimento que resulta da própria dinâmica do conhecimento disciplinar. Por exemplo, um professor de geografia política não consegue dar aulas com o mesmo conteúdo nem mesmo no Curso de um ano. No caso da Matemática, a atitude falsa e até certo ponto romântica de que a Matemática é sempre a mesma e a crença de que o que era há dois mil anos atrás ainda é hoje produzem verdadeiros fósseis vivos entre nossos colegas (D’AMBRÓSIO, 1996, p.105).

Atualmente, entendemos que existe uma necessidade de reconstrução da identidade profissional do professor do Ensino Superior. Observamos que muitos se autodefinem como matemáticos, estatísticos, médicos, dentistas, sociólogos, entre outros, de acordo com sua especialidade. Não se referem como “professores de...” apesar de ministrarem aulas para os respectivos cursos de Graduação. Um grande desafio no trabalho educativo no interior da Universidade está relacionado à preparação adequada para a docência.

A Matemática, embora seja senso comum que deva ser apoio e fundamento para outras matérias como, por exemplo, a Física ou Resistência dos Materiais, aborda assuntos desvinculados de suas aplicações. O professor absorveu a ideia de que a ele cabe apenas transmitir os conceitos e as técnicas da Matemática, cabendo aos outros das disciplinas que a têm como pré-requisito fazer o uso dela, como, por exemplo: o professor de Matemática ensina derivadas e integrais; o professor de Física usa esses conceitos para ensinar mecânica ou eletricidade e os professores da Resistência dos Materiais ou Termodinâmica utilizam conceitos físicos para ensinar os fundamentos de suas disciplinas.

No entanto, como o conteúdo poderia ser trabalhado? Seria talvez em uma disciplina de projeto, no final do Curso, quando todos os pré-requisitos tiverem sido concluídos? Será que assim o aluno retomará os conceitos teóricos estudados anteriormente para serem utilizados em uma outra situação? E o aluno? Saberá buscar algo que a situação em estudo requeira e que por ventura não tenha sido ensinado? Comumente isso não acontece. Franchi (2002, p. 51) afirma que

Professores de etapas mais adiantadas do Curso, ao tentarem utilizar Matemática em suas disciplinas, frequentemente têm que retomar os conceitos teóricos que necessitam. Detectam que, passado algum tempo, o aluno não domina o conceito, pouco sabe sobre a técnica nem sempre tem ideia de como buscar recursos para tratamentos mais gerais ou elaborados. Será que o livro didático seria a melhor escolha na busca desses recursos? Como o conteúdo de Cálculo é tratado pelos autores? (FRANCHI, 2002, p. 51).

1.4 Livros didáticos de Matemática

Mesmo em tempos atuais, observamos que vários professores ainda possuem uma forma ímpar de trabalhar com a Matemática, que na maioria das vezes se encontra desligada das aplicações. Isso, geralmente, foi característica dos cursos de Graduação em que a Matemática aparecia como disciplina básica. Grande maioria dos livros² didáticos destinados as disciplinas do Ensino Superior retratam isso. Livros publicados entre 1950 e 1970 conservaram a mesma estrutura de apresentação dos conceitos: definição, teorema, demonstração e exemplos abordando assuntos exclusivamente matemáticos. Entre esses tipos de publicações encontram-se: O Cálculo com Geometria Analítica de L. Leithold (1977 – primeira edição) e Cálculo e Álgebra Linear de Kaplan & Lewis (1972).

Uma das possibilidades adotada por alguns pesquisadores e autores já há algum tempo é o fato de se trabalhar Cálculo Diferencial e Integral na resolução de problemas cotidianos ou na construção de modelos matemáticos, como podemos perceber no livro “Cálculo” de Munen & Foulis (1982) envolvendo problemas de Geometria, Física, Economia e Ciências Biológicas na resolução de alguns exercícios. Há também livros que enfatizam abordagens intuitivas motivadas por aplicações, como o Cálculo com Geometria Analítica de G. Simmons (1987) e L. Leithold (1988) em “Matemática Aplicada a Economia e Administração” que organiza o conteúdo de Cálculo por meio de uma forma evidente e utiliza uma variedade de aplicações reais que incentivam a assimilação do conteúdo.

Já na década de 1990, encontramos alguns livros que, além da aplicação Matemática, requerem o uso de Calculadoras ou *Softwares* Matemáticos. Entre estes, podemos citar “Cálculo com Geometria Analítica” de Edwards Jr. e Penney (1997), “Cálculo” de Stewart (2001) e “Matemática Aplicada a Administração e Economia” de S. T. Tan (2007).

“Cálculo com Aplicações: Atividades Computacionais e Projetos” de V. L. X. Figueiredo, M. P. Mello e S. A. Santos (2005) é um livro de apoio para as disciplinas de Cálculo de uma e várias variáveis, que também incorpora a tecnologia, mas por meio de atividades computacionais e projetos, utilizando *softwares* como o *Mathematica*.

² Os livros aqui citados foram utilizados em algum momento pela pesquisadora, seja como aluna da graduação ou professora.

Conforme apresentamos anteriormente, observa-se que nas últimas duas décadas existiram algumas iniciativas de professores interessados em aprimorar o processo educativo nas aulas de Cálculo.

1.5 Aplicações e Modelagem Matemática

Sabemos quão embaraçoso é justificar para os alunos o porquê da importância de estudarem Cálculo. É comum, em sala de aula, emergirem perguntas relacionadas ao lado aplicável dos conteúdos abordados na disciplina, cujas respostas nem sempre são satisfatórias, seja por transcenderem os limites da nossa ação como docentes seja pela crença de que esta atribuição seja dos profissionais dos outros cursos.

O desconhecimento dessas justificativas, na maioria das vezes, tem levado os docentes de Matemática a darem prioridade ao ato de transmissão de conhecimentos em detrimento das interligações entre o seu conteúdo com o de outras disciplinas e em prováveis aplicações posteriores.

Baseando-nos em nossas experiências, quando os alunos percebem que os conteúdos correspondem às suas expectativas, isso é, conseguem relacioná-los a prováveis situações reais a serem vivenciadas no futuro, quase sempre procuram assimilar os conhecimentos transmitidos e desenvolver habilidades com maior rapidez. Martins (1990) afirma que o aluno está motivado quando o que está sendo ensinado tem algum significado para ele, isso é, quando satisfaz alguma de suas necessidades, quando lhe abre perspectivas de atingir algum objetivo.

Assim, uma das alternativas para uma aprendizagem significativa do conteúdo de Cálculo seria a Modelagem Matemática, para que os alunos pudessem construir a relação entre o que está sendo apresentado a eles em sala de aula e atividades do seu cotidiano. Em sua tese de Doutorado, Franchi (2002) aborda uma proposta curricular de Matemática para cursos de Engenharia utilizando Modelagem Matemática e Informática, afirmando que:

Apresentar os conceitos com referência na realidade pode facilitar a compreensão. A partir da análise de uma situação real é possível fazer com que o aluno percorra as etapas de aquisição do conhecimento: iniciando pelo aspecto afetivo (onde ele deve sentir a Matemática presente e ter dela uma compreensão prévia), passando pela interpretação e busca de significado, chegando à compreensão. Conceitos bem compreendidos podem ser aplicados com mais facilidade (FRANCHI, 2002, p. 51).

D'Avoglio (2002) também realizou uma pesquisa com um grupo de estudantes de Cálculo Diferencial e Integral e registra, em sua dissertação de Mestrado, que teve como objetivo verificar se a introdução do conceito de derivada de uma função num ponto, a partir do conceito de velocidade instantânea, poderia favorecer seu aprendizado. Assim, faria com que os alunos participassem da construção de seus conhecimentos e sentissem a necessidade de um novo instrumental que pudesse resolver problemas, cujos enunciados contivessem dados de sua realidade de modo que despertasse, de maneira substantiva (não-litera) e não arbitrária, seus conhecimentos prévios, tornando sua aprendizagem significativa.

Em seu estudo, foi elaborada uma sequência didática, composta de sete atividades, envolvendo conceitos básicos de Cinemática, familiares desde o Ensino Médio a uma população de alunos que iria iniciar o Estudo de Derivadas. Ao término de sua pesquisa concluiu que:

Pela produção dos alunos e pela discussão das respostas no final de cada atividade, foi possível perceber que eles entenderam que a velocidade instantânea pode ser calculada como o limite da velocidade média num intervalo de tempo de amplitude tendendo a zero e, na última atividade, que a derivada de uma função num ponto é uma generalização da velocidade instantânea. Esses resultados nos fazem acreditar que a opção de introduzir o conceito de derivada de uma função num ponto, a partir do conceito de velocidade, bastante familiar aos alunos, fazendo parte de seus conhecimentos prévios, contribuiu bastante para sua aprendizagem, fazendo com que eles vissem sentido no que estavam aprendendo e fosse despertado o seu interesse em relacionar, de maneira substantiva e não arbitrária, o novo conhecimento aos seus conhecimentos prévios, tornando assim, a sua aprendizagem significativa (D'AVOGLIO, 2002, p.60).

Outro trabalho envolvendo Modelagem Matemática foi o de Figueiredo e Santos (1997) intitulado “O Computador no Ensino de Cálculo: O problema do lixo na UNICAMP e outras aplicações”. O objetivo desse projeto foi utilizar o Cálculo como ferramenta na resolução de problemas reais e atuais, além de alertar os alunos para essa questão social de extrema importância. O conteúdo que foi trabalhado em sala, nesse estudo, foi o de coordenadas polares, restando ao aluno, juntamente com o mapa do Campus da UNICAMP, marcar um ponto para ser o polo e uma direção para ser o eixo polar. Com isso, foram sugeridas diversas atividades, entre elas que o aluno deveria observar os locais mais sujos e os mais limpos a fim de formar ângulos entre o polo e os restaurantes, achando o contorno do Campus por curvas polares etc.

De acordo com Figueiredo e Santos (1997)

O tema trabalhado nos projetos foi considerado importante e atual. Segundo os alunos, além de ajudá-los a estudar mais, os projetos criaram a oportunidade de se por em prática o que foi aprendido ao longo do Curso, cumprindo o papel de reduzir a evasão e preparando-os para a vida profissional. Esse Curso, difícil para a maioria dos alunos foi considerado bem elaborado e, por meio da estrutura de apoio, tornou-se mais fácil e atraente, saindo da rotina livro/caderno e criando um maior envolvimento dos alunos com a disciplina. (FIGUEIREDO; SANTOS, 1997, p. 117)

Diversos caminhos são tomados para suprimir os problemas no ensino de Cálculo, mas o que nos indicam muitos desses artigos é que o uso das TIC tem sido uma tendência internacional (ARAÚJO, 2002).

1.6 – A Utilização de *Softwares* no Processo de Ensinar e Aprender Cálculo

Ultimamente, observa-se um número crescente de pesquisas envolvendo a utilização das TIC no processo de ensinar e aprender Matemática no Ensino Superior. Souza Júnior (2000) descreve que, a partir do final da década de 1990, observa-se um aumento do número de iniciativas individuais de professores universitários ou de grupos

constituídos por professores e alunos da Graduação e Pós-Graduação no interior das Universidades Brasileiras. Eles desenvolveram trabalhos educativos relacionados às Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) no processo de ensinar e aprender Cálculo Diferencial e Integral.

Um marco importante desse movimento de se utilizar um determinado *software* no processo de ensinar e aprender Cálculo foi o encontro: “A Informática no Ensino da Matemática”. Esse evento foi financiado pelo programa PADCT/CAPES e organizado por professores do Instituto de Ciências Matemáticas de São Carlos (ICMSC-USP), realizado nos dias seis e sete de novembro de 1997. Possibilitou o compartilhamento das ações desenvolvidas nessa área no país. Os organizadores acreditaram que o evento foi “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. 03)

Marin (2009), na sua pesquisa sobre os professores de Matemática que usam a Tecnologia de Informação e Comunicação no Ensino Superior, apresenta o contexto em que esses profissionais desenvolvem sua prática educativa nas aulas de Cálculo e revela uma grande variedade de *softwares* utilizados nos diferentes trabalhos educativos.

Uma das maneiras que se tem encontrado para enfrentar o desafio de trabalhar com as TIC nas aulas de Matemática no Ensino Superior tem sido a de organizar trabalhos coletivos. O paradigma presente neste trabalho educativo foi abordado por Souza Junior (2000), que destaca a importância do trabalho coletivo no desenvolvimento de atividades que envolvam a utilização da informática nas aulas de Cálculo.

Existem muitos trabalhos envolvendo a utilização das TIC no Ensino Superior. Como percebemos no Doutorado de Dallanese (2006), em que foi privilegiado o diálogo entre professor, alunos e tecnologias. Ele buscou identificar e compreender argumentos e metáforas utilizados por um grupo de vinte alunos de Pós-Graduação em Educação Matemática. A visão adotada com relação à tecnologia foi a de prótese, no sentido de que ela proporciona ao aluno fazer coisas diferentes do modo que faria sem ela.

Com o intuito de trabalhar com textos distintos, ora oferecendo tarefas em que os alunos interagiram com o computador, ora oferecendo uma tarefa em que a prótese era uma canaleta feita de cano PVC, bolas de tênis, bola de pingue-pongue, cronômetro e trena, foram utilizados os programas “*Tools for Enriching Calculus*” e também “*Journey Through Calculus*” ambos de autoria de James Stewart e parcerias. Os cds

desses programas foram doados ao pesquisador pela editora do livro do autor. Nas considerações finais da sua pesquisa Dallanese (2006), comenta que:

O processo de compreender taxa média e taxa instantânea de variação não é o caso apenas de uma passagem de uma forma analítica a outra ou de um gráfico para uma fórmula. Existe uma diferença entre os mecanismos cognitivos para compreender o gráfico e a forma analítica, diferença esta que contribui com a dificuldade dos alunos com esse tópico. Não é apenas a definição formal que é responsável por esta dificuldade. Observamos que com o auxílio da tecnologia informática foi possível criar um ambiente onde o movimento fictivo, intrínseco da linguagem se transformou em movimento factivo (DALLANESE, 2006, p.8).

Em outro artigo seguindo essa mesma temática, Machin (2008) discorre sobre um estudo feito com trinta e um estudantes ingressantes no curso regular de Cálculo na UNEXPO de Barquisimeto (Venezuela) entre outubro de 2001 e março de 2002. Partindo da ementa oficial de Cálculo I, os alunos teriam a variante de que, para além da habitual aula, haveria a prática de laboratório (PL) com computadores seguindo as instruções do módulo desenhado pelos professores.

Ao longo do trabalho, foram apresentadas as bases fundamentais de duas sequências de ensino e aprendizagem de dois conceitos importantes da Análise Matemática, Integral Definida e Integral Imprópria, por meio da utilização de CAS (*Computer Algebra System*) diferentes: *Derive* e *Maple V*. Ao final de todo o estudo Machin (2006) declara que

Resulta pertinente destacar que, a nuestro parecer, el uso del software proporciona um importante instrumento para que los estudiantes puedan librarse de memorizar formulas o procedimientos de Cálculo, aunque es fundamental tener en cuenta que los estudiantes necesitan um cierto tiempo para madurar y desarrollar uma comprensión conceptual segura de los conceptos (MACHIN, 2006, p. 73) .

Já Ramos, Domênico, Torres e Matos (2005) retratam em seu artigo “Uma Experiência com Objetos de Aprendizagem no Ensino da Matemática”, como se pretende utilizar, como apoio, os ambientes e ferramentas que a Educação a Distância oferece no Ensino Presencial, mas especificadamente, o uso de objetos de aprendizagem

na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral dos cursos de Ciência e Tecnologias da PUC – PR, a fim de verificar se eles facilitam no processo de ensino-aprendizagem. Em suas considerações finais afirmam que

A partir dos apontamentos teóricos e da participação de docentes, [...] pode-se concluir que a utilização de Objetos de Aprendizagem pode auxiliar no processo ensino-aprendizagem, resultando em melhoria de qualidade. Mas algumas observações precisam ser ressaltadas, como, por exemplo, a questão do docente estar familiarizado com a utilização de tecnologias em sua sala de aula, não simplesmente para transpor para a tecnologia um paradigma tradicional, mas sim como suporte ao processo de construção de conhecimento e aprendizagem do aluno (RAMOS, DOMÊNICO, TORRES e MATOS, 2005, p.11).

Assim, podemos perceber que existem diferentes propostas de se trabalhar com computadores no processo de ensinar e aprender Cálculo, entretanto entre estas, encontramos uma alternativa também muito explorada por diversas universidades é a utilização de Ambientes Virtuais de Aprendizagem.

1.7 Ambiente Virtual no Processo de Ensinar e Aprender Cálculo

Nosso entendimento de Ambientes Virtuais de Aprendizagem vai além da ideia de um conjunto de páginas educacionais na *Web* ou de *Internet* com diferentes ferramentas de interação e de imersão (realidade virtual). Essa interação, contudo, não significa apenas apertar teclas ou escolher opções de navegação. Entendemos que um ambiente virtual de aprendizagem é um espaço social, constituindo-se de interações cognitivo-sociais sobre ou em torno de um objeto de conhecimento. Ambientes digitais de aprendizagem:

[...] são sistemas computacionais disponíveis na Internet, destinados ao suporte de atividades mediadas pelas tecnologias de informação e comunicação. Permite integrar múltiplas mídias, linguagens e recursos, apresentar informações de maneira organizada, desenvolver interações entre pessoas e objetos de conhecimento, elaborar e socializar produções tendo em vista atingir determinados objetivos (ALMEIDA, 2003).

A expressão “ambientes virtuais de aprendizagem” (AVA) tem sido utilizada, de modo geral, para se referir ao uso de recursos digitais de comunicação utilizados para mediar a aprendizagem. Está relacionada ao desenvolvimento de condições, estratégias e intervenções de aprendizagem num espaço virtual na *Web*, organizado de tal forma que propicie a construção de conceitos, por meio da interação entre alunos, professores e objetos de conhecimento.

Importante é destacar que um AVA não precisa ser um espaço restrito à Educação a distância. Embora frequentemente associado a ela, na prática, o ambiente virtual é também amplamente utilizado como suporte na aprendizagem presencial.

Bairral (2007) considera o ambiente virtual como sendo “um complexo sistema interacional que envolve múltiplos elementos, de diferentes tipos e domínios”. Nos seus estudos sobre discurso, interação e aprendizagem Matemática em ambientes virtuais de aprendizagem, o autor identifica uma lacuna sobre o impacto da utilização de ambientes virtuais de aprendizagem no Ensino Superior. Nos seus projetos:

[...] a aprendizagem Matemática é desenvolvida em ambientes virtuais específicos, sejam presenciais ou semi-presenciais. Tais cenários são vistos como um contexto de trabalho onde os interlocutores (professores, alunos, tutores, investigadores) interagem colaborativamente com diferentes artefatos e em distintas situações de aprendizagem que propiciam a construção do conhecimento (BAIRRAL, 2007, p. 25).

De acordo com Valente e Mattar (2007) existem diversos Ambientes Virtuais de Aprendizagem ou Plataformas virtuais. Em nosso trabalho utilizaremos a Plataforma de Ensino *Moodle* (abreviação de *Modular Object Oriented Dynamic Learning Enviroment*), disponibilizada pela Universidade Federal de Uberlândia. Em se tratando do Moodle, estes autores enfatizam que “Várias instituições, no Brasil e no mundo, têm migrado para essa plataforma. A partir do momento em que a *Open University britânica*

passou a utilizar o *Moodle*, muitas universidades se convenceram que o produto era estável”.

Com relação à definição do Ambiente Virtual de Aprendizagem, concordamos com Cardoso e Moura (2008) em suas considerações sobre a plataforma Moodle:

Essa plataforma é um Sistema de Gerenciamento de Cursos (ou *Learning Management System* – LMS, que indicaremos nesse texto por Moodle) que conjuga um sistema de administração de atividades educacionais com um pacote de *software* desenhado para ajudar os educadores a obter alto padrão de qualidade em atividades educacionais que desenvolvem. O Moodle é um *software* livre, desenvolvido pelo australiano Martin Dougiamas e teve a sua primeira versão (versão 1.0) disponibilizada ao público em 2002. (CARDOSO E MOURA, 2008, p.2)

Torres, Giraffa e Claudio (2008), em seu artigo “Laboratório Virtual para suporte ao ensino de Cálculo: Uma experiência no *MOODLE*”, relatam uma pesquisa desenvolvida na PUCRS, em que se realizou um experimento associado a uma proposta metodológica para conjugar esforços de professores e monitores da disciplina de Cálculo “A”, nas turmas de Ciência da Computação e Sistemas de Informação, com o intuito de recuperar conteúdos previamente identificados, por meio de um conjunto de atividades desenvolvidas no ambiente *Moodle*.

Essas atividades foram criadas por meio de uma monitoria virtual com os seguintes serviços: *Chats* (salas de bate-papo); fóruns para esclarecimento de dúvidas; uma biblioteca virtual com *links* a fim de complementar os assuntos abordados em sala de aula; atividades e tarefas para a organização do atendimento aos alunos; com o propósito de auxiliar os docentes da disciplina Cálculo “A” acerca do entendimento das razões que levam os alunos ao insucesso ou à evasão, para que os professores possam superar estas condições.

De acordo com Torres, Giraffa e Claudio (2008):

Os resultados demonstram que a utilização do ambiente Moodle e a criação de uma Monitoria Virtual de apoio ao estudo, complementar à disciplina de Cálculo “A”, auxiliam os alunos a desenvolver competências no sentido de superarem suas dificuldades com relação aos pré-requisitos necessários para estudar e aprender os conteúdos necessários (TORRES; GIRAFFA; CLAUDIO, 2008, p. 1).

Além disso, constataram que os alunos permaneceram na disciplina em maior número, houve diminuição da evasão e decréscimo no índice de reprovação. Afirmaram que tudo isso era “decorrente da parceria realizada entre o professor, o monitor e a mediação facilitada pelo ambiente” e que “Para que esse tipo de trabalho tenha sucesso, é fundamental que exista uma forte parceria entre o professor e o monitor que acompanha o aluno por meio do ambiente virtual”.

Além do *Moodle*, existem outros Ambientes Virtuais de Aprendizagem que auxiliam na mediação do processo de ensino/aprendizagem de Cálculo. Miskulin, Escher e Silva (2007) realizaram uma pesquisa denominada “A prática docente do professor de Matemática no contexto das TIC: Uma experiência com a utilização do Maple em Cálculo Diferencial” com alunos do primeiro ano do Curso de Ciência da Computação/UNESP/Rio Claro.

O objetivo do estudo consistia em compreender de que forma se relacionam os processos de exploração, visualização e representação dos conceitos matemáticos, em um determinado contexto da sala de aula, implícito na cultura institucional, que prioriza as TIC, ressaltando suas potencialidades didático-pedagógicas na introdução de conceitos de Otimização em Cálculo Diferencial, por meio do *Software* MAPLE 9.5, contando ainda com o auxílio da plataforma computacional de Educação a Distância – TelEduc.

Com a abordagem desse artigo, acreditamos que a prática docente do professor de Matemática pôde ser reelaborada sob as dimensões pedagógicas e epistemológicas no contexto das tecnologias da Informação e Comunicação (TICs). O trabalho docente assumiu outra perspectiva a qual incorporou novas possibilidades teórico-metodológicas que consideraram as TICs na exploração, visualização, construção e disseminação do conhecimento (MISKULIN, ESCHER e SILVA, 2006, p.36).

A partir das experiências relatadas e diferentemente das inovações anteriores, a natureza da mudança que a inserção dos meios infotelecomunicacionais promove no campo do fazer docente, afeta não só o professor, mas também o aluno. Esse passa a ser solicitado a interagir com diferentes meios e sujeitos e a compartilhar o conhecimento, para construir novas relações, fazendo e desfazendo as informações dadas, reconstruindo-a em novos espaços, em diferenciados significados e novas formas de organização.

Acreditamos que a intervenção do professor num Ambiente Virtual de Aprendizagem pode ser realizada, mas terá de ser muito bem planejada. Primeiramente, o professor terá de ampliar seus conhecimentos, para que aprenda a dominar as formas de comunicação interpessoal/grupal e as de comunicação audiovisual/telemática. Estabelecer uma relação empática com os alunos, pois a preocupação e a forma de relacionar com eles são fundamentais para o sucesso pedagógico. Os alunos percebem se o professor gosta de ensinar e se, principalmente, tem afinidade com eles e isso facilita a sua prontidão para aprender.

Entretanto, o processo de ensino-aprendizagem em Ambientes Virtuais de Aprendizagem terá de ser um processo autônomo, principalmente para o aluno. Cabe ao professor fazer a mediação. A independência também parece estar interligada à autonomia. Essa vai além de uma visão simplista de liberdade de estudar quando e onde o aluno desejar, desconsiderando a interação. Independência no paradigma emergente não se refere a um objetivo externo, mas a uma função cognitiva; refere-se ao fato de o estudante assumir responsabilidades na construção de significados em um ambiente colaborativo e interativo.

O professor, tanto no ambiente presencial como no ambiente *on-line*, sob a perspectiva da autonomia, precisaria estar disposto a ceder o controle e permitir que os aprendizes também participassem das decisões no processo de ensino/aprendizagem e esses últimos precisariam estar dispostos a engajar-se e a ter responsabilidades em sua própria Educação (MISKULIN; ESCHER; SILVA, 2007)

Para que o processo de “aprender a aprender” seja viável em um contexto educacional, seja presencial ou virtual, o professor, em primeiro lugar, teria que aplicá-lo à sua própria prática.

O educador poderá conceber estratégias pedagógicas mais eficazes num Ambiente Virtual de Aprendizagem para identificação de obstáculos (concepções prévias errôneas) dos alunos, assim planejando sua superação.

Algumas dessas estratégias seriam: a busca permanentemente pelo diálogo; por conteúdos e por atividades de aprendizagem com ênfase na autoaprendizagem e no desenvolvimento da criticidade dos alunos; consonância dos conteúdos e atividades com os objetivos de aprendizagem; imagens para melhor compreensão dos conceitos abordados, ligações entre os itens do conteúdo; questões para reflexão ao longo do texto, especialmente para relacionar a teoria com a prática, atividades de aprendizagem problematizadoras, que possibilitem a reflexão e reconstrução do conhecimento e a

resolução de problemas em grupo que pode ser uma estratégia para superar as dificuldades encontradas e, assim, os alunos se interagem e cooperam em ambientes virtuais.

CAPÍTULO II

Sobre os procedimentos Metodológicos da Pesquisa

2.1 Pesquisa qualitativa

Uma pesquisa é, sempre, de alguma forma, um relato de longa viagem empreendida por um sujeito cujo olhar vasculha lugares muitas vezes já visitados; um modo diferente de olhar e pensar determinada realidade, a partir de uma experiência e de uma apropriação do conhecimento que são bastante pessoais.

Contudo, ao escrevermos nossos relatórios de pesquisa, muitas vezes nos esquecemos de relatar o processo que permitiu a realização do produto. É como se o material no qual nos baseamos para elaborar nossos argumentos já estivesse lá, em algum ponto da viagem, separado e pronto para ser coletado e analisado; como se os “dados da realidade” se dessem a conhecer, objetivamente, bastando apenas dispor de instrumentos adequados para recolhê-los.

Não parece ser assim que as coisas se passam. As definições do objeto de pesquisa como também a opção metodológica constituem um processo tão importante para o pesquisador como o texto que ele elabora ao final. De acordo com Brandão (2000), a tão afirmada, mas nem sempre praticada, “construção do objeto” diz respeito, entre outras coisas, à capacidade de optar pela alternativa metodológica mais adequada a análise daquele objeto.

Nesta investigação, a opção foi pela metodologia qualitativa, devido ao trabalho com análise da produção de dados e da aprendizagem coletiva dos discentes, decorrentes do desenvolvimento de projetos com a utilização da plataforma educacional virtual, de um *software* e das TIC. A proposição de uma pesquisa qualitativa, como no presente caso, articula-se com a adoção de uma epistemologia qualitativa que rompa com certa fixação nos resultados e busque conhecer e valorizar a dinâmica de construção do objeto da pesquisa.

Sobre a natureza qualitativa da pesquisa, González Rey (2005) afirma:

A Epistemologia Qualitativa defende o caráter construtivo interpretativo do conhecimento, o que de fato implica compreender o conhecimento como produção e não como apropriação linear de uma realidade que se nos apresenta (GONZALEZ REY 2005, p. 5).

Assim, pretendemos discutir a trajetória de um grupo constituído por professores e alunos da UFU, que trabalham com o Cálculo Diferencial e Integral. Entre outras funções, o meu papel fundamental foi o de promover o constante diálogo entre os professores e alunos sobre a organização de conteúdos a serem trabalhados, as datas das provas, alteração de datas, apresentação de trabalhos, acompanhamento das plataformas, monitorias no laboratório e virtuais, fóruns de dúvidas e participações etc.

Trabalhamos com pessoas que possuem histórias de vidas próprias, que estão constante movimento, modificando-se, o que foi decisivo na determinação de que todos nós – alunos, pesquisadora, professoras e tutoras - fomos sujeitos ativos no processo de construção de dados desta pesquisa e que nossa condição de sujeito segundo GONZALEZ REY (2005)

Atualiza-se permanentemente na tensão produzida a partir das contradições entre suas configurações subjetivas individuais e os sentidos subjetivos produzidos em seu trânsito pelas atividades compartilhadas nos diferentes espaços sociais (GONZALEZ REY 2005, p. 25).

Compreendemos a pesquisa como um processo de comunicação. Entendemos que é na comunicação que os participantes da pesquisa se envolvem, implicando o problema de acordo com seus interesses, desejos e contradições, convertendo-se em sujeitos (GONZALEZ REY, 2005, p. 13).

2.2 O grupo de pesquisa

Nossa trajetória na Universidade Federal de Uberlândia, no que diz respeito ao processo de produção coletiva de saberes docentes sobre ensinar e aprender Cálculo, é marcada por nossa participação em um grupo composto por dez pessoas: dois monitores de Cálculo, duas alunas da Graduação do Curso de Engenharia Biomédica da UFU, que foram selecionadas como bolsistas pelo programa PIBEG da Universidade, uma aluna mestranda do programa de Matemática, bolsista do projeto REUNI e outra aluna do

programa de Pós-Graduação em Educação, bolsista pela CAPES, e quatro professores da Faculdade de Matemática da Universidade Federal de Uberlândia.

O processo de seleção dos monitores é disponibilizado pela Pro-Reitoria de Graduação da UFU/PROGRAD, de acordo com o disposto na Resolução 03/2003 do CONGRAD, ficando sob responsabilidade das Coordenações de cada Curso realizar o processo seletivo. São abertas inscrições semestrais para alunos interessados em ser monitores nos cursos de Graduação; para tanto, o candidato a monitor deverá estar regularmente matriculado em um curso de Graduação da UFU e dispor de doze horas semanais, sem prejuízo de suas atividades escolares. Para concorrer a uma vaga de monitoria, basta preencher um formulário e deixar o histórico Escolar na Secretária da Matemática; o aluno com a maior Média Geral Acumulada (MGA) será o escolhido para a monitoria. Para a Faculdade de Matemática, são destinadas seis bolsas de monitoria e, para o Curso de Matemática, são destinadas três.

A função de cada monitor é estabelecida de acordo com a orientação do docente responsável pela disciplina. Na maioria das vezes, é fixado um horário, em uma determinada sala, para que os alunos matriculados na disciplina possam sanar dúvidas de conteúdo e listas de exercícios. No nosso caso, cabe aos dois monitores, além do que já foi dito, responder aos fóruns e questionários sobre as listas e exercícios fixados na plataforma.

Essa monitoria tem como objetivo geral despertar, incentivar e encaminhar vocações acadêmicas e científicas; incentivar os alunos a se fixarem em seus cursos, diminuindo a evasão e melhorando a qualidade do profissional formado; introduzir melhorias no processo ensino-aprendizagem nas disciplinas ministradas pela Faculdade; aprimorar o atendimento aos alunos matriculados em disciplinas ministradas pela Faculdade de Matemática; entre outros.

O Programa Institucional de Bolsas do Ensino de Graduação (PIBEG) citado anteriormente, tem por objetivo geral incentivar o desenvolvimento de projetos que contribuam para a melhoria da qualidade do ensino dos cursos de Graduação da UFU, e por objetivos específicos:

- ❖ Incentivar o envolvimento de docentes e estudantes em projetos que visem à solução de problemas didático-pedagógicos de cursos de Graduação;
- ❖ Fomentar a interação entre disciplinas e entre Unidades Acadêmicas na resolução de problemas comuns;

- ❖ Auxiliar os Colegiados de cursos de Graduação no desenvolvimento de ações que visem ao aprimoramento do ensino;
- ❖ Proporcionar ao estudante o aprendizado sobre o desenvolvimento de disciplinas práticas e/ou teóricas, domínio de técnicas, elaboração de material didático, demais atividades de ensino, conforme a proposta apresentada em projeto;
- ❖ Estimular a interdisciplinaridade;
- ❖ Oferecer oportunidades de participação em Atividades Acadêmicas Complementares.

Concebido pela Pro-Reitoria de Graduação (PROGRAD), o Programa oferece 140 (cento e quarenta) bolsas para estudantes dos cursos de Graduação que se engajarem em projetos acadêmicos voltados diretamente para o ensino. Todo projeto PIBEG deverá explicitar os ganhos acadêmicos para o conjunto dos estudantes do(s) Curso(s) que será(ão) beneficiado(s), apresentando os resultados esperados com a sua implementação. Também deverá explicitar um horizonte de finalização, com previsão clara do tempo necessário para execução da proposta, além do que o projeto não mais será renovado, sendo o horizonte máximo de dois anos.

Outro programa citado e que auxilia uma das componentes do nosso grupo é o REUNI, que é uma sigla para o Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais, do Governo Federal. Foi instituído pelo Decreto Presidencial nº 6096 de 24/05/2007, sendo ainda regulado pelas portarias interministeriais 22/2007 e 224/2007, por um documento de Diretrizes Gerais e outro de Documento Complementar. A adesão ao Programa, cuja duração é de cinco anos a partir de 2008, é voluntária. Todo esse material está disponível para consulta na *Internet*, sendo facilmente encontrado por meio de *Internet* de busca.

O REUNI tem como objetivos, metas e diretrizes gerais:

- ❖ Criar condições (aporte de recursos) para a ampliação do acesso e da permanência na Educação Superior;
- ❖ Aumentar a qualidade do ensino por meio da inovação e adequação acadêmicas com a articulação entre Graduação, Pós-Graduação e Educação básica, profissional e tecnológica;
- ❖ Melhorar o aproveitamento dos recursos humanos e da infraestrutura física das universidades federais;

- ❖ Elevar, de forma gradual, a taxa de conclusão média dos cursos presenciais de Graduação para 90% e atingir a taxa da relação aluno/professor igual a 18;
- ❖ Aumentar em 20%, pelo menos, as matrículas nos cursos de Graduação;
- ❖ Prazo de cinco anos, a contar do início de cada plano, para o cumprimento das metas estabelecidas pelas instituições federais de Ensino Superior.

O Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais Brasileiras (REUNI) é uma das ações integrantes ao Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE) e foi instituído em reconhecimento ao papel estratégico das universidades – em especial do setor público – para o desenvolvimento econômico e social.

Com o REUNI, o Governo Federal adotou uma série de medidas, a fim de retomar o crescimento do Ensino Superior público, criando um programa multidimensional e, ao mesmo tempo, acadêmico, político e estratégico. Os efeitos da iniciativa podem ser percebidos pelos expressivos números da expansão, iniciada em 2008 e prevista para concluir-se em 2012, e pela oportunidade que representa para a reestruturação acadêmica com inovação, que significará, em curto prazo, uma verdadeira revolução na Educação Superior pública do país.

A qualidade almejada para o Ensino Superior passa a concretizar-se a partir da adesão das universidades federais ao Programa e às suas diretrizes, explicitadas em seis dimensões: ampliação da oferta da Educação Superior pública, reestruturação acadêmico-curricular, renovação pedagógica da Educação Superior, mobilidade intra e interinstitucional, compromisso social da instituição e suporte da Pós-Graduação ao desenvolvimento e aperfeiçoamento qualitativo dos cursos de Graduação.

Assim, são esses os órgãos de fomento a que estão ligados alguns alunos que compõem o nosso grupo. O conceito de grupo é utilizado aqui para ressaltar que um grupo é mais que uma equipe, porque todos trabalham, coletivamente.

A respeito do trabalho desenvolvido pelo grupo, foram balizadoras as palavras de Souza Júnior (2000), quando assegura que o trabalho coletivo é um espaço privilegiado para o processo de reflexão dos professores e o diálogo é fundamental para a produção e a socialização dos saberes profissionais. Afirma, ainda, que o trabalho coletivo possibilita a criação ou consolidação de um espaço de busca de autonomia e emancipação coletiva dos professores.

Na formação desse coletivo, tivemos sempre em mente as considerações de Gonzalez Rey (2005):

[...] não é o tamanho do grupo que define os procedimentos de construção do conhecimento, mas sim as exigências de informação quanto ao modelo em construção que caracteriza a pesquisa. Quando o modelo tem por objetivo um conhecimento institucional ou comunitário, fica evidente que o trabalho com grupos significativos nesses espaços sociais é essencial, pois esses grupos se desenvolvem no Curso da própria pesquisa e responderão a critérios essencialmente qualitativos (GONZALEZ REY, 2005, p.110).

De acordo com Rodrigues (2006), o trabalho coletivo é capaz de gerar uma interdependência entre seus integrantes, favorecendo, assim, o processo contínuo de reflexão e diálogo.

2.3 Caminhando...

O processo de produção de dados e materiais da pesquisa obedeceu ao ritmo estabelecido pelo próprio grupo. Segundo Ludke e André (1986), entendemos que dados e materiais são obtidos e construídos por meio do contato direto do pesquisador, com a situação estudada, tendo a intenção de enfatizar mais o processo que o produto e com a preocupação de retratar a perspectiva dos participantes.

Logo, essa produção de dados foi se estruturando à medida que nos aproximávamos do objeto de pesquisa em questão. Essa aproximação iniciou-se no segundo semestre de 2008, combinando observação das reuniões do grupo de professores e alunos com a leitura e análise da literatura relacionada direta ou indiretamente com as áreas de Educação Matemática, Informática Educativa, Metodologia da Pesquisa, Formação de Professores, entre outras.

O primeiro dia de aula do segundo semestre de 2008 ocorreu com o auxílio das tutoras e da pesquisadora; as professoras ficaram responsáveis pela apresentação do conteúdo teórico, pela marcação de provas e pela disciplina; ao restante do grupo restou o cadastramento dos alunos na plataforma, a apresentação do *software* e também a apresentação de trabalhos extraídos da *Internet* em *sites* de busca, ou de exercícios propostos pelos próprios alunos para demonstração das ferramentas do *software*. A

plataforma *Moodle* estava em constante construção e, no decorrer do semestre, havia um acompanhamento virtual sistemático dos alunos, feito pelo grupo.

Como já foi dito, também existiam monitores que participavam do *Moodle* apenas nos fóruns de dúvidas das listas de exercícios. Para que isso ocorresse, eles também foram cadastrados na plataforma.

O foco no primeiro semestre de pesquisa foi o Ambiente Virtual de Aprendizagem. Pesquisamos o que ele poderia nos oferecer de melhor e qual a melhor forma de aproveitarmos os recursos tecnológicos oferecidos.

As conversas “informais” nos corredores da Universidade também foram nossas aliadas, fornecendo preciosas informações sobre os sujeitos do trabalho realizado. O processo de construção de materiais foi efetivado por meio de distintos instrumentos de pesquisa, entre os quais figuram a observação participante e as entrevistas semiestruturadas. Após o encerramento do segundo semestre de 2008, a decisão de efetuar entrevistas deveu-se ao desejo de aprofundar a compreensão do trabalho coletivo que estávamos investigando e conhecer “melhor” as pessoas que participavam dele. Percebemos que era importante ouvir dos professores suas ideias, a visão que tinham de questões envolvidas no trabalho, as expectativas diante do que estava sendo executado e também conhecer um pouco de suas histórias pessoais e profissionais.

A realização das entrevistas no final dos semestres deveu-se ao fato de considerar esse período propício para recordar ordenadamente e descrever de modo consistente aquilo que fora feito no semestre que se encerrava e para projetar o que era esperado para o semestre seguinte.

No segundo semestre de pesquisa, que se iniciou em janeiro de 2009, após um levantamento, descobrimos que havia uma nova versão do *Modellus* disponível na *Internet*. Logo, fomos à busca mais uma vez de aprimoramento a fim de que pudessemos utilizá-lo em nossa pesquisa. Sendo assim, o processo de socialização dos saberes teve que ser novamente estruturado, pois havia novas regras a serem expostas à pesquisadora, às professoras e às tutoras. O processo de produção de dados foi organizado de quatro maneiras:

- ❖ Encontros com o grupo de pesquisa;
- ❖ Material produzido no Ambiente virtual de Aprendizagem;
- ❖ Observações da sala de aula;
- ❖ Observações realizadas durante o trabalho de Monitoria, dentro e fora do laboratório de informática.

Para que pudéssemos entender como é o cotidiano dos alunos em sala de aula, a construção da pesquisa empírica realizou-se, inicialmente, com a observação do participante e evoluiu rapidamente para a observação participante, ou seja, o grupo iniciou o semestre como sendo espectador das aulas e, posteriormente, tornou-se um membro ativo no processo de ensino e aprendizagem. A pesquisa foi sendo regulada, balizada, delineada e transformada no decorrer do trabalho por uma orientação etnográfica, ou seja, cada vez mais percebíamos a importância de estar no grupo para aprender sua dinâmica particular: como o grupo produz, divide e compartilha seus saberes.

Bogdan e Biklen (1994, p. 91) afirmam que, na pesquisa qualitativa, o foco da investigação pode ser sugerido pelo contexto. A observação direta das aulas foi pensada e realizada com o intuito de construir uma “descrição detalhada do comportamento e uma reconstrução das intenções, estratégias e pressupostos” dos alunos e de seus elementos.

No primeiro semestre de 2009, decidimos, então, realizar as observações em sala de aula e a observação participante somente nas aulas de Cálculo Diferencial e Integral 1 do Curso de Computação da Professora Rafaella, pois os horários coincidiam e não seria possível acompanhar as duas turmas.

Esse fato fez com que os alunos e a professora “selecionados” passassem a ser “informantes privilegiados” sobre o trabalho do grupo. Assim, decidimos realizar as observações somente nas aulas do Curso de Ciência da Computação, o que não quer dizer que tenhamos deixado de lado a outra turma de Cálculo da Professora Maria, do Curso de Química Industrial. O acompanhamento do Ambiente Virtual de Aprendizagem e das atividades educativas desenvolvidas durante o atendimento coletivo dos alunos, nas monitorias, ocorreu nas duas turmas.

A partir do primeiro semestre de 2009, passamos a filmar algumas das reuniões do grupo que estava envolvido no projeto de Tecnologias da Informação e Comunicação nas aulas de Cálculo e começamos a realizar notas de campo. A câmera foi utilizada nas reuniões naqueles momentos que julgávamos adequados, do ponto de vista das possibilidades técnicas e segundo nossos interesses específicos, ou seja, como o grupo era formado por um número razoável de pessoas, nem sempre era possível gravar todas as discussões.

Por causa disso, quando percebíamos que a discussão era importante e que seria possível gravá-la, dessa forma procedíamos. Também pelo fato de as notas de campo mostrarem-se de grande valia no processo de construção da pesquisa, uma vez que constituíram um registro mais geral. Nenhuma discussão importante que não pudesse ser gravada deixou de ser registrada nas notas, que contêm também as elaborações que realizávamos a partir do que observávamos no grupo.

2.4 Os alunos

Como já foi dito anteriormente, a pesquisa iniciou-se no segundo semestre de 2008 de acordo com o calendário da Universidade Federal de Uberlândia. Assim, as turmas de Cálculo foram divididas em dois momentos: segundo semestre de 2008 e primeiro semestre de 2009.

2.4.1 Segundo semestre de 2008

A Professora Rafaella lecionava Cálculo Diferencial e Integral I para a turma da Engenharia Mecânica, que era composta por 75 alunos; esse número foi devido às reprovações do semestre anterior e a um pedido da coordenadora do Curso de Química para que essa professora aceitasse cerca de 25 alunos remanescentes do período anterior em sua turma.

A turma era bem diversificada: na classe da Mecânica havia duas mulheres e 48 homens. Já os alunos da Química eram compostos por somente dois homens e 23 mulheres, fazendo assim com que a sala ficasse equilibrada. Várias pessoas trabalhavam e outras apenas estudavam, entre as quais existiam aquelas que faziam a disciplina pela quarta vez. Somente 35 alunos acabavam de entrar os outros 40 já estavam “cansados de ver o conteúdo”.

Notavam-se claramente os dois grupos formados na sala, de um lado o pessoal da Química e de outro os alunos da Mecânica. Eles não se misturavam. Além disso, entre os alunos da Mecânica, todos tinham computadores, enquanto na Química apenas a metade os possuía. A maioria dos alunos eram naturais de Uberlândia, embora alguns tenham vindo de cidades como Araguari, Anápolis, São Joaquim da Barra, entre outras.

A turma de Engenharia Mecatrônica era formada por alunos da Professora Maria; possuía 23 estudantes, entre os quais apenas uma mulher. Os alunos tinham a mesma idade, portanto poderíamos dizer que compartilhavam os mesmos desejos, a mesma ansiedade. Somente um deles trabalhava; alguns vieram de suas cidades somente para estudar, cidades como Patos de Minas, Carmo do Paranaíba e Anápolis, mas a maioria era natural de Uberlândia e dispunha de bastante tempo para dedicar-se à faculdade. A expectativa sob essa turma era muito grande, pois o entrosamento entre eles poderia fazer com que o trabalho coletivo realizado por nós desse grandes frutos. Todos tinham computador em casa e somente três não tinham acesso à *Internet*.

2.4.2 Primeiro Semestre de 2009

A turma da Professora Maria pertencia ao Curso de Química Industrial. A sala era composta por 63 alunos, dos quais cerca de 40% cursavam a disciplina pela segunda vez. Havia um aluno fazendo intercâmbio aqui no Brasil, da cidade de Kinshasa situada no Zaire.

A turma apresentava grande dificuldade, os alunos haviam trazido do Ensino Médio com uma grande defasagem em Matemática, o que dificultava a realização dos trabalhos em modelagem.

Compareciam a todos os horários de monitoria em grande número, os dezoito computadores do laboratório não atendiam a todos e sempre ficávamos com os alunos um ou duas horas a mais do que o proposto em sala. As dúvidas sobre a manipulação do *software* eram constantes e os alunos não utilizavam os fóruns.

Não havia uma diferença muito grande de idade dos alunos, que variava entre 18 e 25 anos; nessa turma, os alunos sentiam a necessidade de serem separados em grupinhos de seis ou oito colegas.

Percebemos que nossa presença, para os alunos, era muito importante, pois não compartilhavam entre eles o conhecimento adquirido nas monitorias, a justificativa era sempre de que tinham medo de o trabalho estar errado.

Alguns alunos provinham de outras cidades, como Sacramento, Araguari e Sertãozinho. Cerca de 80% deles tinham computador em casa e metade possuía *Internet*.

Os alunos referentes a esse semestre de Cálculo I da Professora Rafaella eram do Curso de Ciência da Computação. A turma era muito grande e a maioria se concentrava na frente da sala, tornando o acesso ao fundo desta quase impossível. Eram 73 alunos dos quais somente oito eram mulheres; também nessa turma tínhamos dois alunos de intercâmbio, do Congo. Cerca de 60% dos alunos eram remanescentes, somente quatro faziam a disciplina pela terceira vez; isso se deu devido ao grande índice de reprovação no semestre anterior e embora isso tivesse acontecido, a turma era composta por alunos de mesma faixa etária.

Uma das características considerável dessa turma foi a união estabelecida entre eles; sua distribuição pela sala não era a de uma divisão em grupos e os alunos se ajudavam mutuamente. A plataforma foi bastante utilizada e a proximidade dos alunos conosco foi muito satisfatória, pois, além do acompanhamento sistemático no ambiente virtual de aprendizagem, as aulas presenciais acompanhadas pessoalmente.

Nessa turma também havia muitos alunos de cidades vizinhas, como Monte Carmelo, Araraquara, Uberaba, Aparecida de Goiânia, entre outras; Araguari contava com um número expressivo de alunos, no total oito. Todos os alunos tinham computador em casa e, aproximadamente, 90% também tinham *Internet*.

CAPÍTULO III

Análise dos Dados

Nesse capítulo, apresentaremos os caminhos percorridos pelo grupo no processo de produção de saberes. Esses caminhos foram constituídos a partir de um estudo coletivo e em três momentos de aprendizagem: em sala de aula, no laboratório de informática e no Ambiente Virtual de Aprendizagem. Assim, cada indivíduo do grupo contribuiu para a produção desta história, mas também a sua trajetória contribuiu para o desenvolvimento dos seus elementos. Nesse processo, analisaremos também as relações que se estabeleceram no decorrer desse estudo, o que auxiliará a compreensão da organização desse coletivo. Para essa análise, decidimos organizar os nossos dados em dois eixos que se seguem...

3.1 Eixo I: Processo de produção coletiva de saberes docentes sobre a Educação *ON-LINE* na Universidade

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, Moraes, Holbig e Cláudio, 1997, p. 413)

Nas últimas quatro décadas, observamos um vertiginoso desenvolvimento das TIC. Um desafio para professores universitários e para pesquisadores tem sido o de procurar desenvolver saberes docentes que utilizem essas possibilidades tecnológicas no processo de ensino e aprendizagem de Cálculo. Na literatura sobre a temática, observamos diversas iniciativas individuais. Um fato marcante tem sido a organização de grupos constituídos de professores de universidades, bolsistas de Graduação e Pós-Graduação, além de pesquisadores que desenvolveram trajetórias produtivas sobre o desenvolvimento do trabalho educativo com as TIC (SOUZA JÚNIOR; MEYER, 2009).

Souza Júnior (2000) explica que, em muitos desses grupos, foi produzido um saber sobre trabalhar coletivamente no Ensino Superior. Esse saber foi construído

dentro de uma unidade, que garantiu a existência do grupo, e de uma diversidade, que estimulou o desenvolvimento de uma prática criativa. As diferentes ações do coletivo foram realizadas por meio de um processo de negociação estabelecido no interior do grupo e também por um diálogo do grupo com outras instâncias da Universidade.

Com o acesso à *Internet*, o professor pode flexibilizar ainda mais a comunicação interna do grupo para a organização do trabalho na sala de aula e no laboratório de informática; estreitar a comunicação entre alunos, professores e tutores sobre o desenvolvimento das atividades e fazer a comunicação com grupos de outras universidades em tempo real.

Com as mudanças de hábitos proporcionadas pela inovação tecnológica, a comunicação (que em princípio era entre pessoas e depois de muitos para um, como na televisão, por exemplo), agora é de muitos para muitos, como propõe Valente e Mattar (2007, p. 27): “Do modelo de um-para-um, pulamos para um-para-muitos, e atualmente estamos vivenciando o muitos-para-muitos, todos podendo interagir com todos”.

A pesquisa de dados, a assinatura de revistas eletrônicas e o compartilhamento de experiências em comum podem vir a agregar um novo significado à prática docente. A *Internet* tem disponibilizado a tecnologia da informação e de comunicação a um grupo imenso de pessoas, que podem conectar a rede, passando a ser usuárias do universo de informações organizado no mundo inteiro. A troca de informações entre os usuários pode acontecer em âmbito local, estadual, nacional e internacional (Behrens, 2000).

Entretanto, a *Internet* como a conhecemos, não foi inventada, ou seja, não houve um projeto para isso. O que aconteceu foi que, de um projeto base, ela evoluiu e chegou aonde está hoje. Esse projeto base foi chamado de ARPANET, em 1969, da Agência de Pesquisa de Projetos Avançados, uma subdivisão do Departamento de Defesa dos Estados Unidos, durante a guerra fria entre os Estados Unidos e a União Soviética. Com essa rede promissora, os dados valiosos do governo americano estariam espalhados em vários lugares, em vez de centralizados em apenas um servidor. Isso evitaria a perda desses dados no caso de, por exemplo, uma bomba explodir no campus.

A ideia foi criar um sistema de comunicação entre computadores de forma a enviar os dados divididos em pequenos pacotes para, depois, serem remontados no destinatário. Isso funciona assim até hoje: quando se manda um *e-mail*, por exemplo, a mensagem é dividida em pequenos pacotes e são enviados separadamente ao destinatário; quando todos os pacotes chegam, a mensagem é remontada como

originalmente e entregue ao destinatário. Até aqui, todavia, a *Internet* se resume em computadores ligados a computadores e algumas formas de trocas de informações. Até esse ponto, podemos dizer que a *Internet* foi inventada e controlada pelo governo americano.

No final dos anos 1970, a ARPANET tinha crescido tanto que o seu protocolo de comutação de pacotes original, chamado de *Network Control Protocol* (NCP) tornou-se inadequado. Em um sistema de comutação de pacotes, os dados a serem comunicados são divididos em pequenas partes. Essas partes são identificadas de forma a mostrar de onde vieram e para onde devem ir, assim como os cartões-postais no sistema postal. Assim também como os cartões-postais, os pacotes possuem um tamanho máximo e não são necessariamente confiáveis. Os pacotes são enviados de um computador para outro até alcançarem o seu destino. Se algum deles for perdido, ele poderá ser reenviado pelo emissor original. Para eliminar retransmissões desnecessárias, o destinatário confirma o recebimento dos pacotes.

Depois de algumas pesquisas, a ARPANET mudou do NCP para um novo protocolo chamado TCP/IP (*Transfer Control Protocol/Internet Protocol*) desenvolvido em UNIX. A maior vantagem do TCP/IP era que ele permitia (o que parecia ser na época) o crescimento praticamente ilimitado da rede, além de ser fácil de implementar em uma variedade de plataformas diferentes de *hardware* de computador. Nesse momento, a *Internet* era composta de, aproximadamente, 50.000 redes internacionais e mais ou menos a metade delas estava nos Estados Unidos.

A *Internet* que conhecemos foi sendo criada ao longo da década de 1980, quando diversas instituições dos Estados Unidos e de outros países foram-se interligando, criando uma grande rede, mas ainda sem o cunho comercial. A pressão para que empresas pudessem também participar da rede mundial fez com que, no início dos anos 1990, fosse aberta para o uso comercial. Começou, então, um novo mundo.

Naquela época, os principais serviços existentes eram basicamente o *e-mail*, um simples serviço de *chat*³, transferências de arquivos via FTP e serviços como o WAIS (*Wide Area Information Service*), o Archie (criado no Canadá).

³ *Chat* em português significa "conversação", ou "bate-papo"; é um neologismo para designar aplicações de conversação em tempo real. Esta definição inclui programas de IRC, conversação em sítio web ou mensageiros instantâneos.

Em 1991, Tim Berners-Lee do CERN, lança o WWW (*World Wide Web*), que foi a base para que Marc Andreessen lançasse o Mosaic para Unix em fevereiro de 1993 e, em agosto do mesmo ano, eles lançaram a versão para o Windows.

A partir de 1993, a *Internet* deixou de ser uma instituição de natureza apenas acadêmica e passou a ser explorada comercialmente, tanto para a construção de novos *backbones*⁴ por empresas privadas (PSI, UUnet, Sprint,...) como para fornecimento de serviços diversos, abertura essa a nível mundial. Em julho de 1995, havia mais de 6 milhões de computadores permanentemente conectados à *Internet*, além de muitos sistemas portáteis e de *desktop* que ficavam *on-line* por apenas alguns momentos⁵.

A *Internet* já passou por vários momentos e, ainda hoje, podemos dizer que ela está na infância, mas uma infância madura. Atualmente se ouve muito a respeito de novos serviços, como a *Web 2.0*, VoIP, serviços para escolas, como o projeto do OLPC (*One Laptop Per Child*) entre outros.

Em seu artigo “O que é *Web 2.0*? Padrões de design e modelos de negócios para a nova geração de *software*”, publicado em 2005, Tim O’Reilly fala sobre alguns “princípios e práticas” tais como, “Beta Perpétuo”, “Pequenas Peças Frouxamente Unidas” e “A *Web* como Plataforma”, nos quais, entre outras coisas, destaca o papel do usuário como sujeito da sua própria aprendizagem e não só expectador de conhecimento. O’Reilly (2005) ainda descreve:

A *Web 2.0* é a mudança para uma *Internet* como plataforma, e o entendimento das regras para obter o sucesso nessa nova plataforma. Entre outras, a regra mais importante é desenvolver aplicativos que aproveitem os efeitos de rede para se tornarem melhores quanto mais são usados pelas pessoas, aproveitando a Inteligência Coletiva. (*Web 2.0 Compact Definition: Trying Again*, Disponível em: <http://radar.oreilly.com/archives/2006/12/Web-20-compact.html>, Acesso em: 10 out. 2009).

Um dos grandes desafios para os professores dos diferentes níveis de escolaridade tem sido o de promover a Educação no mundo por onde andam seus alunos e guiá-los pelos caminhos tortuosos da *Internet*, já que sabemos que ela é uma “faca de

⁴ No contexto de redes de computadores, o **backbone** (traduzindo para português, *espinha dorsal*) designa o esquema de ligações centrais de um sistema mais amplo, tipicamente de elevado desempenho.

⁵ (A história da *Internet* e da *Web*, Disponível em: <http://danillonunes.net/curriculo-dos-padroes-Web/a-historia-da-Internet-e-da-Web-e-a-evolucao-dos-padroes-Web> e História da *Internet*, disponível em <http://www.aisa.com.br/historia.html>, Acesso em: 2 e 4 de Dez. 2009)

dois gumes”, por apresentar conteúdo que vai de enciclopédias com mais de 315.000 verbetes a pornografia infantil.

Dessa forma, os professores e educadores passam a ter um novo papel na configuração desse novo quadro, desempenhando um lugar fundamental no processo de crescimento moral e profissional dos seus alunos. Assim, torna-se indispensável sua inserção no mundo em que os jovens estão vivendo. Surge o desafio a esses profissionais: entrar no mundo virtual dos alunos, tornando o processo de ensino-aprendizagem mais motivador. Sobre esse desafio, Domenico (2006) cita:

Proporcionar novos ambientes de aprendizagem, em que a negociação, o diálogo, a interação, a criatividade e a incentividade sejam elementos que compõem novas dimensões de atuação, significa reconhecer-se também como docente em toda a sua inteireza, compreendendo que não há trabalho docente fecundo se não houver um envolvimento pleno e também prazeroso de sua parte (DOMENICO, 2006, p. 71).

Esta pesquisa foi realizada nos últimos três anos, desenvolvendo um trabalho coletivo, na disciplina de Cálculo, com professores e alunos bolsistas da Universidade Federal de Uberlândia com o objetivo de utilizar um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) para apoiar o ensino presencial nas salas de aula e nos laboratórios de informática. Em nossas disciplinas, esse AVA fez uso de uma ferramenta computacional muito utilizada atualmente, baseada na *Internet*, para gerenciar as diferentes atividades desenvolvidas no trabalho educativo.

A sigla AVA (ambiente virtual de aprendizagem) está na pesquisa, relacionada ao desenvolvimento de condições, estratégias e intervenções de aprendizagem num espaço virtual na *Internet*, organizado de tal forma que propicie a construção de conceitos, por meio da interação entre alunos, professores e objeto de conhecimento.

Assim como outros pesquisadores, buscamos compreender de que forma o trabalho educativo com um determinado AVA pode contribuir para o desenvolvimento de uma prática pedagógica que integre as diferentes mídias. Durante nossa trajetória coletiva, procuramos desenvolver saberes docentes que possibilitassem a integração entre o trabalho educativo realizado na sala de aula e momentos do desenvolvimento dos projetos dos alunos, realizados nos laboratórios de informática ou em outros espaços fora da Universidade.

Para compreender a dinâmica do nosso grupo, decidimos discutir a maneira pela qual ele se constituiu historicamente, a partir da compreensão de um movimento dialético das singularidades para a coletividade e da coletividade para as singularidades.

As pessoas envolvidas no grupo desta pesquisa possuem diferentes histórias e o trabalho coletivo que desenvolvemos foi um momento de negociação entre as diferentes singularidades.

Eram meados de outubro de 2006, quando decidimos incorporar as TIC nas aulas de Cálculo, sentimos a necessidade de nos organizarmos coletivamente por meio de grupo de estudos, pois não tínhamos clareza, naquele momento, de qual seria a melhor maneira de realizarmos nosso projeto. Nesse intervalo de tempo, Clara, aluna de Graduação em Matemática, começou a caminhar conosco.

No primeiro semestre letivo de 2007, pesquisamos as diferentes possibilidades de utilizar as TIC nas aulas de Cálculo, de forma que essas aulas ficassem ligadas com a informática, para que o aluno tivesse acesso a todas as aulas, dia de provas, trabalhos e pudessem tirar dúvidas *on-line* com os professores e com os demais alunos; era necessário que houvesse uma grande participação deles, gerando uma aprendizagem interativa.

A análise do nosso trabalho educativo foi desenvolvida na Plataforma *Moodle-UFU*, que é um Sistema de Gerenciamento de Cursos. Beneficiando da *Internet 2.0*, os Sistemas de Gerenciamento de Cursos (SGC) são aplicações que rodam em um servidor e são acessadas por meio de um navegador de *Internet* (por exemplo, Mozilla, *Internet Explorer*). Normalmente o servidor está alocado em uma Universidade e os alunos podem acessar o sistema de qualquer lugar onde haja um computador com *Internet*.

Os SGC fornecem ferramentas para que o professor crie um Curso na *Internet*, com acesso restrito, em, que possa compartilhar material didático, criar fóruns de pesquisa de opinião, de discussões, aplicar avaliações, fornecer informações, entre outros. O objetivo dos SGC é proporcionar um Curso híbrido que combine a sala de aula tradicional e o potencial da *Internet*. Os SGC ajudam o professor a economizar tempo, pois deixam o tempo em sala de aula para discussões e resoluções de problemas, além de favorecer a participação dos alunos tímidos, inseguros ou até mesmo de todos os alunos de uma sala de aula lotada. Isso sem contar a possibilidade de trabalhar assuntos que estão fora do conteúdo programático da disciplina.

A Universidade Federal de Uberlândia (UFU) adota o *Moodle* (que pode ser encontrado em <http://www.Moodle.org.br/>) como SGC. A adoção do *Moodle* se deve, entre outros fatores, à gratuidade do sistema, ao fato de ser programado em fonte aberta, o que possibilita a melhoria do sistema por qualquer usuário, à enorme comunidade que o utiliza, à formação em Educação pelo seu criador, Martin Dougiamas, o que torna esse sistema mais voltado para a aprendizagem do que para ferramentas computacionais. Diversos cursos de Graduação e Pós-Graduação da UFU utilizam o *Moodle*, entre eles o Curso de Graduação em Matemática.



Figura 1 Página inicial da Plataforma *Moodle*

Lopes, Souza Junior e Cardoso (2008, p. 27), ao discutirem a questão da teoria e prática em um sistema de gerenciamento de cursos, utilizaram a plataforma *Moodle* num Curso de formação de professores de Matemática e comentaram que o conhecimento adquirido nesse trabalho pode ser expandido para outras disciplinas de Graduação. Esclarecem, ainda, que “essa prática [...] possibilitou a (re) elaboração dos métodos de ensino e de formas de uso das ferramentas disponíveis nesse ambiente de aprendizagem e de colaboração, para obter melhores resultados”.

Já Tannous e Ropoli (2005), ao desenvolverem um estudo sobre o trabalho de projeto como proposta pedagógica para o ensino de Graduação, analisam a utilização de um ambiente de Educação a distância com a finalidade de integrar conteúdos e

proporcionar aos alunos uma nova visão de uma determinada disciplina trabalhada presencialmente. Como resultados desse relato de experiência, argumentam que a motivação e a interatividade observadas apontam para uma direção positiva, em que alunos e professores estão sistematicamente evoluindo, construindo conhecimento individual e em grupo.

A possibilidade de organizar a disciplina Cálculo Diferencial e Integral no *Moodle* forneceu-nos a oportunidade de reflexão sistemática sobre as formas pelas quais suas ações educativas contribuem com as relações de ensino e aprendizagem, além de ampliar as diferentes formas de interação com os alunos.

A parte da pesquisa quanto à interatividade já estava caminhando! Nas aulas teóricas, ainda era abordado o conceito de Modelagem Matemática, restava-nos encontrar um *software* que abrangesse de forma simples, fácil e significativa o conteúdo abordado em sala de aula.

Vários *softwares* poderiam ser trabalhados, mas precisávamos, em particular, de ferramentas de produção de gráficos de funções, de limites, derivadas e de cálculo de integrais definidas por vários métodos numéricos com apoio visual. Ou seja, um *software* muito eficiente quando se trata de Cálculo, levando em consideração a seguinte ementa: equações, funções, gráficos, limites, derivadas, integrais, áreas e volumes. Após a escolha, precisávamos agir rápido!

Foi um semestre árduo de pesquisa e ainda tínhamos um grande problema: apesar de o *software* ser de fácil manejo e de domínio público, tudo o que conhecíamos sobre ele eram trabalhos prontos e nenhuma teoria. Recebemos um manual cedido pelo autor, embora os comandos e exemplos fossem relacionados ao conteúdo de função e nada dizia sobre limites, derivadas e integrais.

Investigando sobre o assunto na *Internet*, encontramos alguns trabalhos que envolviam taxa de variação, mais precisamente na Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Fizemos contato com eles e, durante os oito meses de pesquisa, trocamos ideias e sanamos dúvidas. Já estávamos na metade do segundo semestre de 2006, continuava lecionando para a Engenharia Elétrica. A plataforma *Moodle* e o *software* de Modelagem só fariam parte das aulas no próximo semestre.

3.1.1 Iniciando o trabalho educativo com o AVA

No primeiro semestre de 2007, a disciplina era Cálculo I do Curso de Química. Na aula de apresentação foram sugeridas três provas valendo 30 pontos cada uma e mais 20 pontos destinados à plataforma *Moodle*, avaliando dedicação, coerência e aplicação Matemática. A princípio, os alunos tiveram aversão, principalmente aqueles que faziam a matéria pela segunda vez, estavam acostumados a aulas somente teóricas e sabiam que, para obter resultados, teriam que trabalhar muito. Tivemos longos debates, a fim de discutirmos qual seria a melhor maneira de orientá-los, para que não ficassem sobrecarregados.

Foi estipulado um horário semanal de monitoria para que os alunos pudessem ir ao laboratório cedido pela coordenadora do Curso de Química, a fim de que pudessem sanar as dúvidas que surgissem e não conseguissem respostas na plataforma *Moodle*. Havia outro horário semanal estipulado pelo grupo de pesquisa, para que os alunos tirassem dúvidas sobre a teoria. Na primeira semana as aulas foram destinadas ao cadastramento da plataforma e um minicurso sobre a manipulação do *software*.

Com o passar do tempo, fomos aprimorando os conhecimentos teóricos e práticos, até que os alunos começaram a utilizar comandos antes desconhecidos pra nós, tornando a plataforma *Moodle* cada vez mais expressiva. Já nos primeiros trabalhos entregues, percebemos que o que julgávamos saber sobre o *Moodle*, programação HTML e interação, era muito pouco em relação à criatividade dos alunos. É claro que havia trabalhos em que eles mesmos mal sabiam o que estavam fazendo. Mas alguns alunos se destacaram e, ao final do semestre, tivemos que ter umas aulas de programação e linguagem HTML com ao alunos. A experiência foi magnífica!

Nesse primeiro semestre de pesquisa, focalizamos nossos interesses em aprimorar conceitos e habilidades da plataforma *Moodle*, afinal ainda estávamos descobrindo suas ferramentas. Tivemos o cuidado com a forma de organizar os momentos da sala de aula com os momentos de aprendizagem virtual de forma integrada e alternada.



Figura 2 Plataforma do Curso de Química – 2º semestre de 2007

No semestre seguinte, a pesquisa ocorreu no Curso de Engenharia Biomédica. Foram utilizados os mesmos procedimentos de avaliação, como também a monitoria, apenas dessa vez o laboratório cedido foi o da Matemática, devido a uma reforma que estava acontecendo nos laboratórios da Engenharia.

A partir desse semestre, encontramos vários obstáculos para a reserva dos laboratórios com as coordenações dos respectivos cursos. E sabíamos que, para obter uma melhor integração entre os alunos e o *software*, necessitávamos de um laboratório para desenvolver a monitoria. Eram somente dois horários semanais. Por isso, gostaríamos de agradecer à Diretoria da Faculdade de Matemática, por nos haver cedido seu laboratório durante três semestres consecutivos, mesmo esse não sendo utilizado para fins didáticos de seus alunos.

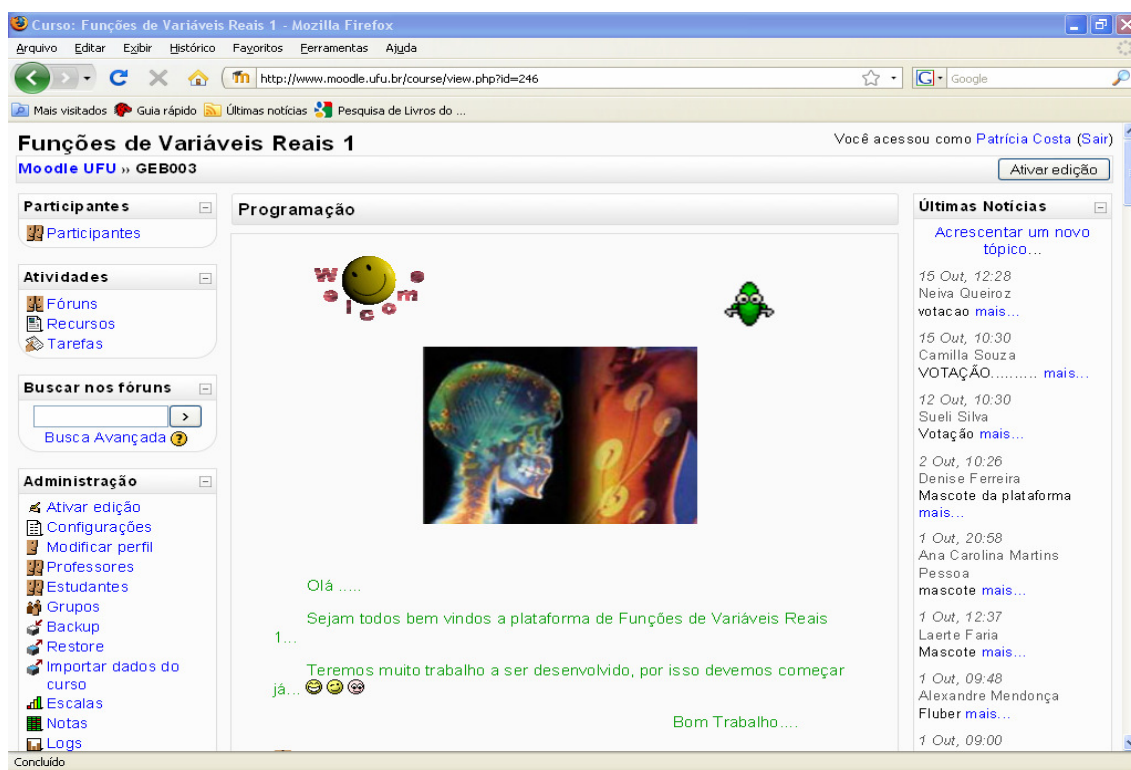


Figura 3 Plataforma do Curso de Engenharia Biomédica – 1º semestre de 2008

Resolvido esse problema, começamos a fazer algumas reflexões sobre o nosso projeto do semestre anterior e percebemos que faltava algo que desse a base para a formalização dos conceitos matemáticos vistos na disciplina de Cálculo. Perguntas no decorrer das aulas surgiam constantemente: “Quem inventou esse tal de limite?” ou “Por que eles criaram a derivada?” e também “De onde você tirou isso, professora?” além de comentários como este: “Se o cara que descobriu a integral tivesse vivo, eu mesmo o mataria” .

Foi daí que surgiu a ideia de que os alunos poderiam, além de trabalhar com as Modelagens Matemática no *software* e interagirem na plataforma, apresentar um trabalho de pesquisa sobre a História do Cálculo, evidenciando aquilo que eles tivessem mais dúvida ou que achassem mais interessante.

Nesse período, os trabalhos de modelagem foram mais expressivos, pois havia a necessidade de superação dos alunos. Então, procuramos estudar várias formas de Modelagem e atualizar nosso conhecimento sobre o *software*.

3.1.2 Ampliação dos saberes coletivos

Após dois semestres de pesquisa, a aluna Clara se formou e a pesquisadora ingressou no Mestrado. Nesse momento decidimos ampliar o nosso trabalho coletivo e organizamos um projeto de Melhoria do Ensino de Graduação com o programa PIBEG. Duas alunas de Graduação em Engenharia Biomédica – Ana e Miziara – foram contempladas com as bolsas. Duas professoras da Faculdade de Matemática – Rafaella e Maria – interessaram-se pelo projeto e se disponibilizaram a caminhar conosco.

As professoras mesmo interessadas, não dominavam o AVA e o *software* de Modelagem que iriam utilizar em suas aulas, por isso montamos uma apostila com o manual e com as noções básicas do *software* em Cálculo. Também foi ministrado um minicurso de duas semanas pela pesquisadora para os monitores, para as bolsistas e para as professoras. Nesse minicurso, as professoras e as tutoras viram, em duas semanas, o que passamos oito meses pesquisando.

Quando as questionamos sobre o que estavam sentindo ou o que esperavam desta pesquisa, responderam:

Não estou com medo e muito menos preocupada! Estou ansiosa, com vontade de aprender, de conhecer o que vocês estão nos mostrando. Sempre tive vontade de me atualizar. É do meu interesse que as aulas tivessem algo a mais que fizesse os alunos gostarem mais de Cálculo. Juntei o útil ao agradável! (Professora Rafaella)

Achei o projeto muito interessante, apesar de estar um pouco apreensiva. Tenho vontade de aprender muito para que eu possa ajudar os alunos da melhor forma possível. (Professora Maria)

O primeiro semestre da pesquisa, com a ajuda das professoras, ocorreu nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral I, dos cursos de Engenharia Mecânica e Mecatrônica da Universidade Federal de Uberlândia, no segundo semestre de 2008.



Figura 4 Plataforma do Curso de Engenharia Mecatrônica – 2º semestre de 2008

Nosso trabalho coletivo, a partir desse momento teve a participação de muitas pessoas e o nosso grupo de pesquisa ficou bem maior. O grupo era composto por:

- Dois monitores de Cálculo;
- Duas alunas da Graduação do Curso de Engenharia Biomédica da UFU (PIBEG) – Ana e Miziara;
- Uma aluna mestranda do programa de Matemática (REUNI) – Laura;
- Outra aluna do programa de Pós-Graduação em Educação (CAPES) - a pesquisadora;
- Quatro professores da Faculdade de Matemática da Universidade Federal de Uberlândia – João, Rafaella, Maria e Guilherme.

É importante ressaltar que, a partir do segundo semestre de 2008, além das professoras colaboradoras e do professor orientador, também contamos com a colaboração de um professor coordenador que leciona Cálculo na Universidade – Guilherme.

As professoras concordaram com a avaliação proposta, 30 pontos para cada prova e 20 pontos destinados ao *Moodle*. A estratégia era a mesma, no primeiro dia de aula foi a apresentação, inclusive da equipe toda, cadastramento na plataforma, horários de monitoria etc.

É claro que, como de costume, alguns alunos reclamaram, outros ficaram entusiasmados, mas, de certa forma, todos ficaram, no mínimo, curiosos. Ainda estávamos no início do semestre e o trabalho só começara. Para que tornasse a cumplicidade ainda maior entre os alunos, um deles, da Engenharia Mecânica, criou um tutorial dando uma aula áudio visual sobre como fazer uma modelagem no nosso *software*. Foi muito gratificante saber que os alunos utilizam seus recursos para fazer com que a aprendizagem se tornasse coletivamente significativa. O tutorial encontra-se na página <http://www.youtube.com/watch?v=LYKFqHgCUoo>.

As aulas prosseguiram e, com a entrega dos primeiros trabalhos, pudemos perceber uma diferença entre as duas turmas. Os alunos da Engenharia Mecânica se mostravam mais interessados, postavam nos fóruns, conversas *on-line*, mensagens, tiravam dúvidas, criavam fóruns para bate-papo etc. E na Plataforma da Engenharia Mecatrônica, os alunos somente entregavam seus trabalhos (nem todos entregavam!). Não questionavam, nem ao menos compareciam à monitoria. Para saber o que estava acontecendo, pedi às professoras que, semanalmente, eu pudesse assistir às suas aulas, com o propósito de me aproximar mais dos alunos. Ambas concordaram.

A partir da segunda semana de setembro de 2008, todas as segundas e quartas, assistia as aulas de Cálculo I. A recepção na Engenharia Mecatrônica não foi das melhores. Senti que, ao entrar na sala, todos me recriminavam como se eu fosse “a causadora de seus problemas”. A Professora Maria tentou disfarçar, mas vi que a minha presença ali a incomodava. A aula seguia atrapalhada, a professora errou e apagou o quadro muitas vezes e, ao final da aula, tentei conversar com os alunos, mas eles me respondiam indiferentemente.

Após a aula da Mecatrônica eu iria para a Mecânica, lá a recepção foi oposta. Os alunos tinham o hábito de ir à monitoria, a Professora Rafaella participava delas, além dos fóruns, ela nos ajudava a montar as aulas de Modelagem. Os alunos se sentiam à vontade para conversar e para opinar sobre seus trabalhos. Havia comunicação, o diálogo era constante e aula transcorreu normalmente. Ao final da aula, a Professora Rafaella me cedeu alguns minutos para que os alunos conversassem comigo sobre suas dúvidas e ideias.

Foi assim durante todo o semestre, enquanto a plataforma *Moodle* foi muito bem utilizada pelos alunos da Mecânica, para os alunos da Mecatrônica não passava de mais um trabalho de Graduação.

Nesse primeiro semestre com o novo grupo de pesquisa, nosso foco foi a socialização dos saberes, visando a transmitir aos professores nossos conhecimentos sobre o AVA e eles respondiam com o conhecimento de Matemática. A troca de informações entre os componentes do grupo gerou a solidificação das relações coletivas, o que ocasionou um crescimento significativo no desenvolvimento de nossas práticas educativas.

3.1.3 - Atualização dos saberes coletivos

Durante o Mestrado, houve uma disciplina denominada Tecnologias da Informação e Comunicação do Ensino Superior e, entre as aulas ministradas, houve uma palestra. No intervalo, conversando com o palestrante, começamos a debater sobre o Ensino de Cálculo. Quando citamos o nosso projeto utilizando Modelagem com o *software*, ele nos perguntou sobre a versão atualizada. Para nós, naquele instante, aquela era uma notícia surpresa, pois até o momento achávamos que havia somente uma versão. Ao sair da aula, marcamos uma reunião e expusemos para os demais o que acabávamos de descobrir. Nessa reunião, ficou decidido que cada pessoa deveria pesquisar o assunto e que os saberes adquiridos deveriam ser socializados com os demais.

No decorrer das férias de janeiro e fevereiro de 2009, o grupo se reuniu semanalmente para socializar as descobertas feitas até o momento. O novo *software* possuía uma nova interface e o armazenamento das modelagens acontecia mais facilmente. Decidimos, então, que, para o primeiro semestre de 2009, usaríamos a versão atualizada. No decorrer desse mesmo período, foram confeccionadas duas plataformas destinadas ao Curso de Ciência da Computação – Professora Rafaella e ao Curso de Química Industrial – Professora Maria .

Devido a alguns problemas encontrados no semestre anterior, como a falta de acesso e o desinteresse por uma parte significativa dos alunos da Engenharia Mecatrônica, resolvemos que deveria acontecer uma proximidade maior entre a pesquisadora e as professoras, concomitantemente com os alunos. Assim, no primeiro período de 2009, a pesquisadora presenciou as aulas de Cálculo Diferencial e Integral da Professora Rafaella do Curso de Ciência da Computação.

A escolha teve de ser feita, pois havia um problema de compatibilidade de horários, já que as disciplinas são ministradas nas segundas e quartas de 10:40h – 12:20h e nas terças as 7:10h – 8:50h. Já a escolha pela Professora Rafaella se deu pelo fato de a mesma se mostrar mais participativa e receptiva durante a pesquisa no semestre anterior, o que não desfavorecia em nada o acompanhamento sistemático do Ambiente Virtual de Aprendizagem da Professora Maria, juntamente com as monitorias.

Os alunos do Curso de Ciência da Computação nos receberam da mesma forma que as outras turmas, e também tiveram dificuldades para se adequar à nova forma de ensino e aprendizagem. A Professora Rafaella nos dava total liberdade em suas aulas.

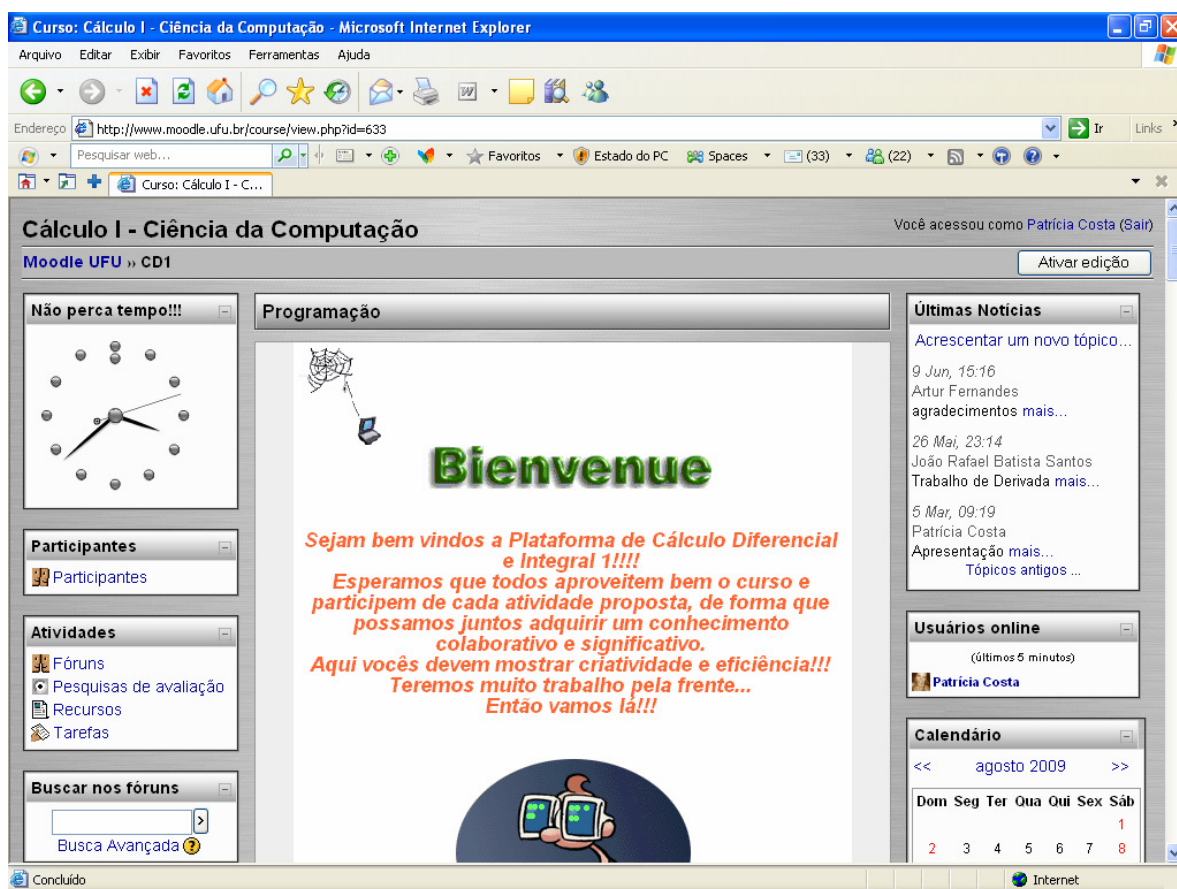


Figura 5 Plataforma do Curso de Ciência da Computação - 1º semestre de 2009

Depois da entrega dos primeiros trabalhos e das notas da primeira prova, a Professora Rafaella mostrou-se um pouco desanimada com o resultado. Houve até um comentário de alguns alunos sobre ela dizer que “estava cansada de dar aula”. Decidi conversar com ela, para saber o que estava acontecendo e questioná-la para saber se era alguma coisa sobre o projeto ou se algo estranho acontecera para que ela dissesse essa expressão. Daí ela sorriu e me disse:

Quando fui apresentada a proposta de trabalho, quando conheci o programa de modelagem, eu achei tudo muito interessante. Achei que a partir do momento que ensinássemos a modelagem de função, o aluno perceberia o domínio. Que a função iria existir dentro de um intervalo, e eu sinceramente achei que isso ia fazer com que os alunos entendessem domínio. Quando corrigi a prova e vi que eles não sabiam nada de domínio (risos), foi decepcionante pensar que eles não conseguiram associar a prática à teoria. Eles faziam a modelagem no software com domínios assustadores e se eu pedisse para que eles fizessem um domínio qualquer, mesmo que seja fácil, no papel, eles não conseguiam associar as duas coisas. É engraçado isso não?

Agora, quando eu disse que “estava cansada de dar aulas”, me referia a dar aulas muitos anos. E na verdade isso é um problema sério, porque você acha que com a sua experiência, tudo que você fala, os alunos entendem. É isso não é o certo, pois você deve lembrar que eles estão escutando aquilo pela primeira vez. Quem construiu todo esse raciocínio foi você, não o coitado do menino que tá chegando na Universidade agora. Então um pouco é isso, esse cansaço meu se refere a como todo semestre tenho de voltar a minha cabeça para uma pessoa que nunca viu limite, derivada e integral e tentar fazê-lo enxergar. Nada com a nossa pesquisa (Professora Rafaella).

Saindo dali, fomos conversar com o coordenador do Curso de Computação e ele nos confidenciou que a turma de Cálculo daquele semestre era muito grande e não somente nós como também os outros professores já haviam exposto seu descontentamento com o desenvolvimento da turma. Ele se mostrou muito interessado com o nosso trabalho coletivo e se dispôs a nos ajudar na medida do possível.

Para isso foi marcada uma reunião⁶ com os professores que ministravam as disciplinas do primeiro período de Ciência da Computação. Foram discutidos problemas comuns, como o desinteresse, turma grande e dificuldades de entrosamento. Para minha surpresa, o nosso projeto foi apresentado aos demais professores pelo coordenador, que convidou os outros professores a contribuírem com nosso processo.

Essa reunião foi muito importante para que a Professora Rafaella que dizia estar “cansada de lecionar”, perceber que o problema da turma não acontecia somente em suas aulas e que nosso grupo tentaria de todas as formas contornar a situação da melhor maneira possível. Ou seja, ela não estaria sozinha. Expusemos ao grupo da nossa pesquisa o que havia acontecido e decidimos quais providências deveriam ser tomadas para que pudéssemos amenizar o problema.

Entre as conversas, surgiu a ideia de que deveríamos colocar atividades problemas na plataforma *Moodle*, contendo exercícios relacionados ao conteúdo abordado em sala de aula. Já que as notas da primeira prova haviam sido muito baixas, os pontos adquiridos nesses exercícios contariam como nota extra. Assim, os alunos acessariam com maior intensidade a plataforma *Moodle* e, concomitantemente, acarretaria maiores participações.

Também foram utilizados outros recursos, como fóruns de conversas informais, vídeos engraçados, piadas e resoluções das listas colocados em fóruns. Tudo com a finalidade de que os alunos se sentissem mais à vontade para se expressarem da forma como quisessem na plataforma *Moodle*. A Professora Rafaella instigava os alunos dentro da sala e nós os desafiávamos na plataforma.

⁶ Esta reunião foi marcada esporadicamente, na coordenação do curso de Ciência da Computação. A ela compareceram somente os professores de Cálculo 1, Geometria Analítica, Introdução a Computação e Lógica. As disciplinas que segundo o coordenador, estavam sendo responsáveis pelo maior número de reprovações do Curso.

Curso: Cálculo I - Química Industrial - Microsoft Internet Explorer

Endereço: <http://www.moodle.ufu.br/course/view.php?id=634>

Programação

Bemvindos

Sejam bem vindos a Plataforma de Cálculo Diferencial e Integral 1!!!!
 Esperamos que todos aproveitem bem o curso e participem de cada atividade proposta, de forma que possamos juntos adquirir um conhecimento colaborativo e significativo.
 Aqui vocês devem mostrar criatividade e eficiência!!!
 Teremos muito trabalho pela frente... Então vamos lá!!!

NOTAS

Alunos	TOTAL (EM 20 PONTOS)
Tresor Kanza	16,86
Adriana Campos	10,58
Alan Camargo	9,72
Amanda Oliveira	19,72
Ana Carolina Barros	20
Ana Paula Silva Cruz	20
André Luiz	19,28
Atylene Pereira	16
Bruna Borba Barcelos	19,28
Bruno Cesar	20
Camila Rocha Fernandes	5,72
Camila Rocha	19,08
Camila Rosario	19,28
Camila Silva Lira	20
Caroline Mallmann Cruz	6,66
Diego Rossanese	18,64
Eliezer de Oliveira	19,86
Érika José Jareño	19,86
Felipe Bachion	19,42
Felipe Souza Rezende	16,92
Fernanda Alves Teixeira	16,86
Fernanda Flores	20
Fernanda Souza Jorge	20
Fernando Siqueira	20
Fernando Souto	18
Fúlvio Vieira da Silva	19,1

Figura 6 Plataforma do Curso de Química Industrial – 1º semestre de 2009

Bem, o semestre estava acabando e a plataforma da Química Industrial estava “às Moscas” sendo acessada somente para o envio de trabalhos. Nela também foram desenvolvidos os fóruns, problemas surpresa e tentávamos desencadear conversas com os alunos, embora, infelizmente nesse caso, nossos esforços tenham sido em vão. Nas reuniões do grupo perguntávamos à Professora Maria se estava tudo bem ou se ela precisava de alguma ajuda, mas apenas dizia que tentava estimular os alunos, embora eles não respondessem a esses estímulos. Não existiam meios de descobrir o porquê de esses alunos serem tão desinteressados. Ao assistir algumas aulas esporádicas, pude perceber que os poucos alunos que compareciam a essas aulas, não se sentiam à vontade em me receber na sala. Quando os questionava, diziam estar acostumados a aula exclusivamente teórica e a esse ritmo de estudo.

Durante toda nossa pesquisa, uma das preocupações que tivemos foi com a integração dos alunos da Professora Maria, que infelizmente não ocorreu. Pelo que ficamos sabendo, muitos problemas aconteceram com ela. A disciplina dela ficou atrasada devido a uma viagem, em que ela foi responsável pelos alunos do Curso de Matemática, teve problemas de saúde e houve a Semana Acadêmica, o que os fez perder bastante aula. Em uma de nossas conversas, a Professora Maria desabafou:

As pessoas, muitas vezes não têm noção do que está acontecendo. Nesse período aconteceram várias coisas, tive de fazer algumas cirurgias, meu pai morreu e enfim foi tudo muito tumultuado. Até hoje existem algumas coisas do semestre passado que ainda não consegui fechar. Minha vida virou do avesso, daí eu não consegui fazer o que eu tinha planejado para esse semestre (Professora Maria),

Apesar de o semestre já estar quase no fim, começamos a acompanhar pessoalmente a turma de Química Industrial mais de perto, no caso de a Professora Maria precisar de auxílio.

Enquanto isso, no Curso de Computação foi marcada uma reunião de colegiado e a Professora Rafaella foi convidada pelo coordenador a apresentar aos dirigentes e docentes o trabalho coletivo que estávamos desenvolvendo. Segundo ela, fomos alvo de críticas, elogios e sugestões, o que não deixou de contribuir para a reflexão da nossa prática. A Professora Rafaella nos contou um pouco do que havia acontecido lá:

O coordenador do Curso da Ciência da Computação nos elogiou muito e disse aos demais professores que eles deviam se espelhar na gente. Foi quando uma das professoras presentes levantou-se e disse que tudo isso que eu faço só é possível porque eu tenho uma aluna do Mestrado, duas orientandas do PIBEG e por ter uma equipe por trás de mim e que sozinha eu não iria conseguir. Quando ela disse isso eu também me levantei e afirmei que realmente todo esse trabalho que estamos desenvolvendo somente foi possível por causa do “MEU”⁷ grupo de pesquisa. Que por sinal é muito competente. (risos) (Professora Rafaella).

E assim mais um semestre ia-se findando. Na última aula da Computação, fizemos uma confraternização, para que todos pudessem assistir aos filmes produzidos pelos alunos e relembrar alguns momentos de aprendizagem.

Nesse semestre descobrimos o quanto foi importante o nosso trabalho coletivo, aprendemos muito ao desenvolver esse projeto, principalmente sobre o envolvimento dos professores nos processos de utilizar as TIC no ensino e aprendizagem de Cálculo. Percebemos o quanto é difícil desenvolver um projeto pedagógico que valorize a aprendizagem do aluno e que incorpore novas tecnologias. Refletindo, entendemos que mais importante que a parte técnica, é necessário termos professores interessados, reflexivos e críticos.

⁷ Grifo da professora Rafaella

A partir do segundo semestre de 2009, a Professora Rafaella e o Professor Guilherme (coordenador do projeto PIBEG) estão lecionando Cálculo I para os cursos de Ciência da Computação e Engenharia Elétrica, respectivamente. Continuam desenvolvendo o projeto com a Plataforma *Moodle* e o *Software Modellus*. A tutora Miziara continua com a parceria no projeto.

Acreditando que a produção de saberes envolve uma ação partilhada, e que é por intermédio dos outros que as relações entre sujeito e objeto de conhecimento também são constituídas, procuramos abordar a dimensão individual e a dimensão coletiva nessa discussão; uma vez que foi nesse espaço em que se manifestaram as singularidades dos indivíduos e onde se produziram os saberes do grupo.

D'Ambrósio (1999b, p. 56), ao discutir o processo de produção do conhecimento, argumenta que “Embora tendo o indivíduo como ponto de partida, o conhecimento se organiza e toma corpo como um fato social, resultado da interação entre indivíduos. Depende fundamentalmente do encontro com o ‘outro’”.

Assim, apresentamos nossa compreensão da trajetória do trabalho desenvolvido pelo grupo que acompanhamos. Esse caminho foi constituído a partir de um movimento dialético dentro do qual cada indivíduo do grupo contribuiu para a produção desta história, mas também a trajetória do grupo contribuiu para o desenvolvimento de seus elementos. Para nós, a característica fundamental do grupo é sua constituição em torno de um trabalho coletivo que desenvolve durante um período de tempo.

Além do que a história e a cultura do trabalho coletivo que investigamos estão diretamente relacionadas com os saberes produzidos pelo grupo, uma vez que:

O modo de aprender torna-se tão importante como aquilo que aprendemos, pois influencia de maneira decisiva a qualidade dos conhecimentos adquiridos e o próprio pensamento. O objeto do pensamento, o saber, não é dissociável do processo que leva à sua aquisição (Barth, 1996, p. 23).

Esse trabalho coletivo foi uma oportunidade pela qual os elementos do grupo elaboraram e reelaboraram seus saberes sobre o processo de ensinar e de aprender Cálculo Diferencial e Integral. Nesse estudo, observamos que existem diferentes propostas de se utilizarem computadores no processo de ensinar e aprender Cálculo e que o trabalho com o computador, no nosso caso, foi desenvolvido paralelamente às aulas presenciais de Cálculo.

Constatamos que não só com o uso do computador, mas com a utilização da *Internet*, o professor pode contribuir para o ensino e aprendizagem em todas as áreas da Educação vislumbrando um horizonte de novas perspectivas e possibilidades. Devemos deixar claro, entretanto, que a *Internet* potencializa a construção coletiva do conhecimento, mas essa construção não é automática, é preciso motivá-la.

Moran (2006), ao refletir sobre as contribuições para uma pedagogia da Educação *on-line*, explica que, com o acesso à *Internet*, o professor pode flexibilizar a forma de organizar os momentos da sala de aula com os momentos de aprendizagem virtual de forma integrada e alternada. Ele comenta, ainda, que “No Ensino Superior precisamos criar a cultura da Educação *on-line* em professores, alunos e nas instituições”.

Ao final da pesquisa, quando questionamos as professoras sobre a lição que tiraram desses dois semestres de pesquisa ou sobre sua aprendizagem nesse processo, tivemos as seguintes respostas:

Me senti a vontade para trabalhar, pena que não pude me dedicar como achei que deveria, mas houve um amadurecimento muito grande da minha parte. Além das coisas que aprendi, percebi que a comunicação interpessoal foi muito importante (Professora Maria).

Eu cresci muito! Já sei mexer na plataforma Moodle, no *Modellus*, consigo ajudá-los na parte de Modelagem. É muito bacana quando eles entendem a teoria e aplicam no programa, colocam o conhecimento deles. Era o que eu mais queria que eles fizessem. Eu aprendi muito. Agora se eu aposentar e uma faculdade me chamar para dar aula, eu vou com mais coragem! (risos) (Professora Rafaella).

Além das professoras gostaríamos de ressaltar uma fala de uma das nossas tutoras quando lhe pedimos para resumir em poucas palavras o que ela achou de trabalhar coletivamente:

Em minha opinião, o trabalho coletivo em alguns casos chega a ser um desafio, pois muitas vezes há incompatibilidade de ideias, como também pode haver uma má distribuição de atividades. No entanto, não deixa de ser um aprendizado importantíssimo, pois é difícil conquistarmos algo sozinho. O trabalho coletivo proporcionou a descoberta e a solução de vários problemas durante as atividades realizadas no software, pois houve a soma de conhecimentos e visões, ampliando horizontes (Miziara – tutora).

Após estas palavras, entendemos que, com o tempo e com a experiência, houve uma evolução em nosso aprendizado, modelado pela interação com os outros, ajustando pouco a pouco a nossa compreensão. Percebemos que os saberes foram produzidos dentro de um processo de negociação interno ao grupo e dentro de um contexto histórico, num movimento de busca da melhor forma de desenvolver o trabalho educativo.

Por fim, consideramos que a produção de saberes é um movimento social e que, no nosso caso, esse movimento possibilitou a evolução no processo de ensino/aprendizagem de Cálculo por meio da interatividade e da interação proporcionadas pelo Ambiente Virtual de Aprendizagem.

3.2 Eixo II: A constituição e utilização de AVA no processo de ensinar e aprender Cálculo

O grande desafio ao elaborar as seqüências didáticas é a integração do espaço e tempo, de forma que o aluno interaja com os recursos, de forma dinâmica, integrando seus conhecimentos anteriores com novos conteúdos ou com novas formas de representações semióticas (FLEMMING, 2004, p. 276).

No processo de elaboração deste trabalho investigativo, vários saberes foram desenvolvidos para a constituição do Ambiente Virtual de Aprendizagem. Na análise desse processo, a pesquisa de Tonus (2007) nos possibilitou olhar para a questão da aprendizagem com Tecnologias da Informação e Comunicação.

Para nós, a utilização de Tecnologias da Informação e Comunicação na Educação é caracterizada por três momentos: pela interatividade que ocorre entre aprendiz e computador; pela interação mediada, entre aprendiz e computador, computador e docente e/ou aprendiz e a interação pessoal que ocorre entre aprendiz e docente e/ou aprendiz e aprendiz. Essa ideia é exemplificada na Figura 7:

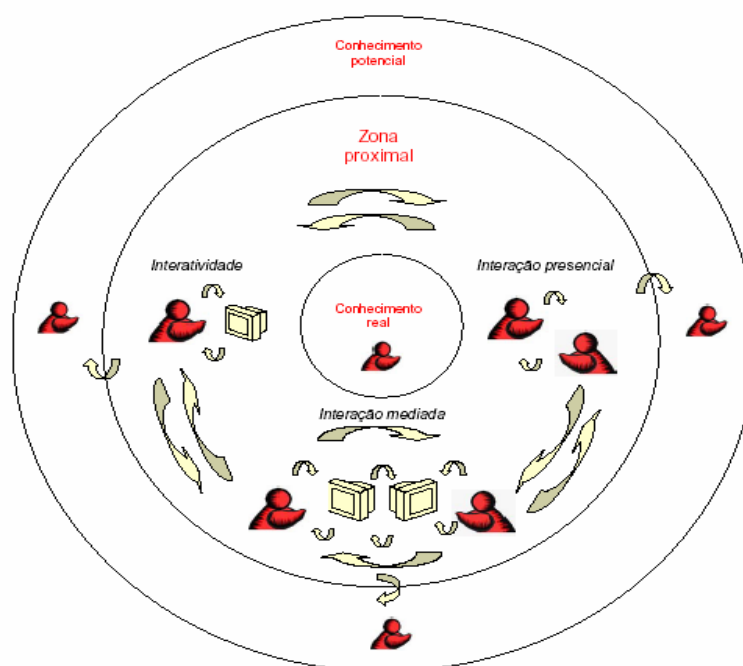


Figura 7 Construção do conhecimento por meio da interatividade e da interação, considerando os ciclos de ações, a espiral de aprendizagem e a ZPD.

Fonte: Tonus, 2007, p. 82

Tonus (2007) baseia-se em Vygostky para discutir o processo de ensino/aprendizagem com as Tecnologias da Informação e Comunicação e explica que “à medida que novos conhecimentos são construídos, o indivíduo passa da ZPD a outros patamares de conhecimento, processo ilustrado pelas setas que avançam da ZPD ao conhecimento potencial” (TONUS, 2007, p. 81).

A palavra Interatividade está na moda. O adjetivo "interativo" tem servido para qualificar qualquer coisa ou sistema cujo funcionamento permita ao seu usuário algum nível de participação ou de suposta participação. Os exemplos são abundantes, o cinema cujas cadeiras balançam sincronizadamente com o filme exibido é chamado de cinema interativo. Interativo apenas porque as cadeiras balançam, mas ninguém está interagindo com coisa alguma.

O mundo digital também é tido como interativo, embora nem tudo que se encontra no meio digital seja interatividade, isso é uma coisa que devemos desmistificar. Quando há interatividade, supõe-se que há duas pessoas ou dois entes que precisam dialogar.

No dicionário Aurélio, encontramos a definição de interatividade como sendo a “capacidade (de um equipamento ou sistema de comunicação ou sistema de computação etc.) de interagir ou permitir a interação”. O dicionário também diz que o termo interatividade está relacionado a interativo que é a capacidade de um “recurso, meio, ou processo de comunicação permitir ao receptor interagir ativamente com o emissor”.

Sabemos que podem existir divergências entre diferentes grupos de autores sobre a equivalência entre o termo Interação e Interatividade. Segundo Primo (1997,1998) a interação é uma “ação entre” os participantes do encontro. Nesse sentido, o foco se volta para a relação estabelecida entre os interagentes, e não para as partes que compõem o sistema global. Devemos tentar posicionar o problema, devemos estudar interação no ciberespaço estudando o entre e não os polos. Para este autor, interação é estudar o que acontece entre os agentes. Isso é uma visão relacional, estudar justamente os relacionamentos.

De acordo com os conceitos acima explicitados, o processo de análise desse eixo sobre a constituição e aplicação de Ambientes Virtuais de Aprendizagem no processo de ensinar e aprender Cálculo foi organizado em duas partes. Na primeira parte, abordamos o processo de interatividade dos alunos com a Plataforma *Moodle*, destacando as mídias que nos auxiliaram nesse processo de construção do conhecimento. Na segunda parte analisamos a interação mediada, entre aprendiz, computador, computador e docente e/ou aprendiz e a interação pessoal que ocorre entre aprendiz e docente e/ou aprendiz e aprendiz.

3.2.1 - Parte I – A Interatividade na Constituição de AVA

Desde o início do trabalho coletivo, decidimos que a constituição dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem das disciplinas de Cálculo seriam estruturadas no sentido de propiciar o acompanhamento de desenvolvimento do trabalho de projetos. Nesse processo, fomos construindo saberes docentes sobre o processo de integração com outras mídias à medida que nos deparávamos com as situações didáticas que elas provocavam. A seguir estaremos expondo esses encontros:

3.2.1.1 - Webquest

No Ambiente Virtual de Aprendizagem, foi disponibilizado uma *Webquest* sobre a História do Cálculo. Os alunos deveriam fazer uma pesquisa e essa deveria ser entregue em etapas na própria plataforma *Moodle*. Estas etapas foram organizadas em sete seções de uma *Webquest*.

Conceituando, a WebQuest é uma metodologia que direciona o trabalho de pesquisa utilizando os recursos da *Internet*. Metodologia, estudada, desenvolvida e disponibilizada por Bernie Dodge, *Educational Technology*, San Diego State University em 1995, e disseminada no Brasil por Jarbas Novelino Barato. As *webquests* são

produzidas para disponibilização na *Internet* e podem ser editadas em programas como *Front Page*, *NVU*, *Dreamweaver*, *Mozilla Composer*⁸.

No *site* do Projeto WebQuest – Escola do Futuro – USP, ela é definida como:

[...] modelo extremamente simples e rico para dimensionar usos educacionais da Web, com fundamento em aprendizagem cooperativa e processos investigativos na construção do saber. Foi proposto por Bernie Dodge em 1995 e hoje já conta com mais de dez mil páginas na Web, com propostas de educadores de diversas partes do mundo (EUA, Canadá, Islândia, Austrália, Portugal, Brasil, Holanda, entre outros).

Nós a definimos como uma metodologia que cria condições para que a aprendizagem ocorra, utilizando os recursos de interação e pesquisa disponíveis ou não na *Internet* de forma coletiva. É uma oportunidade de realizarmos algo diferente para obtermos resultados diferentes em relação à aprendizagem de nossos alunos. Além de que, a *Webquest* oportuniza a produção de materiais de apoio ao ensino de todas as disciplinas de acordo com as necessidades do professor e seus alunos.

Em geral, é elaborada pelo professor, para ser solucionada pelos alunos, reunidos em grupos. Sempre parte de um tema (o Egito Antigo, por exemplo) e propõe uma Tarefa, que envolve consultar fontes de informação especialmente selecionadas pelo professor. Essas fontes (também chamadas de recursos) podem ser livros, vídeos, e mesmo pessoas a entrevistar, mas normalmente são *Internet* ou páginas na *Web*. É comum que a Tarefa exija dos alunos a representação de papéis (faraó, arquiteto, escravo), para promover o contraste de pontos de vista ou a união de esforços em torno de um objetivo. Geralmente uma *Webquest* é constituída de sete seções: Introdução, Tarefa, Processo, Fontes de informação, Avaliação, Conclusão e Créditos.

Um ponto que convém ser preservado no trabalho com Webquest, é que ela seja sempre utilizada considerando-se o trabalho em grupo, e com orientação do professor, pois a forma como a utilizamos depende em grande parte das necessidades humanas, isso é, tanto dos professores quanto dos alunos⁹.

⁸ (WEBQUEST: METODOLOGIA QUE ULTRAPASSA OS LIMITES DO CIBERESPAÇO, Disponível em: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/materiais/0000012622.pdf> Acesso em: março de 2009)

⁹ (Recursos da Internet para a Educação, Disponível em: <http://www.webeduc.mec.gov.br/webquest/>, acesso em junho e julho de 2009)

No caso específico desta pesquisa, na Introdução da *Webquest* fizemos um questionamento aos alunos sobre o porquê de estudar Matemática, em especial Cálculo Diferencial e Integral, para que eles relacionassem fatos históricos da sua vida acadêmica aos problemas matemáticos que vivenciam hoje. Iniciamos com estas frases:

“Para saber quem somos e quem seremos, devemos antes olhar para o passado. Pense em você...”

“Hoje, você é o que é, devido a Educação e conceitos dos quais recebeu por meio de seus pais e adquiriu do seu passado. Esse fato também determina o seu futuro. Assim aconteceu com a história e a Matemática.”

Assim, eles deveriam pesquisar a História do Cálculo, enfatizando um fato que mais lhes chamou a atenção, dizendo se é aceito até hoje, se algo aconteceu com esse fato, alterando a História da Humanidade, se isso influencia de alguma forma sua vida acadêmica etc.

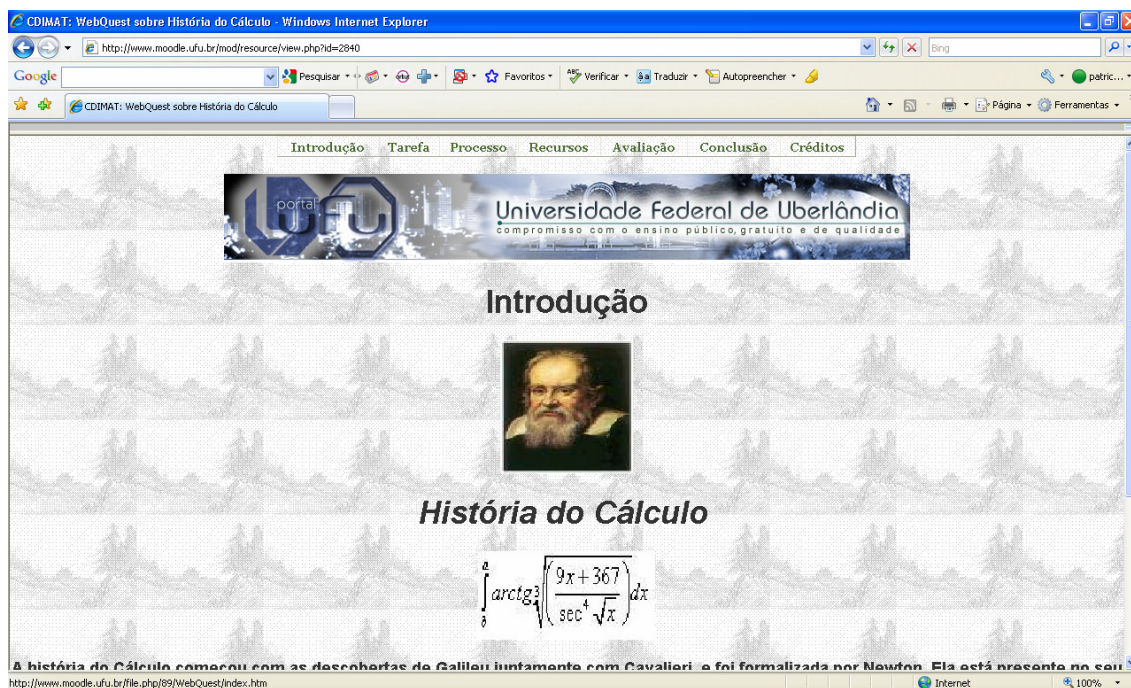


Figura 8 Seção Introdução da *Webquest* “A História do Cálculo”

Já na seção Tarefa, os alunos deveriam entregar um texto redigido no programa Microsoft *Word*, contendo: a pesquisa histórica, o fato escolhido e aplicações no nosso cotidiano. Também organizariam uma apresentação no programa PowerPoint, baseada no texto feito por eles no *Word*, não se esquecendo da bibliografia utilizada. Foram sugeridos sites de pesquisa na seção Recursos.

As tarefas foram realizadas em dupla, tomando o cuidado para que todos os elementos da dupla participassem de todas as etapas do processo de preparação do trabalho.

Na seção Avaliação, os alunos precisavam, antes de qualquer coisa, saber e compreender o trabalho realizado, participar ativamente na realização das tarefas e ajudar e respeitar os companheiros de trabalho. Havia três notas a serem estipuladas: **Regular, Bom e Excelente**, observando a utilização de todos os recursos oferecidos, a busca de outras fontes, o envolvimento com a pesquisa e a organização do trabalho.

Com o acesso a *Webquest* por meio da plataforma *Moodle*, os alunos poderiam entrar na Rede e pesquisar sobre a História do Cálculo em diversos *Internet* de busca, o que gerava o conhecimento necessário para a produção dos textos em slides no PowerPoint.

3.2.1.2 – Vídeo

A linguagem visual é uma das que apresenta um melhor resultado em relação aos efeitos da retenção de conteúdo por parte dos estudantes (MORAN, 1996).

A televisão, o computador e a Universidade fazem parte, hoje, do universo sócio-histórico e cultural do homem contemporâneo. Os estudantes geralmente se submetem a muitas horas diárias de exposição à TV e ao computador, e fazem-no com satisfação e prazer.

É uma necessidade de nosso tempo a busca pela utilização dessas novas tecnologias disponíveis para o ensino e, de modo mais particular, em nosso caso, para o ensino de Cálculo, como ferramenta de auxílio a de assimilação de conteúdos pelos estudantes.

Foi disponibilizado no Ambiente Virtual de Aprendizagem um tópico contendo as instruções para a fabricação de um Vídeo. Os alunos deveriam produzir um vídeo

sobre a História do Cálculo; não foi estipulado um tempo mínimo nem máximo para sua duração, embora tivessem que tomar o cuidado para que o filme não ficasse muito extenso ou caísse na monotonia. Os alunos poderiam formar grupos de, no máximo, cinco pessoas.

Houve um acompanhamento sistemático durante todo o semestre na produção do vídeo. Os alunos tinham a sua disposição um fórum para dúvidas, mensagens *off-line* e *e-mails* para ajudar na concretização do trabalho, além das monitorias e do auxílio da professora em sala de aula.

A entrega dos vídeos se dividia em dois processos, primeiramente deveriam postar na plataforma *Moodle* um roteiro do filme que iriam produzir, que poderia ser confeccionado no *PowerPoint* ou no *Word*. Nesse roteiro, deveriam estar expostos os nomes dos componentes do grupo, a forma como produziram o filme (se filmariam a si próprios, fariam montagens ou tutoriais) e a bibliografia utilizada.

A segunda etapa consistia colocar em prática tudo o que havia sido exposto nesse roteiro; tiveram total liberdade para a produção de seus vídeos, a única restrição era que o texto elaborado sobre a História do Cálculo fosse real. Foi avaliada a eficiência, a veracidade e a criatividade.

A entrega dos trabalhos foi feita na plataforma *Moodle* por meio de um *link* pelo qual os alunos postavam os vídeos, respeitando o máximo de 35Mb para o tamanho do arquivo.

Para a produção dos vídeos, os alunos deveriam confeccionar imagens, recortes de filmes, escolher qual a formatação mais adequada para o armazenamento, criar legendas e sonoplastia, além de fazer uma pesquisa envolvendo a parte teórica do processo. Tudo isso disponível em recursos digitais, bastando ao aluno interagir com a máquina.

3.2.1.3 Aplicativos

Os alunos tiveram acesso a materiais didáticos conhecidos como objetos de aprendizagem. Não há um conceito universal sobre o que sejam os objetos de

aprendizagem devido às mutações advindas da *Internet*. Daremos aqui uma definição proposta por Sá Filho e Machado (2005):

Uma definição para Objetos de Aprendizagem pode ser: recursos digitais, que podem ser usados, reutilizados e combinados com outros objetos para formar um ambiente de aprendizado rico e flexível. Seu uso pode reduzir o tempo em desenvolvimento, diminuir a necessidade de instrutores especialistas e os custos associados com o desenvolvimento baseado na Web. (SÁ FILHO; MACHADO, 2005, p.3 *apud* DOMENICO, 2006, p.84)

Portanto, objetos de aprendizagem são recursos que auxiliam na aprendizagem de conceitos e, ao mesmo tempo, estimulam a imaginação e a criatividade. Na verdade, eles podem tratar de conceitos únicos ou até envolver um conjunto de atividades que englobem toda uma teoria.

Para Moran (2000, p.12), “no ensino organiza-se uma série de atividades didáticas para ajudar os alunos a compreender áreas específicas do conhecimento (ciências, história, Matemática)”. Fica implícito, portanto, que a função de um objeto de aprendizagem é apresentar uma informação.

Os objetos de aprendizagem surgiram para facilitar e dar qualidade à relação ensino-aprendizagem, deixando ao alcance dos tutores e professores, e dos próprios alunos, diversas ferramentas importantes.

Alguns desses objetos de aprendizagem foram disponibilizados em nosso Ambiente Virtual de Aprendizagem. São os aplicativos (ou *applets*) em JAVA amplamente usados no auxílio ao ensino e aprendizagem de Matemática e que são caracterizados como *Web*. Assim o *Applet* é um *software* aplicativo que é executado no contexto de outro programa. Diferentemente de um programa, um *Applet* não pode rodar independentemente; um *Applet* geralmente exibe uma parte gráfica e por vezes interagem com o usuário.

Trata-se de pequenos programas feitos em Java, que se transferem com as páginas Web e que o navegador executa no espaço da página. A principal vantagem de utilizar Applets consiste em que são muitos menos independentes do navegador que os scripts em Javascript, inclusive independentes do sistema operativo do computador onde se executam (<http://www.criarweb.com/artigos/198.php>, Acesso em 6.11.2008).

Apresentamos um desses aplicativos relacionados ao Cálculo Diferencial e Integral, embora vários outros possam ser encontrados na *Internet*. Esse aplicativo permite uma interação com o usuário por meio da exploração e, com isso, construindo o conhecimento.

A definição de integral envolve a chamada soma de Riemann e está ligada à área entre o gráfico e o eixo das abscissas de determinada função. Como também se trata de uma definição envolvendo limite, a metodologia quadro e giz dá apenas uma ideia desse conceito, entretanto, se dispusermos de um aplicativo como o encontrado em <http://calculusApplets.com/riemann.html>, fica mais fácil ensinar e aprender, já que aumentar o número de retângulos abaixo da curva significa inserir um número maior em uma caixa de entrada e apertar *enter* como podemos observar pela Figura 9.

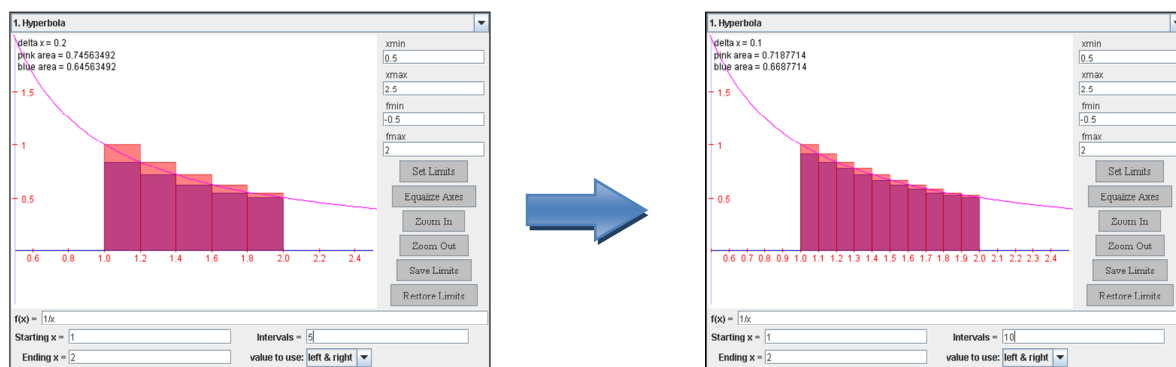


Figura 9 Aplicativo de Integral disponível nas plataformas de Química Industrial e Ciência da Computação

Existem também aplicativos que trabalham com a visualização de superfícies, Matemática aplicada, com o ensino básico e também com outras áreas do conhecimento. Aplicativos sobre limite, derivada e integral foram disponibilizados, juntamente com um manual, disponível na plataforma *Moodle*.

Esses aplicativos foram inseridos na plataforma *Moodle*, para que os alunos investigassem ou mesmo tivessem estimulada sua curiosidade e fizessem as simulações, tendo em vista que não era necessária nenhuma intervenção de qualquer outra pessoa, nem mesmo a do professor. Não houve qualquer tipo de avaliação com respeito ao seu acesso, os alunos ficaram livres para não acessá-los caso não quisessem.

Todas essas características citadas mostram que o modelo de objeto de aprendizagem vem para facilitar a qualidade do ensino, proporcionando aos tutores, alunos, professores mais uma ferramenta computacional.

3.2.1.4 - *Software Modellus*

O *Software Modellus* é uma ferramenta cognitiva usada para auxiliar a internalização de conhecimento simbólico, preferencialmente em atividades em grupos, em que a discussão, a troca de ideias e o teste são atividades dominantes, em oposição ao ensino tradicional e expositivo. Isso não significa, no entanto, que os estudantes reinventem o conhecimento quando constroem ou exploram modelos com o *Modellus*. O *Modellus*, como outras ferramentas de modelagem computacional, permite ao usuário fazer e refazer representações, explorando-as sob as mais diversas perspectivas. Desse modo, facilita a familiarização com essas representações, criando uma intimidade entre o aprendiz e a representação, intimidade essa que muito dificilmente resulta da simples observação ocasional de equações e representações feitas pelo professor ou apresentada nos livros.

Dispondo de uma ferramenta computacional, o processo de modelagem adquire contornos mais concretos, pois o aluno pode utilizar essa função em um contexto específico e explorar o significado dos seus parâmetros e da função em si. Especialmente, se a ferramenta de modelagem computacional dispensar o conhecimento de alguma linguagem de programação. Essa é uma das maiores vantagens do *Modellus* a sintaxe da escrita é praticamente a mesma que se usa ao escrever um modelo matemático no papel, tanto para as funções quanto para as equações diferenciais ordinárias.

Pelo fato de se valer da linguagem matemática usual é que o *Modellus* se torna um excelente programa também para o ensino e aprendizagem de Matemática, assim como em qualquer outra área do conhecimento que se valha de sistemas dinâmicos, como a Biologia e a Química.

O *Modellus* foi concebido como um *software* de modelagem, no qual o usuário pode facilmente escrever modelos matemáticos expressos como funções, equações diferenciais, equações a diferenças finitas ou derivadas. Na construção de modelos, o usuário pode-se valer, também, de derivada de qualquer ordem de uma função de uma variável.

Nas suas últimas versões, o *Modellus* dispõe, também, de instrumentos que permitem a medida de quantidades físicas representadas na forma de gráficos, vídeos e fotografias. Esses instrumentos de medida (ângulo, distância, área, coordenadas, derivada) podem servir para determinar os parâmetros a serem usados num modelo que

descreverá esses dados, assim como podem ser usados na coleta de informação. Por exemplo, usando-se o instrumento de medida de ângulo, pode-se determinar o ângulo de emergência de dois objetos que colidem.

Sob o ponto de vista educacional, percebemos que o *Modellus* possibilita tanto o aprender fazendo quanto o aprender explorando, já que tanto o aluno pode construir seus próprios modelos, de um modo muito direto, valendo-se do simbolismo matemático como usualmente é manuscrito, assim como pode explorar modelos feitos por outros; há a possibilidade de manter a janela Modelo fechada – inclusive bloqueando-a com uma senha – de modo que o aluno não a possa visualizar.

Assim, buscamos analisar outros recursos tecnológicos aplicados no ensino, deparamos com algumas experiências descritas por pesquisadores de instituições de Ensino Superior, que descreveram aplicações em sala de aula.

Um estudo analisado foi o de Vasconcelos, Pinto, Neto e Santana (2004) em seu artigo intitulado “*Software Modellus: uma experiência no ensino de Matemática aplicada à Física assistida por Computador*” que retrata uma pesquisa realizada com doze alunos inscritos no Curso de Recém-Ingresso da Universidade Federal do Ceará com o intuito de analisar a contribuição do uso do computador por meio da Modelagem Matemática e da simulação computacional no estudo do Movimento Harmônico Simples. Para isso, os pesquisadores utilizaram o *software Modellus* na construção do gráfico da equação $x(t) = A \cos(\omega t)$, realizando um estudo sistemático sobre ele, conjuntamente com as funções seno e cosseno. Além do estudo do gráfico, com o auxílio do *software Modellus*, foram feitas construções de animações do modelo matemático.

De acordo com Vasconcelos, Pinto, Neto e Santana (2004):

Durante a construção das atividades propostas, observamos que, mesmo diante da dificuldade na manipulação desta tecnologia, os alunos puderam gerar seus modelos e obtiveram sucesso ao verificarem a viabilidade desse diante da atividade proposta. No momento da construção do gráfico dessas atividades, foi observado que a maioria dos alunos foram capazes de constatar quase que imediatamente os conceitos matemáticos envolvidos na situação, referentes as funções trigonométricas. No momento da criação das animações envolvidas pelo modelo matemático trabalhado, observamos que os alunos puderam visualizar uma aplicação real do modelo matemático do Movimento Harmônico Simples (VASCONCELOS; PINTO; NETO; SANTANA, 2004, p.7).

Seguindo essa mesma linha de pensamento, Oliveira e Linhares (2005) realizaram um trabalho propondo a utilização do *software Modellus* durante o segundo semestre de 2004, em uma turma de primeiro ano da Licenciatura em Física, abrangendo o conteúdo de Mecânica. Iniciaram suas atividades com um teste inicial sobre gráficos cinemáticos, baseado numa versão adaptada da tradução do TUGK (*Test of Understanding Graphs in Kinematics*) (Agrello e Garg, 1999). Após isso, as aulas foram no laboratório de informática usando o *software* em dez atividades de exploração de modelos, com conteúdos de gráficos de cinemática, contendo questões a serem respondidas e verificadas com o *software Modellus*. Houve também atividades de criação, em que os alunos criaram seus próprios modelos a partir de uma situação apresentada, como forma de aprenderem a manusear o *software* e explorar as suas potencialidades. Assim, “essa etapa inicial serviu não só para uma avaliação da aprendizagem com o uso do *software*, mas também para corrigir erros detectados durante a aplicação da metodologia para as atividades futuras durante o Curso de Mecânica” (OLIVEIRA; LINHARES, 2005, p. 2).

Segundo Oliveira e Linhares (2005, p. 3), a escolha do *Modellus* foi feita “devido a suas características e sua versatilidade no estudo das ciências. Por fim, consideraram que “Esse trabalho se propõe de forma geral a contribuir com as novas perspectivas para o ensino de Física que o computador potencializa, focando nosso estudo na modelagem, visto que é uma ferramenta importante na integração da Física com a Matemática”.

Já Santos e Almeida (2007) desenvolveram uma pesquisa junto a oito estudantes da disciplina de Cálculo Diferencial e Integral do Curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Estadual de Londrina. No caso apresentado nesse artigo intitulado “A utilização do computador pelos estudantes em uma situação de Modelagem Matemática”, analisaram a utilização do *software Modellus* no contexto de uma situação, estando interessados em descobrir como os estudantes utilizam o computador e alguns *softwares* em situação de Modelagem Matemática, sobretudo no modo como os esses estudantes exploram alguns conceitos Matemáticos.

O trabalho apresentado nesse artigo foi uma modelagem de um jardim, realizado em dois episódios. No primeiro episódio, foi entregue aos estudantes uma foto de um jardim e um esquema com suas dimensões. O objetivo era calcular a área, a fim de que a quantidade de grama comprada fosse a mais próxima possível do tamanho do jardim. Nesse primeiro episódio, os estudantes não utilizariam o computador, mas tão somente

lápiz, papel e calculadora científica. Assim, o primeiro passo foi construir um modelo matemático cuja curva se ajustasse ao contorno do jardim.

O segundo episódio foi realizado no laboratório do Departamento de Matemática da UEL. Nesse episódio, os estudantes fizeram uso do computador para resolver o mesmo problema proposto a eles no primeiro episódio. Assim, a atividade inicialmente consistiu em construir um modelo matemático cuja curva se ajustasse, da melhor maneira possível, à linha que delimitava superiormente a região cuja área se queria calcular, a fim de que em seguida, fosse calculada a Integral Definida. Para isso, em vez da folha de papel, foi apresentado aos alunos o esquema com as dimensões do jardim na janela Animação do *Software Modellus*.

E após todo esse trabalho Santos e Almeida (2007) puderam concluir que:

Mediante algumas observações realizadas, procuramos destacar o potencial das TIC, especificamente do computador, na construção do conhecimento Matemático em atividades de Modelagem Matemática. Nesse sentido, a utilização do computador foi fundamental. O dinamismo, a interatividade e as possibilidades de visualização foram de suma importância no desenvolvimento desta atividade – aspectos esses destacados pelos próprios estudantes. Além do caráter experimental, bastante valorizado nas atividades de investigação, foi necessário por parte dos estudantes, mediante a utilização do computador, fazer uso de conhecimentos matemáticos que já possuíam. Caracterizando, de certa forma, a harmonia entre a Modelagem Matemática enquanto alternativa pedagógica e a utilização do computador (Santos e Almeida, 2007, p. 703).

Já em nossa pesquisa, utilizamos duas versões do *software Modellus*:

3.2.1.4.1 - Versão 2.5

O *Modellus* 2.5, que pode ser encontrado no endereço eletrônico <http://phoenix.sce.fct.unl.pt/modellus> é de origem portuguesa da Universidade Federal de Lisboa. Construído em linguagem C++, o *software* possui interface de janelas das quais possui sete tipos de distintas funções, integradas pelo mesmo modelo matemático:

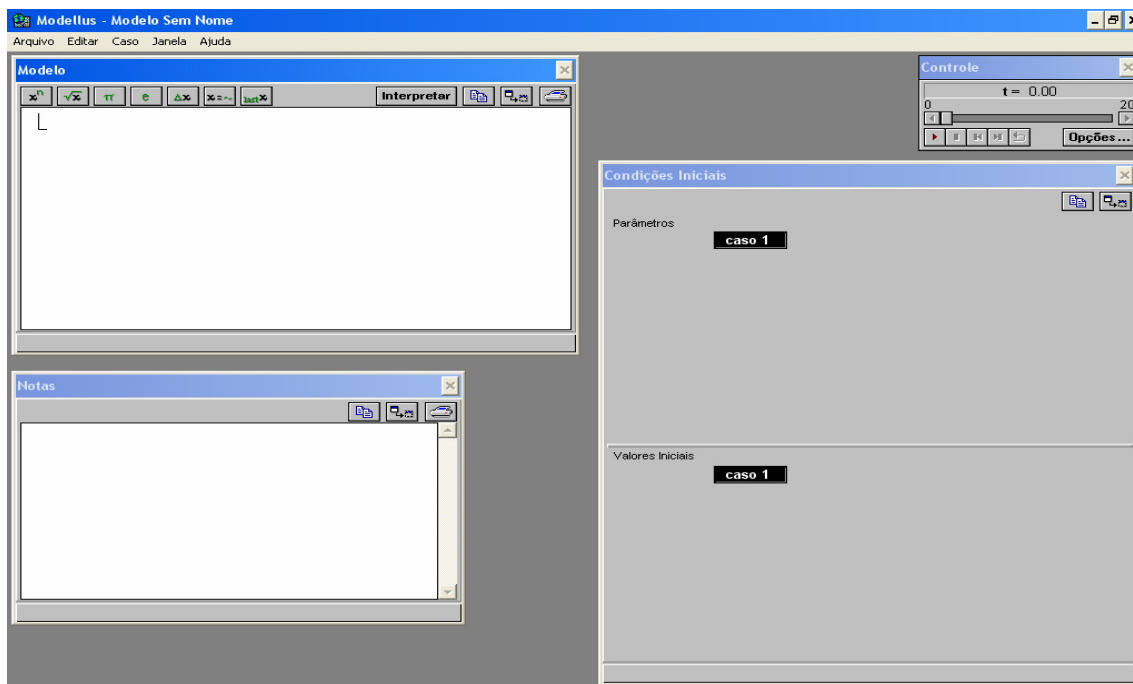


Figura 10 Interface do *Modellus* 2.5

- **Janela Modelo:** Nessa janela digitamos as propriedades de todos os objetos a serem criados nas demais janelas. Podem-se escrever funções iterações e equações diferenciais ordinárias. Além de poder integrar numericamente. A variável independente é inicialmente designada por t , mas pode ser designada por qualquer outra letra.
- **Janela Controle:** Nessa janela encontram-se as opções relativas à variável independente.
- **Janela Condições Iniciais:** Nessa janela podemos atribuir valores distintos aos parâmetros de uma família de funções que constituirão “casos”, que podem ser analisados separadamente ou sobrepostos nas demais janelas.
- **Janela Tabela:** O programa permite por essa janela o acompanhamento dos valores das variáveis envolvidas no modelo nos diferentes casos.

- **Janela Notas:** Permite ao autor do modelo inserir algum comentário sobre ele, funciona como um bloco de notas.
- **Janela Gráfico:** Podem ver-se múltiplas representações de relações Matemáticas. Por exemplo: equações, tabelas, gráficos e animações.
- **Janela Animação:** Nessa janela, estão integrados diversos recursos para permitir a criação de objetos que simulem o modelo matemático criado, permitindo visualizarmos e manipularmos os mesmos. Aqui, diversos recursos são oferecidos para que o usuário decida sobre a construção do modelo.

A segunda versão do *Modellus* permite também a utilização de fotografias, vídeos, gráficos etc., como registros de informação para construção de modelos. Uma vez colocadas essas imagens como “fundo” numa janela de “Animação”, podem utilizar-se “ferramentas de medida” de coordenadas, distâncias, áreas, declives e ângulos. As medidas assim efetuadas podem ser utilizadas para construir modelos, modelos esses que podem depois ser comparados com as imagens ou podem ser utilizados para construir animações.

Observamos que o *software* utilizado é de fácil manejo e de domínio público, tornando ainda mais fácil a familiarização dos ambientes computacionais com o ensino de Cálculo.

3.2.1.4.2 - Versão 4.01

O *Modellus* 4.01 é uma versão atualizada, possui uma ótima estética e tem como objetivo permitir aos alunos e professores iniciarem-se na computação científica, nomeadamente por meio da análise e exploração de modelos matemáticos baseados em funções, em iterações e em equações diferenciais.

Em sua interface possui quatro janelas (Janela Modelo, Janela Gráfico, Janela Notas e Janela da Tabela) que desempenham a mesma função do *Modellus* 2.5, a parte de modelagem é feita na área de trabalho. A modelagem Matemática é feita com o auxílio de ficheiros ou abas que aqui denominaremos de Ribbon; é neles que se dispõem as funções do programa. Uma primeira análise da Interface do *Modellus* 4.01 está representada na Figura 11.

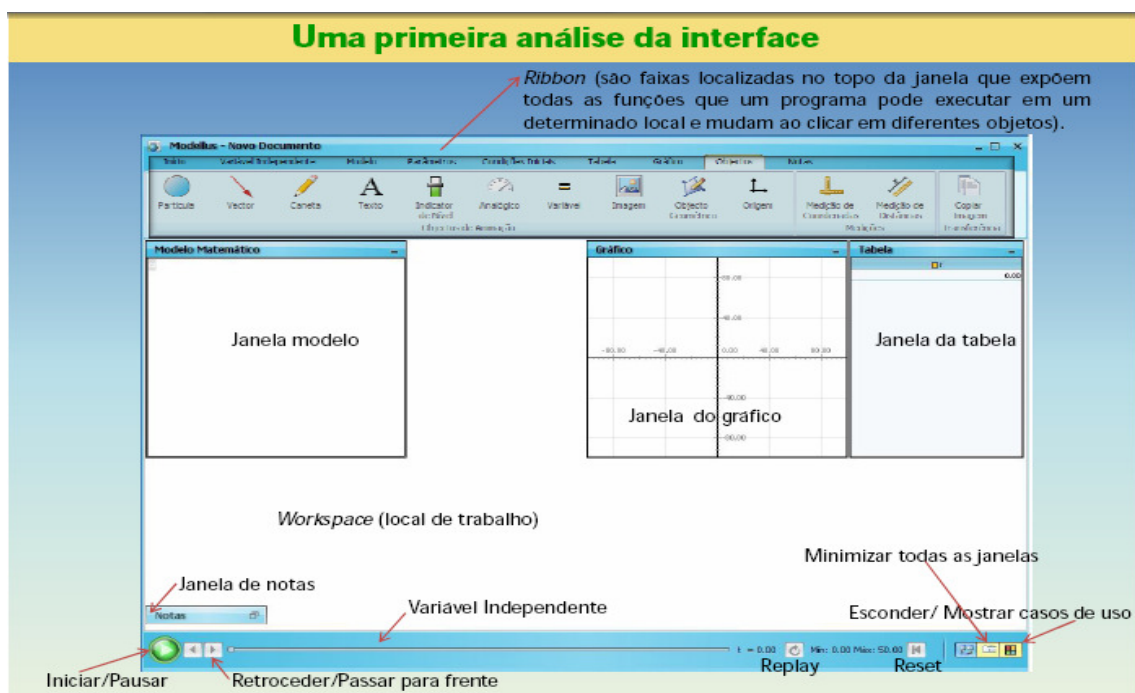


Figura 11 Interface do *Modellus* 4.01

São nove Ribbons que desempenham papéis diferentes e importantes no processo de modelagem, as janelas que citamos logo acima também possuem seus respectivos Ribbons. Veja quais são eles:

- Ribbon Início: estão os comandos básicos de qualquer programa: Abrir, Novo, Guardar e Guardar Como. Esse Ribbon se subdivide em preferências (que diz se o programa pode ou não ser protegido com senha, se os ângulos da modelagem devem estar em radianos ou graus, quantas casas decimais etc.) e ambiente de trabalho (aqui ele se refere à modelagem em si, podendo se ter um fundo milimetrado, colorido ou até com outras imagens). Aqui também se encontra um tópico de ajuda;
- Ribbon Variável Independente: funciona como a janela controle do *Modellus* 2.5, nele escolhemos a variável, o passo (velocidade), o domínio da minha função e o intervalo que ela deve ter;
- Ribbon Modelo: faz a parte matemática, lembrando que se deve interpretar todas as funções. Existem várias teclas de atalho como potência, raiz quadrada, taxa de variação etc. Tem as mesmas funções da Janela Modelo do *Modellus* 2.5;

- Ribbon Parâmetros: podemos atribuir valores distintos a uma família de funções;
- Ribbon Condições Iniciais: construir diferentes “casos”, que podem ser analisados separadamente ou sobrepostos;
- Ribbon Tabela: cria uma tabela utilizando as variáveis utilizadas na modelagem matemática;
- Ribbon Gráfico: funciona como um Plotador de Gráficos, ficando a seu critério a plotagem de dois ou mais gráficos;
- Ribbon Objetos: insere todos os comandos necessários para se fazer a modelagem matemática;
- Ribbon Notas: editor de textos.

Quando iniciamos nossa pesquisa, utilizando o Software *Modellus* na versão 2.5, tivemos um pequeno problema no armazenamento dos trabalhos entregues na plataforma *Moodle*: não estávamos conseguindo enviar em um mesmo arquivo a imagem e sua Modelagem Matemática. Quando abríamos os trabalhos dos alunos recebidos na plataforma aparecia a mensagem retratada na Figura 12:

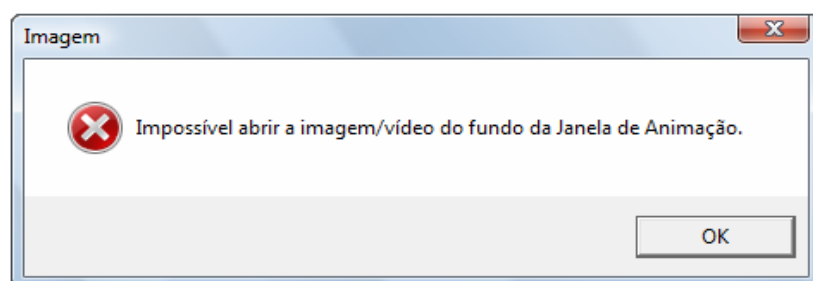


Figura 12 Janela de mensagens do *Modellus* indicadora de erros no processamento dos dados.

Descobrimos que o *software* buscava a imagem no diretório de onde ela foi retirada e se ela não estivesse salva no computador ou mesmo no *pen drive*, ela simplesmente não apareceria, caso fossem estas as origens da imagem. Para isso criamos outro *link* para o qual o aluno deveria enviar a imagem separadamente da Modelagem. Assim, antes de abrir o seu trabalho em qualquer computador, a imagem deveria ser salva.

Como esse problema foi comum no primeiro semestre de pesquisa, tivemos o cuidado de fazer vários testes quando resolvemos adotar a versão 4.01 no segundo semestre. Para nossa surpresa, a nova versão suportou com sucesso tanto a Modelagem Matemática quanto a imagem em um mesmo arquivo. Não tivemos nenhum problema relacionado ao seu armazenamento nem tampouco na execução dos trabalhos enviados via plataforma *Moodle*.

Para a realização de todo o processo, foram disponibilizados no Ambiente Virtual de Aprendizagem dois tópicos envolvendo o trabalho de Modelagem Matemática com o *software Modellus*. No primeiro tópico, foram cedidos alguns dos subsídios necessários para os alunos: uma Introdução, as duas versões do *software Modellus*, dois manuais (sendo um de cada versão), um tutorial explicando como foi feita uma Modelagem Matemática no *Modellus* sobre função e uma versão do Java 1.6 (pois caso o computador no qual seria instalado o *Modellus* 4.01 não tivesse esse aplicativo, o programa não rodava), enfim recursos para que os alunos adquirissem conhecimentos prévios para a manipulação dos *softwares* e, conseqüentemente, conseguissem interagir com seus trabalhos. O segundo tópico continha os fóruns de dúvidas sobre a Modelagem Matemática, no total de quatro e os *links* disponibilizados para a entrega dos trabalhos.

Assim, depois de todo esse processo de experiência com Ambientes Virtuais de Aprendizagem, entendemos que para elaborá-los foi necessária a construção de procedimentos técnicos e didáticos que possibilitassem a interatividade. Quando nos referimos aos procedimentos técnicos, queremos ressaltar as mídias inseridas no AVA, como por exemplo, os Aplicativos de Cálculo e a *Webquest*, que ofereceram aos alunos vários momentos de interatividade, com a finalidade de munir informações necessárias para que o aluno construa seu próprio conhecimento. Já aos procedimentos didáticos, atribuímos a necessidade do docente, do tutor ou da pesquisadora de fazer a integração entre estas mídias. Como no caso da Modelagem Matemática, pois além de disponibilizar as versões do *software Modellus*, tornou-se acessível o seu tutorial e os manuais.

Contudo, à medida que o grupo ampliava o conjunto de conteúdos educacionais multimídia e houve uma realimentação do AVA proporcionada pelos alunos que vivenciam o processo de capacitação para uso das ferramentas do AVA como recurso pedagógico, cresceu a convicção de que existe um longo caminho a trilhar na direção de testar essas e outras teorias de aprendizagem que possam nortear o desenvolvimento de ambientes educacionais que utilizem multimídia e interatividade com propriedade e que o resultado de seu uso possa ajudar no desenvolvimento de uma aprendizagem significativa.

3.2.2 Parte II – Interação nas aulas de Cálculo

Compreendemos que a interação é o encontro de sujeitos, que pode ser direta (somente entre pessoas) ou indireta (mediada por algum veículo técnico de comunicação). É importante ressaltar que a Interação é inerente aos seres humanos.

Na segunda parte da nossa pesquisa, analisamos dois tipos de interação: a interação mediada que ocorre entre o computador, o docente e o aluno ou entre o computador e o docente ou entre o computador e o aluno; além da interação pessoal que ocorre entre aluno e docente ou entre aluno e aluno. Segundo Tonus (2007, p. 176), na interação mediada, o professor responde aos *e-mails*, faz provocações e participa dos fóruns ou do mensageiro instantâneo, disponibilizando material digital por meio dessas ferramentas de interação a distância (no nosso caso a plataforma *Moodle*) para que o aluno possa empregá-lo na interatividade com o *software*. Para que os métodos educativos envolvam ativamente o aprendiz e apresentem desafios, é imprescindível essa interação. A atenção docente não está apenas em responder às questões em sala de aula, mas em orientar a construção do conhecimento e sensibilizar o aprendiz para que assimile e acomode o novo para, então, seguir para uma nova etapa de desenvolvimento.

Percebemos que a interação dos alunos com a Plataforma *Moodle* não estava sendo satisfatória, logo criamos uma estratégia para que houvesse uma mudança nesse quadro.



Figura 13 Tópico na Plataforma *Moodle* destinado a Problemas Surpresas.

Uma das grandes preocupações durante a nossa pesquisa foi a interação dos alunos com o AVA. Na tentativa de que os alunos participassem com mais frequência da plataforma *Moodle* e que também pudéssemos ajudá-los devido ao mau desempenho na primeira prova de Limites, foi criado um tópico com Problemas Surpresa, contendo exercícios do conteúdo abordado em sala de aula. Cada resolução correta valeria um ponto extra somado à nota final do semestre e a postagem de sua resolução estaria aberta na plataforma somente por 24 horas.

Em se tratando de derivada, o nosso grupo chegou a um consenso que o conteúdo que os alunos encontram maior dificuldade de assimilação era o de Taxa de Variação. Logo o problema sobre derivadas foi: Em um tanque em forma de cilindro, despeja-se água à razão de $100 \text{ cm}^3/\text{min}$. Sabendo-se que o diâmetro da base mede 180 cm, com que rapidez varia o nível da água quando $h = 0.5\text{m}$?

O tópico de Problemas Surpresa pôde também ajudar-nos a evidenciar de imediato as dificuldades dos alunos com o conteúdo ministrado pelas professoras, já que o tempo para entrega dos trabalhos foi muito restrito. Assim, ao acessar o *Moodle*, buscando pontos extras, os alunos interagiam com as ferramentas do AVA proporcionando um melhor aproveitamento de nossos recursos.

Assim observamos que, no processo de acompanhamento desse trabalho educativo, várias estratégias foram construídas e gerenciadas no Ambiente Virtual de Aprendizagem. A análise dos dados de nossa pesquisa permitiu-nos observar que a plataforma *Moodle* foi organizada (customizada) para gerenciar o processo de interação com os alunos de diversas formas. A seguir elucidamos de que forma as mídias citadas anteriormente e outras que foram advindas da necessidade de cada grupo contribuíram para o processo de interação da nossa pesquisa.

3.2.2.1 Webquest

Em nossa pesquisa, utilizamos a *Webquest* na tentativa de responder perguntas muito frequentes feitas pelos alunos nas aulas de Cálculo, como por exemplo “de onde surgiu taxa de Variação?” ou “Por que precisamos estudar limites?”. Geralmente, os alunos questionavam as professoras sobre o assunto. Com a finalidade de obter mais um recurso em nosso Ambiente Virtual de Aprendizagem e acabar com esses questionamentos, surgiu a ideia de utilizarmos a *Webquest* para apresentação de um trabalho envolvendo a História do Cálculo.

A maioria desses trabalhos relata de forma geral como Leibniz e Newton fizeram suas descobertas, como podemos perceber na Figura 14:

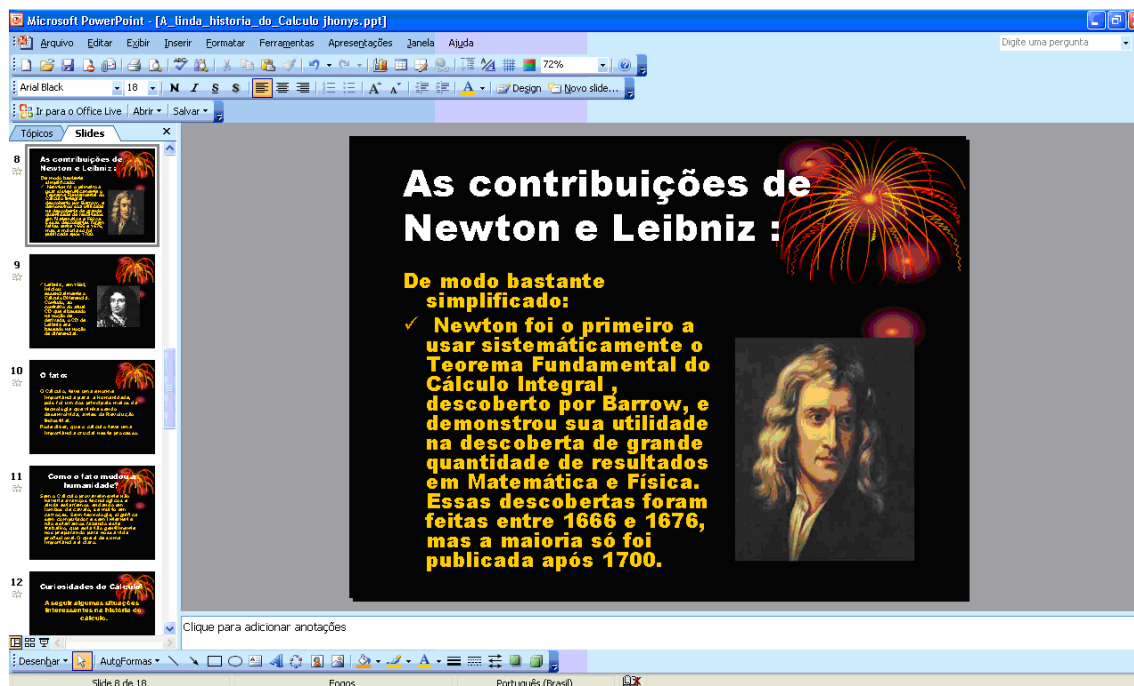


Figura 14 Apresentação de um trabalho no PowerPoint realizado por alunos sobre a História do Cálculo

A pesquisa realizada por esses alunos inicia-se na divulgação dos escritos matemáticos de Archimedes sobre os métodos infinitesimais, passando por Galileu com os estudos de Cinemática e Dinâmica até chegar a Newton e, posteriormente, a Leibniz. Também retratam algumas curiosidades como o escrito na lápide de Diofanto, que foi o primeiro matemático grego a usar simbolismo algébrico. Em sua homenagem, chamamos de equações diofantinas as equações cujas soluções devem ser números inteiros. Ele viveu em Alexandria no século III. A escrita da lápide dizia:

Aqui jaz o matemático que passou um sexto da sua vida como menino. Um doze avos da sua vida passou como rapaz. Depois viveu um sétimo da sua vida antes de se casar. Cinco anos após nasceu seu filho, com quem conviveu metade da sua vida. Depois da morte de seu filho, sofreu mais quatro anos antes de morrer.

Essa escrita gerou muita polêmica na apresentação do trabalho, pois todos os alunos se entusiasmaram na resolução desse problema matemático.

Já o trabalho seguinte, também realizado por uma dupla de alunos, dedicou-se mais ao Cálculo de Áreas e Volumes. Primeiramente, fizeram uma breve introdução sobre a origem de alguns dos conceitos matemáticos na Grécia, Babilônia e Egito, a fim de aqueles povos resolverem problemas práticos como reduzir as taxas cobradas aos agricultores do vale do Nilo, tendo em vista a área alagada e tomada pelo rio a cada ano, calcular o volume de um silo de forma cônica ou dobrar o volume do pedestal da estátua em homenagem ao deus Apolo. Isso os levou à resolução de algumas equações e ao cálculo de áreas e volumes de figuras simples como retângulos, trapézios, cones, cilindros e ao desenvolvimento de um sistema de numeração.

Os alunos também descreveram as descobertas de Newton e Leibniz, além de falarem sobre outros matemáticos importantes como Johann Bernoulli, que deu origem ao nome Cálculo Integral, que foi publicado pela primeira vez por seu irmão mais velho Jacques Bernoulli, em 1690, e Leonard Euler, que, em sua obra sobre integrais, daria continuidade ao estudo de funções. Foi Euler, entretanto, quem criou os fundamentos da Análise, tornando mais fáceis o estudo e a utilização do Cálculo.

Ao final discutiram alguns dos fatos históricos que lhes chamaram mais atenção. Um deles foram os primeiros problemas que apareceram na História relacionados com as integrais que são os de quadratura, em que os gregos faziam a medição de superfícies a fim de encontrar suas áreas; eles as relacionavam com a área do quadrado, por ser essa a figura plana mais simples. Assim, buscavam encontrar um quadrado que tivesse área igual à da figura em questão (Figura 15).

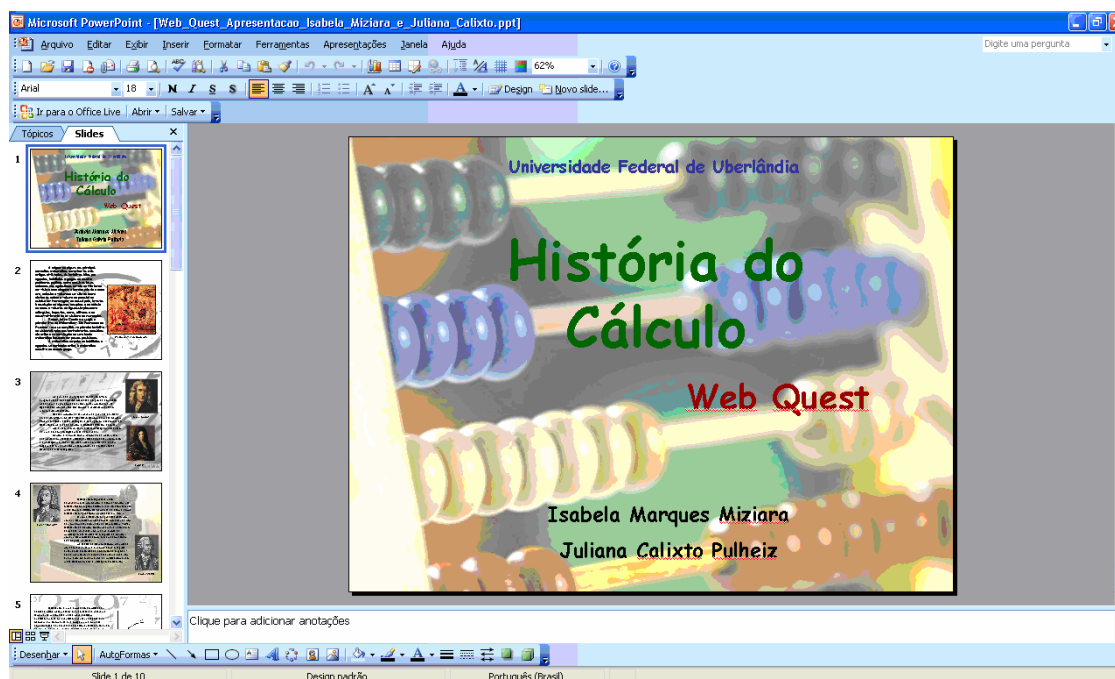


Figura 15 Apresentação do trabalho sobre a História do Cálculo concentrado em áreas e volumes.

Acreditamos que, com a utilização da *Webquest*, ajudamos os alunos a experimentarem uma nova forma de aprender Matemática, em particular Cálculo Diferencial e Integral, além de saberem um pouco mais sobre a História do Cálculo relacionado com o seu Curso. Entretanto, analisando a utilização da *Webquest* de forma ampla, percebemos que ela foi bem empregada por alguns alunos, embora outros na apresentação de seus textos, não tivessem o cuidado de pesquisar e analisar qual seria a melhor forma de expor o seu trabalho. Apenas copiaram (Ctrl C) e colaram (Ctrl V) os primeiros textos encontrados no *site* de busca *Google*.

Na tentativa do melhor aproveitamento das ferramentas expostas na plataforma *Moodle*, optamos pela produção de vídeos em contraposição a *Webquest*.

3.2.2.2 Vídeo

Deixamos a produção dos vídeos à criatividade dos alunos. Foi somente estipulado que o assunto abordado deveria expor um fato sobre a História do Cálculo. Na última semana de aula do semestre, organizamos uma reunião em sala para que todos pudessem assistir aos vídeos produzidos.

Vários vídeos foram criados e, em sua maioria, constavam de tutoriais feitos no *PowerPoint*. Uns ressaltavam grandes matemáticos, outros diziam sobre as maiores descobertas e havia aqueles que falavam de tudo. Tivemos trabalhos muito interessantes! Abordaremos dois deles adiante.

O vídeo ilustrado na Figura 16 relata a História do Cálculo por meio de cenas de alguns filmes, cujas dublagens dos personagens são dos próprios alunos. A maior parte do vídeo acontece em naves espaciais, com cenas retiradas de um dos filmes do seriado Guerra nas Estrelas. Um de seus protagonistas é Darth Vader, que, no contexto do vídeo, representa Newton; ele segue a trama explicando aos demais tripulantes da nave como surgiu o Cálculo e como se deram suas principais descobertas.

Existe uma luta final entre Darth Vader (Newton) e Luke Skywalker (Leibniz) na disputa pela patente sobre a descoberta do Cálculo. Na cena final, Darth Vader encurrala Luke Skywalker, que consegue fugir por um dos tubos de ar, deixando implícito que o pai do Cálculo seja Newton.



Figura 16 Cena final do vídeo de alunos sobre a História do Cálculo estrelado por Darth Vader (Newton) e Luke Skywalker (Leibniz)

A maior polêmica do vídeo foi que, ao final, Darth Vader e alguns tripulantes da nave aparecem dançando “Thriller”, em comemoração à vitória alcançada e, por coincidência, o vídeo foi entregue uma semana antes da morte de Michael Jackson.

O segundo vídeo é um documentário feito por dois alunos, que se inicia com a vinheta do Jornal Nacional e os apresentadores são Havaianas e seu irmão, que, no contexto do vídeo, são respectivamente a Professora Rafaella e a pesquisadora. O documentário foi produzido em uma sala; os movimentos, algumas falas e as roupas dos personagens argumentavam semelhanças quase idênticas a elas (Figura 17).

Como tomávamos notas das aulas em um caderno, os alunos se adequaram ao máximo para que fossem originais. Fizeram breves comentários sobre o surgimento de Limites, Derivadas e Integrais, além de ressaltar Leibniz e Newton em suas falas. Depois de muita gargalhada entre os alunos que estavam assistindo, pudemos perceber que os autores do vídeo conseguiram, de forma agradável, falar um pouco sobre o que eles haviam entendido sobre a História do Cálculo.



Figura 17 Cena do documentário sobre a História do Cálculo estrelado por prof. Rafaella (à esquerda) e a pesquisadora (à direita).

Em suma, os trabalhos superaram nossas expectativas. Os estudantes envolvidos no projeto mostraram um grande interesse pela História do Cálculo, passando a apresentar uma significativa melhora em seu rendimento.

3.2.2.3 *Software Modellus*

Considerando a motivação e o interesse pelo estudo como elementos essenciais para desencadear a aprendizagem, desenvolvemos, durante nossa pesquisa, algumas atividades na linha da Modelagem Matemática com a utilização do *Software Modellus*. A perspectiva dessas atividades foi de despertar a motivação e o interesse dos nossos alunos em relação ao conhecimento Matemático, nesse caso, no que tange ao Cálculo Diferencial e Integral, concordando assim com Bassanezi (2002), que considera que a Modelagem aplicada ao ensino pode ser um caminho para despertar maior interesse, ampliar o conhecimento do aluno e auxiliar na estruturação de sua maneira de pensar e agir.

Assim, o objetivo desse trabalho é mostrar o que desenvolvemos em sala de aula, no laboratório de informática e no ambiente virtual com o propósito de compartilhar, com profissionais preocupados com a Educação Matemática, a trajetória desse processo de ensinar e aprender, visto que a Modelagem Matemática com a utilização do computador aplicada ao ensino é uma das metodologias que tem nos atraído muito.

3.2.2.3.1 Função

Geralmente o estudo de funções inicia-se no fim do nono ano do Ensino Fundamental ou no primeiro ano do Ensino Médio, ou seja, quando os alunos ingressam na Universidade, em particular nos cursos de Ciências Exatas, há de se convir que os cheguem com uma certa bagagem Matemática e que, certamente, conheçam o conteúdo de Função.

No Curso de Matemática da UFU, antes de iniciar a disciplina Cálculo Diferencial e Integral, que se encontra no segundo semestre letivo, os alunos cursam duas disciplinas para concretizar alguns desses conceitos, denominadas de Fundamentos da Matemática I e II. Nelas, o aluno estuda Trigonometria, Análise Combinatória, Produtos Notáveis, Conjuntos e Funções.

Já nos cursos que observamos durante essa pesquisa, a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral 1 é ministrada no primeiro semestre e disponibiliza às professoras uma ementa que contém a distribuição de horas/aula destinadas a cada assunto que deverá ser abordado no decorrer do semestre letivo. As primeiras aulas são para reforçar todo o conteúdo de Função conhecido por todos os alunos. Assim, é proposto que, durante uma semana, as professoras abordem vários tipos de funções, como, por exemplo, Crescente e Decrescente, Modular, Trigonométrica, Inversa, Gráfico de Funções, entre outros.

É pouco tempo para tanto conteúdo! Mesmo as professoras se dedicando ao máximo, não conseguiriam abordar todo o assunto com qualidade. Infelizmente, os alunos ainda encontram muita dificuldade com Função e, apesar de ambas as professoras envolverem Modelagem Matemática em suas aulas, ainda existem lacunas a serem preenchidas.

Na tentativa de preencher estas lacunas, com a ajuda da Modelagem Matemática e do *software Modellus*, na primeira atividade, os alunos deveriam encontrar uma imagem, salvá-la na janela animação e, a partir de funções adequadas, digitadas na janela modelo, criar curvas de maneira que contornassem a imagem escolhida.

Para fazer essa Modelagem Matemática no *Software*, o aluno precisa conhecer bem o conteúdo de Função a ser trabalhado, pois caso contrário, não saberia o porquê de uma parábola ficar mais aberta ou fechada, se o gráfico do logaritmo de $x+1$ está cortando o eixo x no lugar correto ou mesmo se a curva escolhida faria o processo desejado.

No trabalho a seguir o aluno utilizou funções simples como $y = \sqrt{-x^2 + 9081}$, $w = -\sqrt{-x^2 + 9081}$, $h = 0 \cdot x$, $a = x \cdot \sqrt{3}$, $c = -x \cdot \frac{1}{1,6}$, $b = -x \cdot \sqrt{3}$, $d = x \cdot \frac{1}{1,6}$, $f = 2$, $g = x \cdot \frac{1}{1,7}$ e $j = -x \cdot \frac{1}{1,7}$ para a Modelagem Matemática da circunferência e de todas as retas contidas na imagem. Foi respeitada a criatividade do aluno, deixando bem claro que a escolha da imagem e a forma pela qual iriam trabalhá-la fosse de forma única e exclusiva dele próprio (Figura 18).

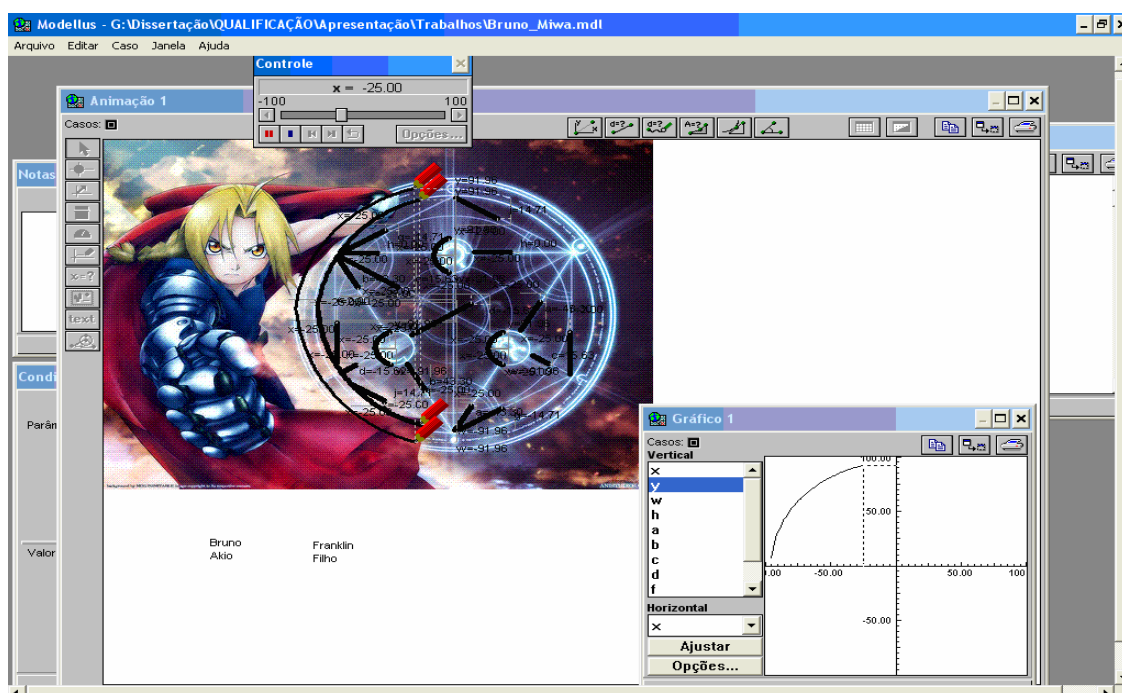


Figura 18 Modelagem Matemática de um aluno envolvendo o conteúdo de função no *Modellus 2.5*.

A imagem mais escolhida para a Modelagem Matemática foi a da bandeira do Brasil e, entre elas, a que mais se destacou foi a Modelagem a seguir incluindo o Senado. Aqui os alunos utilizaram as funções $y = x^2$, $z = -x^2$, $a = 0,7 \cdot x$, $b = -0,7 \cdot x$, $q = 0,68 \cdot x$, $f = -0,68 \cdot x$, $g = \sqrt{(400 - x^2)}$, $n = -\sqrt{(400 - x^2)}$, $c = 50 \cdot x$ e $m = -6 \cdot x^2 - 130 \cdot x$ (Figura 19).

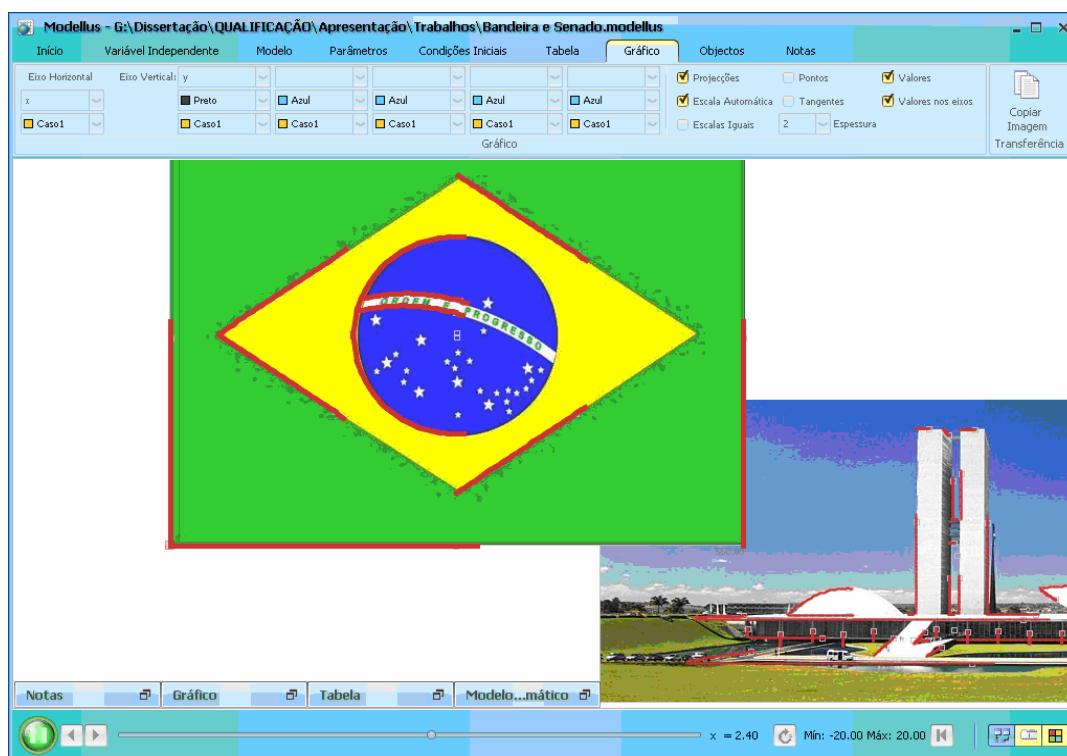


Figura 19 Modelagem Matemática de uma dupla de alunos envolvendo o conteúdo de função no *Modellus* 4.01.

Outra também muito bem feita foi a do Palácio Central que se segue. Aqui foram utilizadas equações de hipérboles, retas e parábolas ilustradas a seguir: $h = \frac{1}{-x}$, $c = \frac{x}{4,5}$, $j = \frac{-x}{10}$, $m = \frac{-x}{8}$, $o = \frac{x}{4}$, $p = \frac{-x}{4}$, $a = -2 \cdot x^2$, $n = -2 \cdot x^2 = 1$, $k = 4 \cdot x$ e $m = \frac{-x}{8}$.

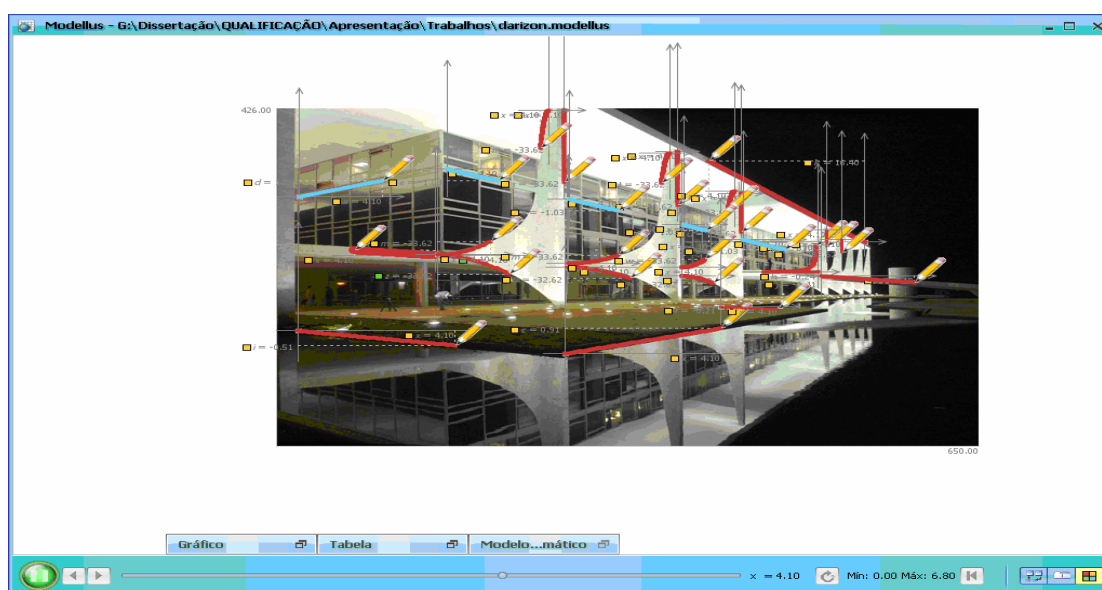


Figura 20 Modelagem Matemática de um aluno que mais se destacou envolvendo o conteúdo de função no *Modellus* 4.01.

3.2.2.3.2 Modelagem de Limites

Em geral, no Brasil, é na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral do primeiro ano da Universidade, que o estudante, pela primeira vez, tem conhecimento da noção de limite. Segundo Cornu (1991), o conceito de limite é uma noção particularmente difícil, porque envolve raciocínio típico de Matemática avançada. Como fundamento para a teoria das aproximações, da continuidade, do Cálculo Diferencial e Integral, ele ocupa uma posição central que permeia toda a análise matemática.

Nas aulas presenciais a que assistimos, após um primeiro contato, formal ou intuitivo, a noção de limite foi explorada de forma utilitária, como uma ferramenta para a resolução de problemas ou de forma operacional, algébrica ou graficamente.

Ao longo do Curso, o conceito de limite parece desaparecer pouco a pouco. No final, entre aplicações e operações, perde-se quase completamente o seu elo com as novas definições, como no caso da derivada e da integral que são exemplos particulares de limites. Para o aluno, a derivada é, por exemplo, o coeficiente angular de uma reta tangente ou uma taxa de variação instantânea (GODOY, 2004). Já o conceito de integral é, em geral, compreendido pelo aluno como a área de uma região plana limitada por curvas.

Entretanto, para que o aluno obtenha um excelente desempenho na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral em relação ao conteúdo de limite, é suficiente que ele saiba resolver operações que o envolvam e saiba aplicá-lo a alguns conceitos específicos.

A fim de suprir esses objetivos citados acima apresentaremos dois tipos de Modelagem com relação ao conceito de limite. Primeiramente, desenvolvemos, juntamente com os alunos, uma forma de expressar a função limite no *software Modellus*, já que, nas duas versões disponibilizadas, o *software* não possui uma linguagem computacional que desempenhe essa função.

Após muita pesquisa, obtivemos dois episódios em semestres diferentes: no primeiro episódio, o aluno deveria modelar uma figura como foi exposto no trabalho de funções, tomando o cuidado para que, nessa Modelagem, o gráfico da função devesse expressar um limite que não existisse. Assim, na janela notas, o aluno deveria explicar, com suas palavras, o motivo da escolha de sua função e qual seria a melhor resolução para o exercício.

No trabalho a seguir realizado por uma dupla de alunos, foi modelada a função $y = \frac{x^2 + 5x - 21}{400 - x^2}$, cujo domínio se restringe a $D = \{x \in \mathbb{R} / x \neq 20 \text{ e } x \neq -20\}$, ou seja, o limite de y não vai existir quando x tender a 20 ou a -20. O interessante é que, quando os alunos plotaram o gráfico na Janela Animação, não conseguiram encontrar uma imagem que se adequasse à Modelagem Matemática. Logo tiveram a ideia de tirar uma foto de um copo com água, para que a Modelagem se encaixasse. Nesse exemplo, os alunos partiram da função para encontrar a imagem mais adequada (Figura 21).

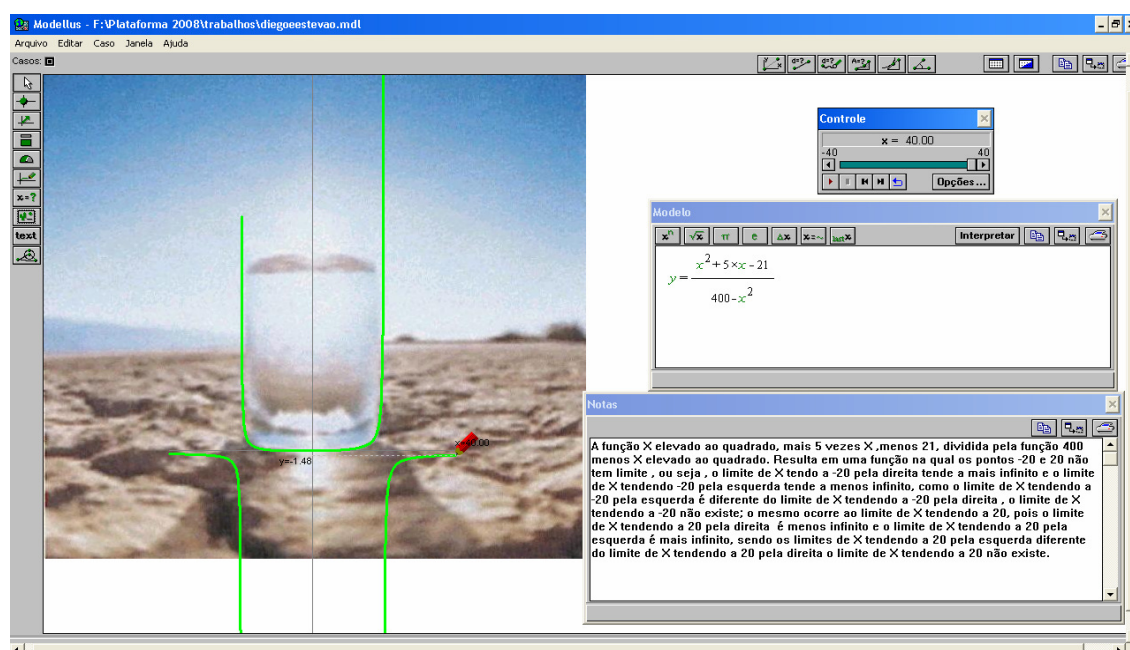


Figura 21 Modelagem Matemática de uma dupla de alunos envolvendo o conteúdo de Limites utilizando o primeiro episódio no *Modellus 2.5*

No segundo episódio, pedimos para que os alunos pesquisassem em livros de Cálculo e encontrassem problemas cotidianos envolvendo limites. Os alunos poderiam também criar esses problemas, de forma que pudéssemos constatar alguma lógica nesse processo de criação. Assim, na janela notas, eles descreveriam esse problema com a sua respectiva resolução e na janela animação, fariam o gráfico da função que envolvesse esse limite.

Vários problemas foram expostos, mas a Modelagem a seguir nos mostrou uma interessante forma de calcular limites envolvendo Física. Aqui, os alunos resolveram um problema envolvendo gravitação universal, utilizando a fórmula de Força, muito utilizada em Física.

Em uma das questões do exercício exposto pede-se para calcular o limite da força se a distância aumentar progressivamente, em outras palavras, considerando a gravidade constante qual o limite da força se a distância tender ao infinito (Figura 22).

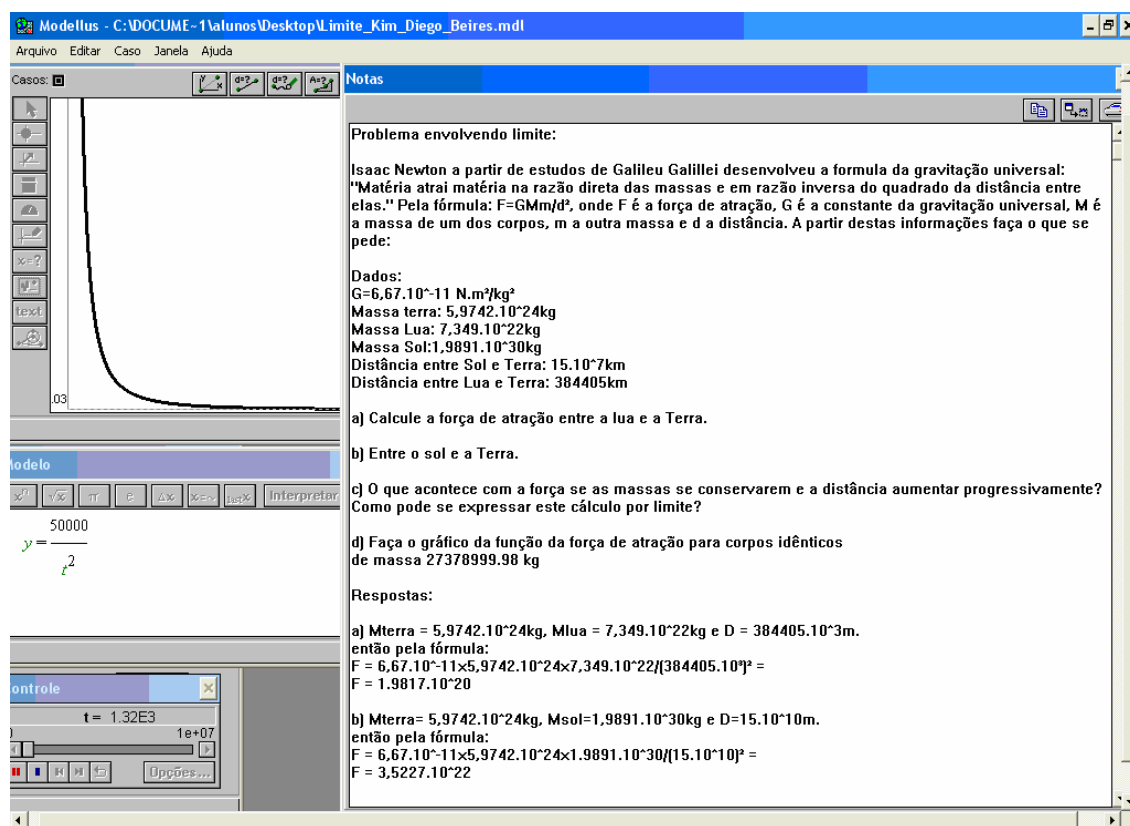


Figura 22 Modelagem Matemática de uma dupla de alunos envolvendo o conteúdo de Limites utilizando o segundo episódio no *Modellus* 4.01

3.2.2.3.3 - Derivada

A maioria dos livros didáticos de Cálculo introduz o estudo de derivada, considerando primeiro sua interpretação geométrica, isto é, a inclinação de uma reta tangente a uma curva, como podemos ver em Luiz (1985). A preocupação inicial do autor é definir o conceito de derivada geometricamente, a partir de problemas relacionados a reta tangente ao gráfico de uma função f em um determinado ponto p .

Enquanto Leithold (1982) define no capítulo 3 que a derivada de uma função f , em um ponto x de seu domínio é dada por $\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x + \Delta x) - f(x)}{\Delta x}$ desde que este limite exista. Em seu livro, também trabalha com coeficiente angular da reta tangente e aplica o conceito fisicamente utilizando velocidade instantânea.

A realidade dos cursos que presenciamos é muito parecida com a exposta pelos livros didáticos. O conteúdo de derivada foi apresentado ao aluno a partir da definição de limite, evoluindo para a definição do conceito de coeficiente angular da reta tangente, ou seja, as professoras apelam para a intuição geométrica como motivação da definição de derivada, apresentando a necessidade de tornar precisa a medida de inclinação da reta tangente. Além disso, também fazem alusão à velocidade instantânea de uma partícula em movimento, para ilustrar o significado da derivada.

Usando a definição de que a derivada em um ponto é o coeficiente angular da reta tangente nesse ponto, nas Modelagens Matemáticas relacionadas ao conteúdo de derivada, o aluno deveria escolher uma figura, como na modelagem de função e utilizando a ferramenta partícula, deveria plotar a função desejada e, sobre essa, adicionar um vetor que representasse a derivada desta função. Esse vetor simbolizaria a reta tangente ao gráfico da função.

Quando iniciamos a nossa pesquisa, ao estudar a Modelagem Matemática com o conteúdo de Derivadas nos perguntamos: O que podemos esperar ao colocar um vetor derivada em uma função trigonométrica, quando estamos trabalhando no *Modellus*? Pelo menos o que nós esperávamos, era que esses vetores fossem tangentes à trajetória da partícula. Nossa primeira tentativa está ilustrada na Figura 23.

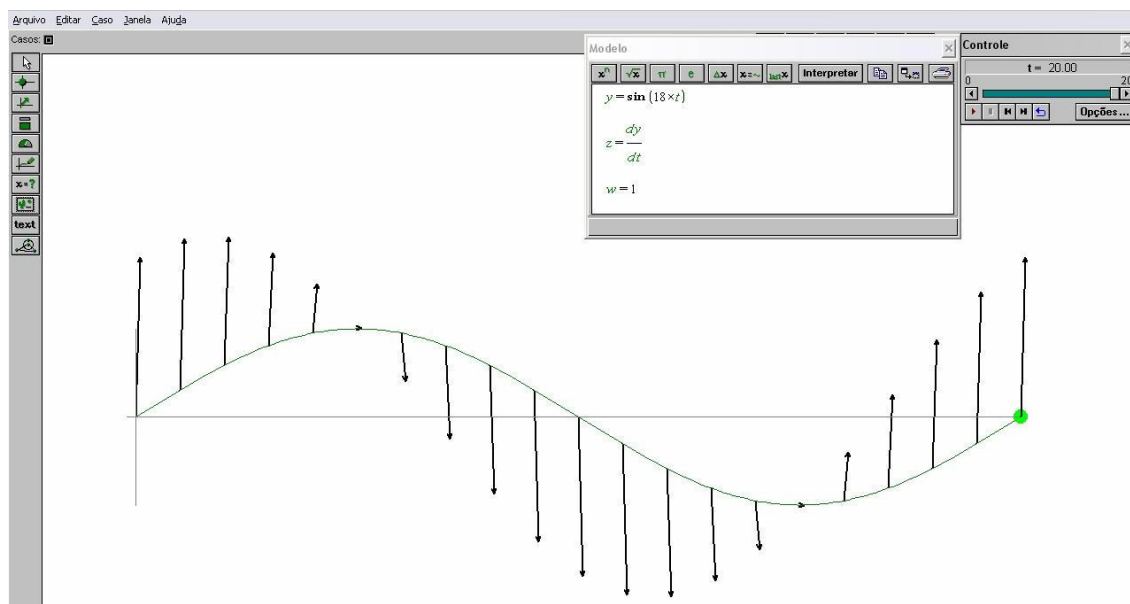


Figura 23 Modelagem Matemática com o emprego da Derivada da função seno utilizando como sistema Graus.

Em princípio, pensamos que o problema estivesse na construção do modelo. A variável independente t está definida de 0 a 20, com passos de 0.1. Dentro da função seno, aparece o 18 multiplicando t , para que esteja completa a volta de 360 graus, pois quando $t = 0$, $18 \times t = 0$, e quando $t = 20$, $18 \times t = 360$. Temos a função z , que é a função derivada do seno, com relação a t , e a função $w = 1$, representa a derivada de t com relação a t . Assim, a partícula ligada em t na horizontal, e em $y = \sin(18 \times t)$ na vertical, possui um vetor derivada que deve estar ligado à derivada com relação a t de cada uma dessas funções, respectivamente.

O ideal seria que a escala da partícula e do vetor derivada fossem a mesma, mas nesse caso, não seria possível ver totalmente o vetor. Para a partícula, utilizamos a escala 0.02 na horizontal e 0.01 na vertical, com uma proporção de 2 para 1. Para o vetor, 0.2 na horizontal e 0.1 na vertical, com a mesma proporção entre eles.

Nada do que foi descrito justificava o motivo pelo qual o vetor não estava tangente à trajetória. Com efeito, o problema estava na utilização das medidas dos ângulos. O modelo acima utiliza graus como sistema. E se realizássemos o modelo utilizando radianos ao invés de grau? Com isso em mente, realizamos a mesma modelagem utilizando radianos (Figura 24).

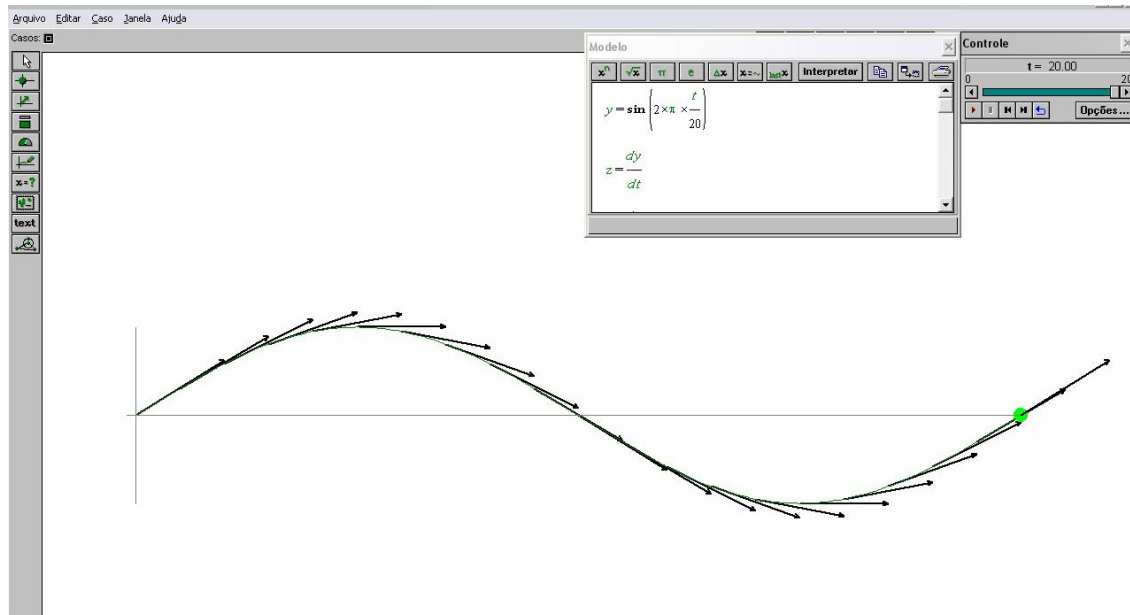


Figura 24 Modelagem Matemática com o emprego da Derivada da função seno utilizando como sistema Radianos.

O resultado da mesma modelagem utilizando radianos foi bastante satisfatório. Além da mudança da orientação da medida dos graus, fizemos poucas alterações dentro da função seno, para que ficasse definida uma volta completa. Agora, o vetor parecia estar tangente à trajetória da partícula.

A variável independente t continuava com domínio de 0 a 20. Dentro da função seno, agora aparecia $y = \sin(2 \times \pi \times \frac{t}{20})$, para que quando $t = 0$, $2 \times \pi \times \frac{t}{20} = 0$, e quando $t = 20$, $2 \times \pi \times \frac{t}{20} = 2 \times \pi$. Portanto, em radianos teríamos satisfeita uma volta completa.

A escala da partícula permaneceu a mesma. A do vetor, porém, teve de ser alterada, 0.01 na horizontal e 0.005 na vertical. A proporção se manteve a mesma, ou seja, 2 para 1.

Dessa maneira, visando a maior semelhança do que deveriam representar os vetores da derivada, aconselhamos os alunos a utilizarem funções sob radianos. Assim, poderiam ser obtidos vetores mais concisos e um trabalho mais coerente.

Mas esse não foi somente o primeiro dos problemas durante o período em que pesquisamos sobre a nova versão do *software*. Na realização de derivadas, na nova versão, consideramos que essa seria realizada da mesma maneira com que foi desenvolvida na versão 2.5. Assim, em uma de nossas monitorias surgiu a desconfiança de haver falhas na versão 4.01.

Formulamos essa hipótese quando, ao realizarmos um exemplo simples de derivada, observamos que os vetores que deveriam representá-la em um determinado ponto, não eram tangentes a função dada, mesmo se a construção do Modelo fosse realizada em radianos. Logo após, observarmos que os valores expostos na tabela, referindo-se as variáveis da derivada, eram nulos, obtivemos a representação de que a derivada da função realmente não existia, ou no caso, não estava sendo devidamente calculada. O exemplo que utilizamos está esquematizado na Figura 25.

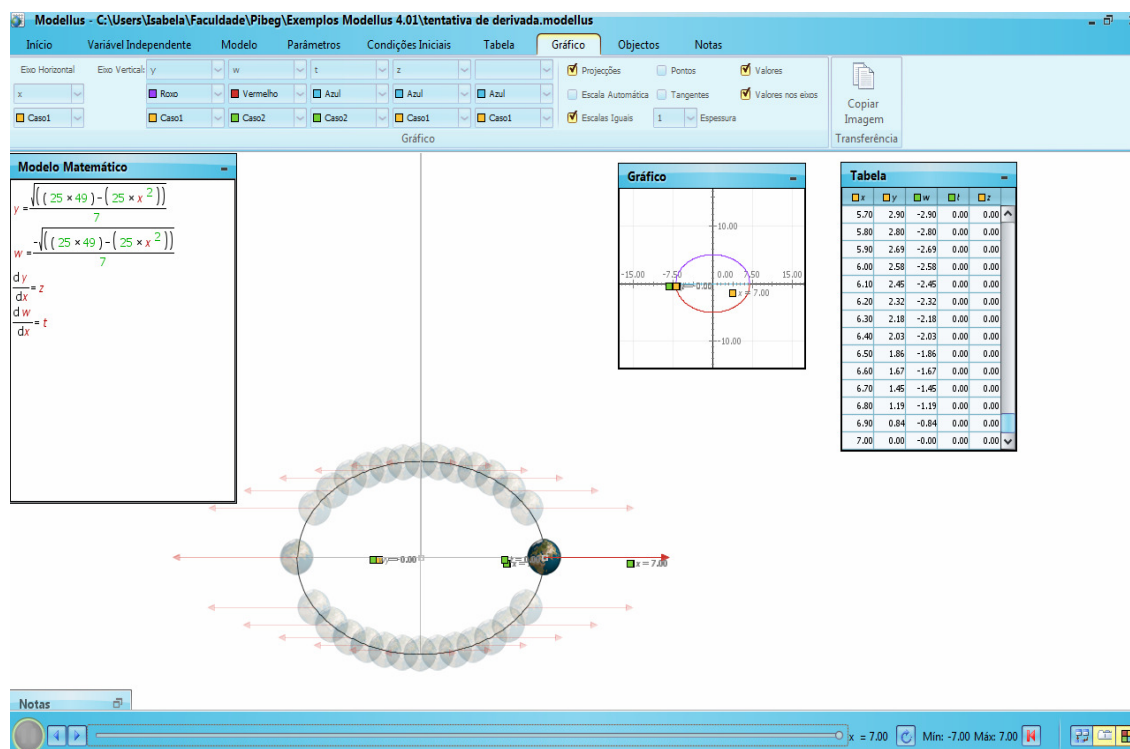


Figura 25 Primeiro exemplo realizado do conteúdo de Derivada no *Modellus* 4.01.

Por meio do exemplo, analisamos os vetores e percebemos que eles se encontravam paralelos ao eixo x e não tangentes à função. Ora, se obtivermos pontos onde as retas tangentes são paralelas ao eixo x, as derivadas nesses pontos são iguais a zero. Ao observar a tabela, notamos que os valores destinados às incógnitas z e t eram nulos para todos os instantes.

Não sabíamos se o erro estava no *Modellus* 4.01 ou na sintaxe da derivada, então enviamos uma mensagem para um dos fóruns da Plataforma *Moodle* do *Modellus* – Interactive Modelling With Mathematics de origem portuguesa; um de seus gerenciadores é Vitor Duarte (idealizador do *Modellus*), facilmente encontrada em <http://modellus.fct.unl.pt/>. A Figura 25 apresenta a postagem do fórum feita por uma de nossas tutoras e a resposta dada por um dos gerenciadores da Plataforma do *Modellus*:



The screenshot shows a Moodle forum interface. At the top, the 'Modellus' logo is displayed with the tagline 'Interactive Modelling with Mathematics'. Below the logo, a breadcrumb trail reads 'Modellus > Forum > Fóruns > Social forum > Derivada'. A dropdown menu is set to 'Mostrar respostas em forma hierárquica'. The forum post is titled 'Derivada' and is from 'Isabela Miziara', dated 'Wednesday, 20 May 2009, 23:05'. The post content is in Portuguese and English, asking for help with using derivatives in Modellus 4.01. Below the post, there is a reply from 'Pedro Duque Vieira' dated 'Thursday, 21 May 2009, 01:36', stating that derivatives are not yet supported in 4.01 but will be in the next version. The Moodle logo is at the bottom, and the user's name 'Isabela Miziara. (Sair)' is shown in the footer.

ModellusTM *Interactive Modelling with Mathematics*

Modellus > Forum > Fóruns > Social forum > Derivada

Mostrar respostas em forma hierárquica

Derivada
por [Isabela Miziara](#) - Wednesday, 20 May 2009, 23:05

Olá,

Gostaria de saber como faz uma modelagem utilizando derivada na versão 4.01.

Aguardo a sua resposta.

Obrigada.

"Hi,

I would like to know how can I make a model using derivation in the new version of Modellus(4.01).

I hope you can help me.

Thanks."

Isabela Marques Miziara
Aluna de Engenharia Biomédica - UFU
Student of Biomedical Engineering - UFU

[Responder](#)

Re: Derivada
por [Pedro Duque Vieira](#) - Thursday, 21 May 2009, 01:36

Hi Isabela,

Derivation is not yet supported in 4.01 it will be supported in the next version to be released soon.

Thanks.
Pedro Duque Vieira

[Mostrar mensagem ascendente](#) | [Responder](#)

moodle

Nome de utilizador: [Isabela Miziara.](#) ([Sair](#))

Figura 26 Fórum de dúvidas da Plataforma Moodle gerenciada por Vitor Teodoro.

Logo, teríamos que criar uma solução para o nosso problema. Como desenvolver uma atividade envolvendo derivada com os alunos? Depois de muita pesquisa e conversa, percebemos que havia uma forma de não prejudicá-los, propondo a eles a utilização da versão antiga do *software* - *Modellus 2.5*. E quanto àqueles que já houvessem entregado o seu trabalho só nos restava aceitá-los, tomando o cuidado de mostrar-lhe o erro no *software* e por que isso acontecia.

As Figuras 27 a 29 apresentam a diferença entre a derivada desenvolvida no *Modellus 4.01* mostrada anteriormente e a derivada realizada no *Modellus 2.5*. A diferença se encontra, principalmente, no sentido e na direção dos vetores.

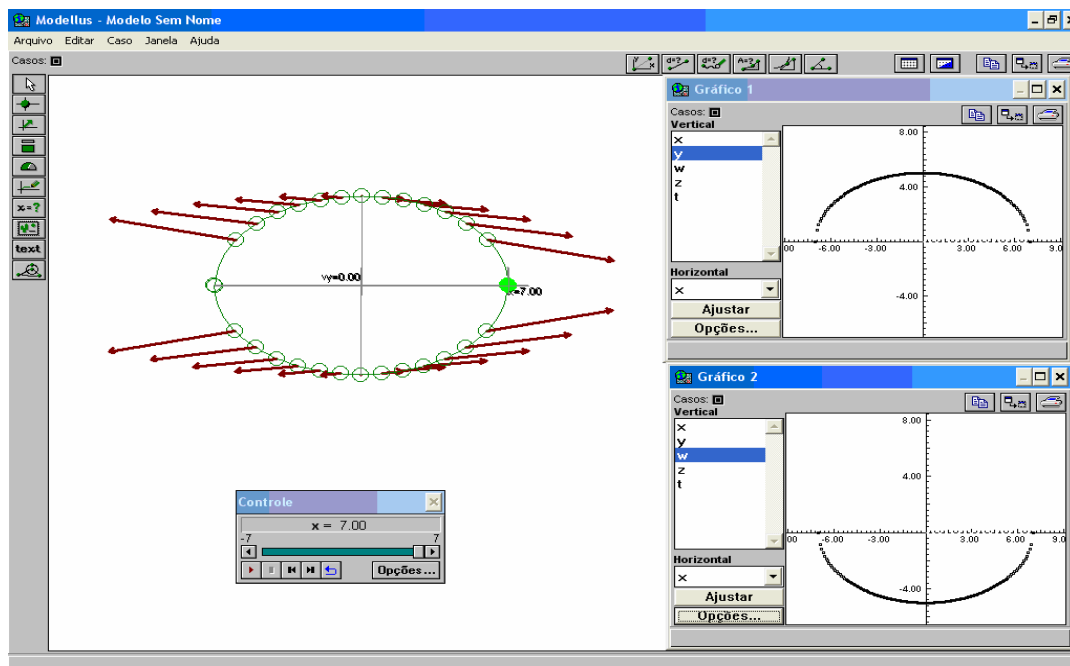


Figura 27 Modelagem Matemática no *Modellus 2.5* do primeiro exemplo de derivadas realizado no *Modellus 4.01*.

The screenshot shows the 'Modelo interpretado!' window in Modellus 2.5, displaying the mathematical model equations for a pendulum. The equations are:

$$y = \frac{\sqrt{(25 \times 49) - (25 \times x^2)}}{7}$$

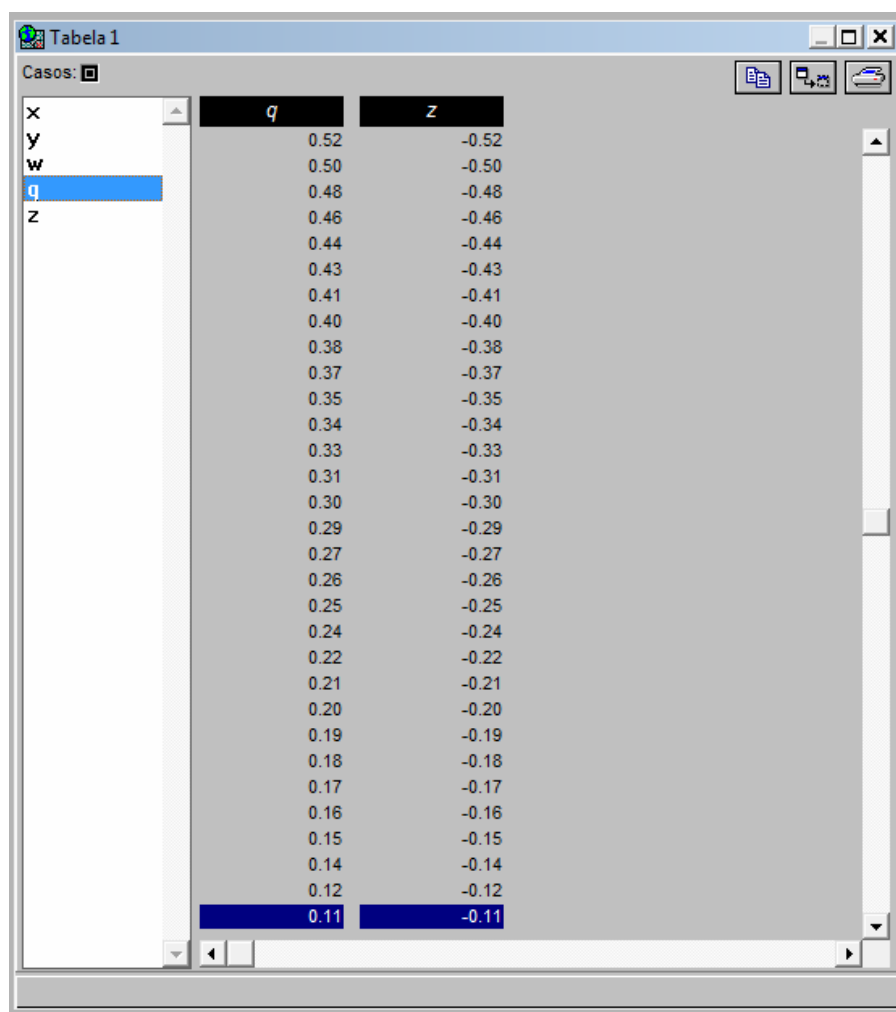
$$w = \frac{\sqrt{(25 \times 49) - (25 \times x^2)}}{7}$$

$$q = \frac{dy}{dx}$$

$$z = \frac{dw}{dx}$$

At the bottom, a status bar indicates 'Modelo interpretado!'.

Figura 28 Janela Modelo da Modelagem Matemática.



x	q	z
y	0.52	-0.52
w	0.50	-0.50
q	0.48	-0.48
z	0.46	-0.46
	0.44	-0.44
	0.43	-0.43
	0.41	-0.41
	0.40	-0.40
	0.38	-0.38
	0.37	-0.37
	0.35	-0.35
	0.34	-0.34
	0.33	-0.33
	0.31	-0.31
	0.30	-0.30
	0.29	-0.29
	0.27	-0.27
	0.26	-0.26
	0.25	-0.25
	0.24	-0.24
	0.22	-0.22
	0.21	-0.21
	0.20	-0.20
	0.19	-0.19
	0.18	-0.18
	0.17	-0.17
	0.16	-0.16
	0.15	-0.15
	0.14	-0.14
	0.12	-0.12
	0.11	-0.11

Figura 29 Tabela gerada no *Modellus 2.5* com a Modelagem Matemática do primeiro modelo de Derivada realizado no *Modellus 4.01*.

Se observarmos as duas Modelagens Matemáticas e suas respectivas janelas Modelo, deparamo-nos com uma diferença na sintaxe da derivada. O *Modellus 2.5* permite a utilização da derivada de funções que tenham sido previamente declaradas, conforme o exemplo citado. Ao se tentar utilizar a mesma sintaxe da derivada no *Modellus 4.1*, encontramos sempre um alerta de erro.

Apesar de o *Modellus 4.1* conter previamente a sintaxe da derivada (destacada em amarelo na imagem a seguir), que certamente é uma evolução com relação ao *Modellus 2.5*, ela não funciona, se aparecer após o sinal de igualdade. Como podemos ver na imagem, fica um espaço entre a sintaxe da derivada e a função que gostaríamos de derivar (Figura 30).



Figura 30 Janela demonstrando que o *Modellus* 4.01 não aceita a sintaxe do *Modellus* 2.5.

A única forma de fazer com que o *Modellus* não dê esse erro é colocando a derivada antes do sinal de igualdade como exposto na Figura 29, o que também não nos dá a derivada corretamente como já foi exposto.

A seguir (Figuras 31 e 32), temos duas Modelagens Matemáticas de alunos do conteúdo de derivadas.

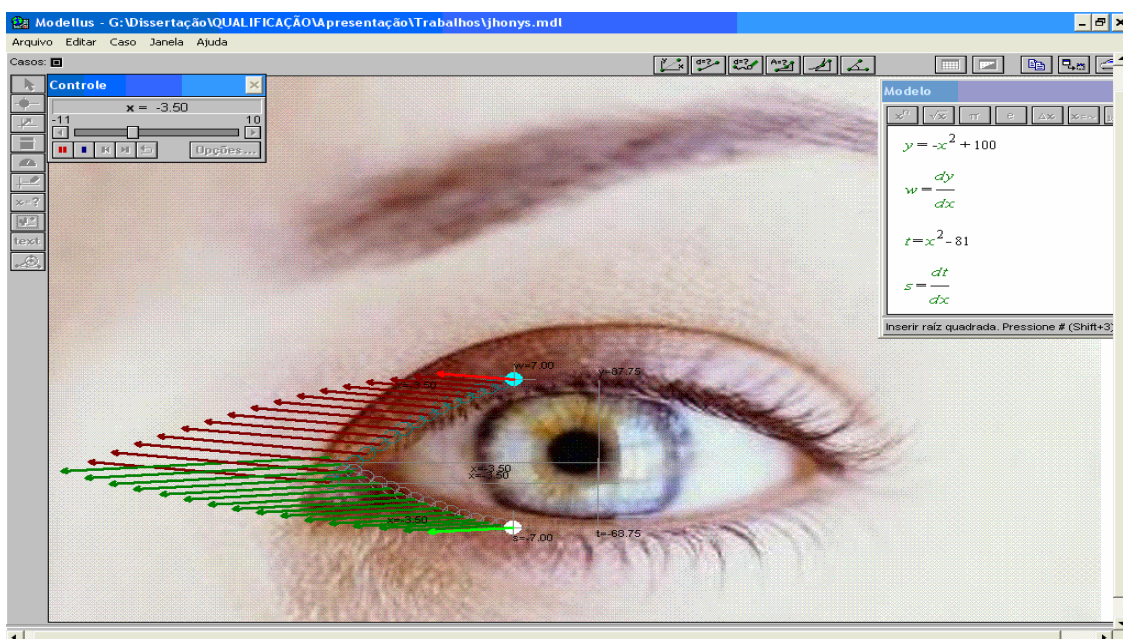


Figura 31 Modelagem Matemática de um aluno envolvendo o conteúdo de derivada no *Modellus* 2.5.

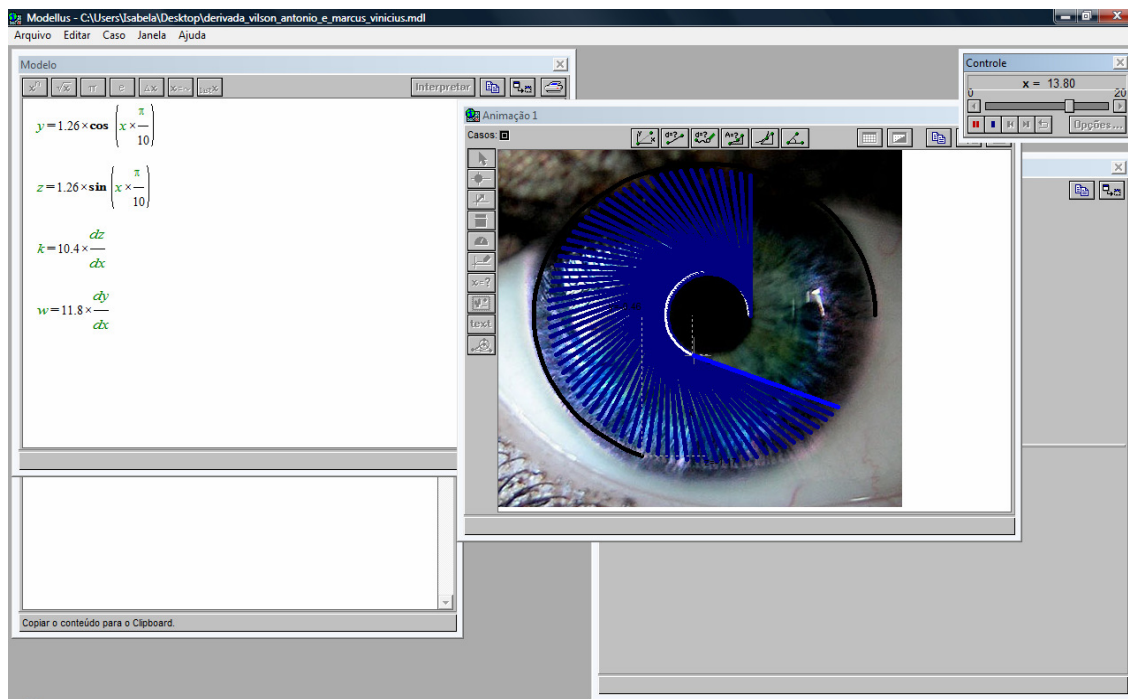


Figura 32 Modelagem Matemática de um aluno envolvendo o conteúdo de derivada no *Modellus 2.5*.

Por meio dessas modelagens, podemos perceber que na Modelagem Matemática da Figura 30, a derivada é exposta na projeção dos vetores sob as equações de duas parábolas, na tentativa de formar os cílios que modelam o formato do olho. Já na Figura 31, há também a Modelagem Matemática de um olho, no entanto, os vetores derivada preenchem a região da íris e contornam a região da pupila. Os vetores nessa Modelagem Matemática acompanham outro tipo de função, agora são projetados sob uma equação paramétrica da circunferência.

3.2.2.3.4 Integral

Geralmente, o conceito de Integral é apresentado ao aluno na disciplina de Cálculo, já no final do semestre. Examinando alguns livros didáticos, percebemos que o ensino atual de integral é centrado, principalmente, na representação algébrica em detrimento da abordagem geométrica. Dá-se pouca ênfase à construção do conceito de Integral, não sendo citadas situações-problema que permitam traduzir e resolver as questões assimilando e acomodando o conceito de Integral.

Nas aulas das professoras Rafaella e Maria, o ensino da Integral era reduzido a “Técnicas de Integração”, tais como: Método da Integração por Substituição e Método da Integração por partes que são regras para calcular uma primitiva que não está na tabela de integrais imediatas. Ao enfatizar a representação algébrica, contribuiu-se para uma aprendizagem mecânica, sem nenhuma relação com a área de uma figura e por conseguinte, tendo pouco ou nenhum significado para o aluno.

Buscando contornar essa situação e acreditando ser quase impossível construir o conceito de Integral sem relacioná-lo com a ideia de área, o grupo de pesquisa, com o apoio do computador e do *software Modellus*, na tentativa de libertar o aluno da execução de algoritmos, técnicas e rotinas demoradas, possibilitou o desenvolvimento de conceitos e de habilidades na solução de problemas e em suas próprias descobertas com as Modelagens Matemáticas.

Como no caso do limite, as duas versões do *software Modellus* não contêm uma forma de expressarmos a função Integral. A solução encontrada foi a de elaborarmos uma atividade que reforçasse os conceitos de área. Dessa maneira, o aluno desenvolveu uma Modelagem Matemática de função como na primeira atividade e, em seguida, deveria colorir as áreas presentes no desenho inserido, utilizando funções e vetores capazes de preencher a área interna correspondente.

Assim, o aluno determinava a função a ser utilizada e, a partir dela, inseria uma partícula sobre a imagem fazendo a Modelagem Matemática da Função e ligando a ela dois vetores, um correspondente ao eixo vertical e outro ao eixo horizontal. Com a união desses dois vetores e com um ajuste da espessura desses, conseguimos observar um preenchimento perfeito. É o que podemos observar nas duas Modelagens Matemáticas que se seguem (Figuras 33 e 34), nas quais os alunos, após terem definido a imagem de fundo, fizeram o contorno dos círculos e os preencheram com os vetores horizontais e verticais.

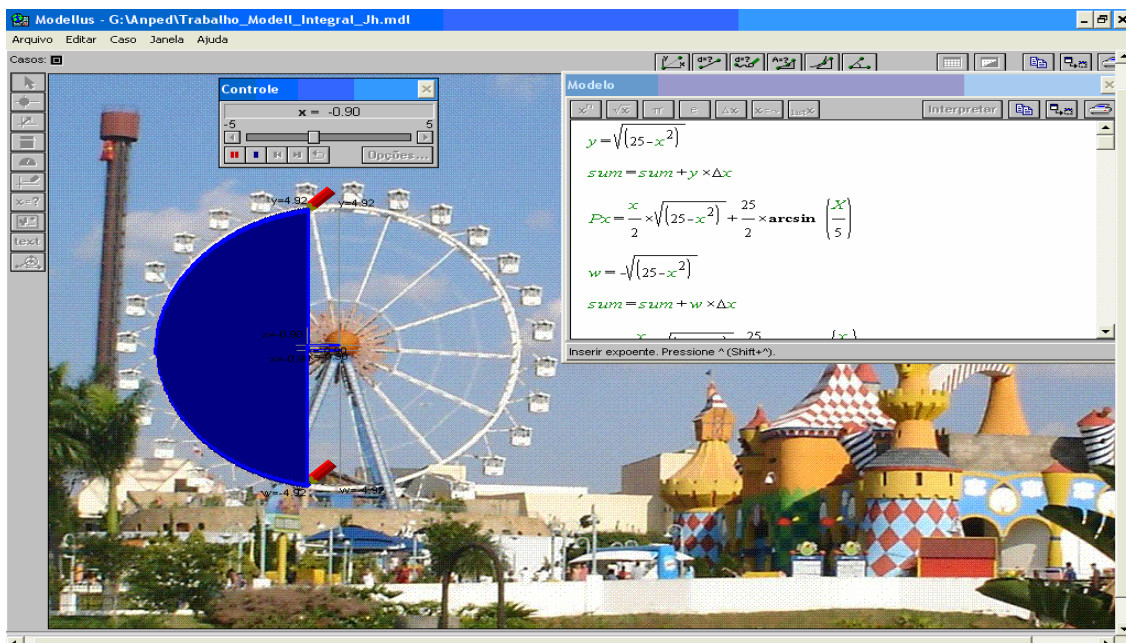


Figura 33 Modelagem Matemática de um aluno envolvendo o conteúdo de Integral no *Modellus 2.5*.

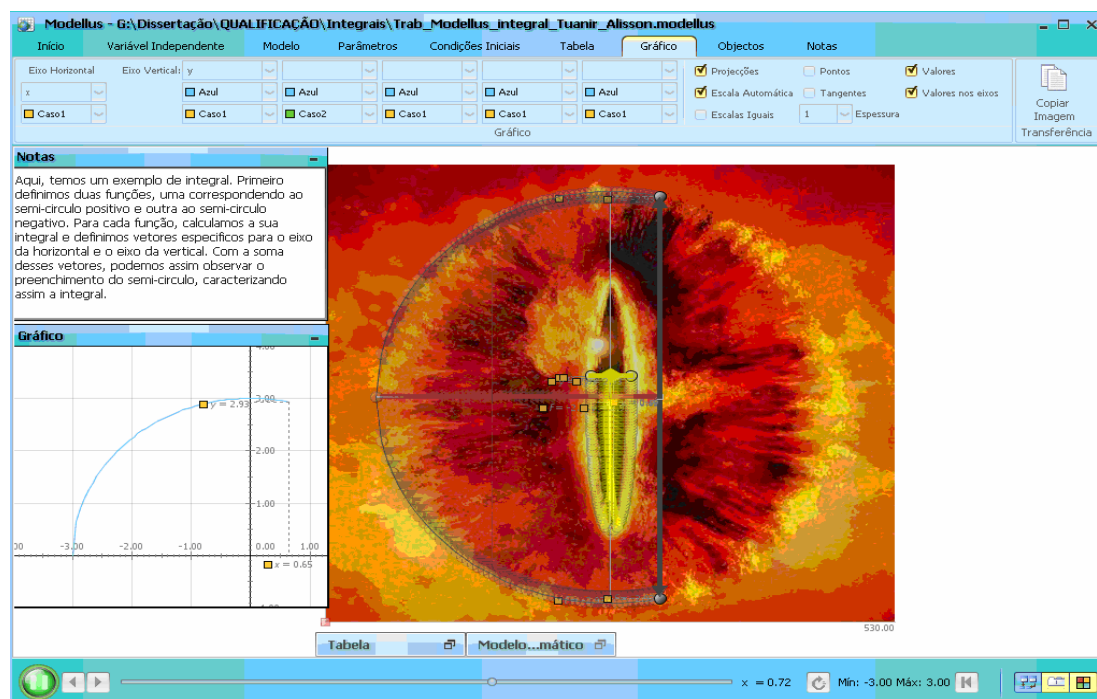


Figura 34 Modelagem Matemática de uma dupla de alunos envolvendo o conteúdo de Integral no *Modellus 4.01*.

3.2.2.4 - Fórum

A interação entre os sujeitos envolvidos no processo também ocorreu por meio de sua participação em diferentes fóruns. Tais fóruns foram criados na plataforma *Moodle*, para que os alunos pudessem sanar as dúvidas acerca do conteúdo dado em sala e das listas de exercícios.

A respeito dos fóruns, Paulino Filho (2006) argumenta que se trata de uma forma de comunicação assíncrona, porque não ocorre ao mesmo tempo para todos os participantes. Sendo assim, outra característica do fórum é permitir que cada participante tenha um tempo pessoal para elaborar sua participação em uma discussão.

Nesse contexto, foram criados doze fóruns, dos quais três foram gerais (fórum de apresentação, fórum dos tutores e fórum curioso) e nove foram fóruns para atividade de aprendizagem. Desses, quatro destinavam-se a tirar dúvidas sobre as listas de exercícios e quatro estavam relacionados às atividades com o *software*. Havia, ainda, um fórum relacionado ao processo de produção do vídeo.

Na análise desses fóruns, observamos que os mais interativos foram os relacionados às atividades de aprendizagem e que o que mais chamou a atenção dos alunos foi o fórum curioso, no qual os participantes poderiam postar o que desejassem. O tema mais discutido foi o resultado das provas. O fórum de apresentação foi muito importante para conhecermos a realidade dos alunos, conforme se pode observar nos exemplos seguintes:

“Prezados colegas e professora,

Faço parte do corpo discente da Faculdade de Ciência da Computação, Curso atualmente o segundo período. Tive certa dificuldade no primeiro período e estou repetindo algumas matérias. Nesse semestre mais habituado com o ritmo de ensino, vou me esforçar para ter sucesso em todas as disciplinas. Espero que nosso relacionamento possa ser proveitoso e cordial. Atenciosamente”. (Aluno 03)

“Fala galera!!!! sou calouro do Curso de ciências da computação. O que sei sobre computadores e programação aprendi sozinho na pesquisa e força de vontade hehe, sou viciado em jogos e músico nas horas vagas. Bom é isso aí, espero ter uma boa convivência com todos. Falouuuuuuuus galera abraçow!!!” (Aluno 32)

Os alunos utilizaram também o Ambiente Virtual de Aprendizagem para tirar dúvidas sobre aspectos técnicos relacionados ao trabalho na plataforma *Moodle*-UFU, como podemos observar no seguinte exemplo: “Ao enviar um segundo arquivo, você automaticamente elimina o primeiro!! E agora?”

Já na análise dos fóruns para a atividade de aprendizagem, observamos que eles não foram muito interativos. Um aspecto que nos chamou a atenção, posteriormente, foi que os alunos preferiram tirar suas dúvidas pessoalmente com o professor ou com os monitores. O depoimento de um aluno exemplifica isso:

[...] não estou conseguindo fazer o exercício n °19, aliás, a partir do exercício n° 19 não consegui encontrar o resultado de nenhum deles gostaria de tirar minhas duvidas na monitoria, porém quando fui procurar ajuda na sala, a mesma encontrava-se fechada. (Excerto do Fórum: Dúvidas sobre a Lista de Funções)

A questão da edição dos “símbolos matemáticos” nos fóruns foi um fator que passamos a enfrentar quando propusemos vários fóruns com o objetivo de esclarecer as dúvidas relativas às listas de exercícios.

Os alunos também expressaram suas dúvidas na condução das atividades que faziam parte do desenvolvimento do trabalho de projetos. Observamos, ainda, que a linguagem utilizada pelos alunos nos fóruns vem sendo muito influenciada pela forma com que eles se comunicam ao utilizar a rede mundial de computadores:

[...] ow entendi q q e pra fazer não! aquela descrição la ta muito vaga! tem como vcs me explicarem melhor?? e pra fazer gráfico? e pra fazer animação? e como no primeiro trabalho só q envolvendo limite??agradeço a atenção! (Excerto do Fórum: Dúvidas sobre o trabalho de limites)

Torres, Giraffa e Cláudio (2008), em um artigo sobre uma experiência do trabalho educativo com o Laboratório Virtual como suporte ao ensino de Cálculo, esclarecem como foi o desenvolvimento processo de comunicação na plataforma *Moodle*:

À medida que realizavam as tarefas, os alunos tiveram a oportunidade de esclarecer suas dúvidas, por meio do fórum do MOODLE. A vergonha e o medo de se exporem dificultou inicialmente o uso da ferramenta, levando-os a preferirem fazer perguntas por email à pesquisadora, a qual atuou como monitora. É necessário pensar sobre que mecanismos existem na escola que levam os sujeitos a se envergonharem de declarar suas dúvidas (TORRES, GIRAFFA e CLÁUDIO, 2008, p. 6.).

Apesar de os fóruns terem sido um momento importante para os alunos esclarecerem dúvidas sobre o encaminhamento da disciplina, observamos que é necessário investigar mais sobre o processo de produção de saberes docentes acerca da utilização dos fóruns como espaço virtual que possibilite a aprendizagem do Cálculo. A seguir apresentamos um diálogo de um fórum que exemplifica o potencial desta prática educativa:

Aluno 1: Como resolver o exercício numero 8 do item A? Obrigado desde já...

Aluno 2: Desenvolva o cubo e depois faça a integral de cada um dos membros que vc achou. (Excerto do Fórum: Dúvidas sobre a Lista de Integral)

Ao utilizarmos um Ambiente Virtual de Aprendizagem, passamos a conviver mais de perto com a “cultura digital” dos alunos. Observamos, também, que o tratamento entre os alunos muda, se eles estiverem participando de um fórum livre ou se estiverem participando dos fóruns relacionados às atividades de aprendizagem.

A respeito do trabalho educativo na disciplina de Cálculo, observamos que o desenvolvimento das atividades no AVA exigiu que os alunos ficassem disciplinados em relação às datas de produção das listas de exercícios e ao desenvolvimento de seus projetos.

Observando todas as atividades propostas e desenvolvidas, há um ingrediente essencial que precisa ser considerado: a interação com o docente. Essa interação, seja na sala de aula, no laboratório ou no Ambiente Virtual de Aprendizagem, seja mediada por *e-mail*, fóruns ou outros meios, é o agente sensibilizador que leva os alunos a construir seu conhecimento, pois a simples transmissão da informação não garante totalmente o aprendizado, nem totalmente e nem minimamente. Com o Ambiente Virtual de Aprendizagem durante o processo de edição (interatividade), o aluno pode

entrar em contato com o docente em sala de aula e, ao mesmo tempo, com um colega no fórum envolvendo diversos fatores e buscando suporte nas diversas maneiras de interagir.

Com o passar do tempo, percebemos que, nos três momentos de aprendizagem (sala de aula, Laboratório de Informática e Ambiente Virtual de Aprendizagem) houve diversos tipos de interação. Na sala de aula, predominou a interação entre os professores e alunos, a interação entre os alunos e os bolsistas e/ou a pesquisadora e a interação entre os alunos, a que atribuímos o nome de interação pessoal. No Laboratório de Informática, predominou a interação entre os membros do grupo e os produtores do *software* e a interação entre alunos e os elementos do grupo por meio dos fóruns, assim tivemos a interação mediada. O Ambiente Virtual de Aprendizagem possibilitou a integração entre esses dois tipos de interação e seu uso como apoio ao ensino presencial pode aumentar o nível de qualidade do processo de ensino/aprendizagem, à medida que possibilitou um diálogo contínuo entre aluno-aluno e aluno-professor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As novas possibilidades para um mundo feliz só se concretizarão como resultado de um esforço coletivo. O que sabemos é apenas uma fração do que está para ser descoberto. D'AMBRÓSIO (1999a, p. 138)

À medida que um número cada vez maior de pessoas tem acesso à *Internet*, ampliam-se as possibilidades da Educação. Diante de uma tela de computador conectado a uma linha telefônica, o mundo inteiro invade o pequeno espaço onde está o leitor. Desse mundo que se disponibiliza muitas universidades podem fazer parte. Seria ótimo se o fizessem. Recorrendo a uma linguagem mais afetiva, mais interativa, o professor da Educação *on-line* pode exercer seu papel de orientador, dialogar, ter um contato mais próximo com o participante, fazer com que aquele que está à distância se sinta à vontade para fazer perguntas, esclarecer dúvidas, expor seus pontos de vista, defender suas ideias.

Quando nos referimos à Educação *on-line*, concordamos com Moran (2003, p. 41) que a conceitua como “o conjunto de ações de ensino-aprendizagem desenvolvidas por meios telemáticos como a *Internet*, a vídeo conferência e a teleconferência.” Em se tratando de conhecimento, tendo em vista a quantidade e a diversificação de fontes de informação, de meios de interatividade e, sobretudo, o avanço sobrenatural das tecnologias, a Educação *on-line* traz consigo inúmeras possibilidades de alcançarmos altos patamares educacionais.

Acreditamos que “o conhecimento é uma prática social e como tal deve ser compreendido” (SOUZA JÚNIOR, 2000, p. 271). Assim, percebemos que, no processo de ensinar e aprender Cálculo, é fundamental recorrer à construção negociada de saberes. Durante nossa trajetória coletiva, procuramos desenvolver saberes que possibilitassem a integração entre o trabalho educativo realizado na sala de aula e momentos do desenvolvimento dos projetos dos alunos, realizados nos laboratórios de informática ou em outros espaços fora da Universidade. Procedeu-se de uma prática educativa em que professores e alunos se assumiram como produtores de conhecimento.

O grupo de pesquisa foi se constituindo a partir da necessidade de cada semestre. Os saberes estabelecidos durante a prática profissional docente foram sistematizados de duas formas distintas: buscava-se a compreensão das formas de atuar individuais e também se procurava aprender na interação com o outro. Lógico que isso não acontecia

exatamente nessa ordem! Acreditamos que a constituição do conhecimento ocorreu em momentos de interação entre os sujeitos da pesquisa, em um processo de apropriação e re-significação contínuo que se move do coletivo para o individual e vice-versa. Cada profissional que atuou ao nosso lado conhecia meios de lidar com as situações e/ou criava formas de desempenhar saberes que lhe permitisse adequar sua prática ao desenvolvimento do trabalho proposto.

Com o processo de produção das atividades e os projetos, percebemos que o grupo produzia, refletia sobre sua própria produção e, assim, gerava um grande desenvolvimento profissional nos saberes relacionados ao conteúdo da disciplina, também aos saberes da prática pedagógica e consideravelmente nos saberes técnicos, já que grande parte dos professores envolvidos não haviam trabalhado com tecnologias em suas aulas.

Com a Educação *on-line* e com o trabalho coletivo desenvolvidos pelo grupo, percebemos que avançamos no processo de ensinar e aprender Cálculo por meio das relações coletivas e isso se desenvolveu com o passar do tempo, para o avanço nas ferramentas de construção coletiva de conhecimento. Observamos, também, que, no nosso Ambiente Virtual de Aprendizagem, obtivemos trocas uni-, bi- e multidirecionais produzindo, trocando e socializando saberes.

Já no planejamento e no desenvolvimento das atividades educativas, procuramos produzir saberes coletivos, a fim de trabalhar numa perspectiva em que fosse possível desenvolver a interatividade no ensino de Cálculo. Como já foi ressaltado, a palavra interatividade está na moda, mas a urgência em saber lidar com mudanças que acarretam a inserção dessa interatividade no meio educacional não é apenas questão de modismo.

Na plataforma *Moodle*, os alunos tiveram acesso a várias informações que os auxiliaram na compreensão do conteúdo da disciplina. Podemos ressaltar, por exemplo, os aplicativos de Cálculo que reforçaram a aprendizagem de conceitos e ao mesmo tempo estimularam a imaginação e a criatividade dos alunos e também a *Webquest*, que direcionou o trabalho de pesquisa na construção de saberes sobre a História do Cálculo utilizando os recursos da *Internet*. Essas ferramentas nos mostraram a necessidade de realizar outras pesquisas e trabalhos coletivos que procurassem discutir as diferentes possibilidades de trabalhar com a Educação *on-line* e sua interatividade.

Interagir com alunos que têm diferentes princípios de vida, costumes, habilidades, conhecimentos, preconceitos, limitações, escolaridade e objetivos exigiu atenção e flexibilidade do grupo para localizar e procurar resolver dificuldades, bloqueios, incompreensões, objeções etc.

As possibilidades tecnológicas presentes neste trabalho auxiliaram no processo de produção do conhecimento, que se foi ressignificando por meio da interação dos integrantes da pesquisa. Todo esse processo só foi possível porque existia um grupo que desempenhava um trabalho coletivo e que valorizava a cultura digital dos alunos, proporcionando-nos amplos momentos de aprendizagem. Analisando as Modelagens Matemáticas com o *software Modellus*, percebemos que a realização desse projeto propiciou o aprofundamento dos conceitos de Cálculo Diferencial e Integral I por meio dos estudos que se fizeram necessários no transcorrer das atividades realizadas. A aplicação Matemática dos conceitos vistos em sala de aula permitiu aos alunos uma grande interação com a matéria, conceitos que parecem não ter valor nem aplicação puderam ganhar sentido por meio do *software Modellus*. Nosso estudo possibilitou o auxílio eficaz aos alunos na aplicação do cálculo computacional, permitindo-lhes esclarecer as dúvidas decorrentes da utilização do *Software Modellus*. Esses esclarecimentos puderam possibilitar maior clareza aos alunos sobre o conteúdo teórico visto em sala de aula.

A interação entre os sujeitos envolvidos no processo também ocorreu por meio de sua participação em diferentes fóruns que funcionaram como grande arena de debate, de negociação e de construção coletiva, que permitiram o acompanhamento e registro de cada componente e suas contribuições para a tarefa estipulada.

Contudo, sentiu-se que as interfaces disponíveis e utilizadas no processo de avaliação e disponibilizadas no AVA não são ainda as mais adequadas; percebe-se que a parceria entre o grupo de pesquisa é uma necessidade, especialmente no processo de avaliação, pois “ferramentas” que auxiliem o trabalho “braçal” do professor, precisam ser construídas visando a aperfeiçoar as observações e os registros da construção do conhecimento, procedimentos requeridos para o acompanhamento da avaliação concebida como processo fundido à aprendizagem. Não se trata de pensar programas para quantificar ou monitorar a passagem do aluno dentro do AVA, mas de programas que possam ser customizados de acordo com as necessidades do Curso, da turma, do professor, com vistas a auxiliá-lo.

Aprendemos muito ao construir essa pesquisa, principalmente sobre o envolvimento dos professores nos processos de utilizar o AVA no ensino e aprendizagem de Cálculo. Percebemos quão difícil foi desenvolver um projeto pedagógico que valorizasse a aprendizagem do aluno e que incorporasse novas tecnologias. Refletindo, pudemos perceber que mais importante que a parte técnica, é necessário termos professores interessados, reflexivos e críticos. E que “Educar em Ambientes Virtuais exige do professor, mais apoio de uma equipe técnico-pedagógica, mais tempo de preparação [...] e principalmente de acompanhamento” (MORAN, 2003, p. 51).

Portanto, desenvolver Educação *on-line* requer planejá-la e propagá-la de modo a contemplar e incentivar as inúmeras possibilidades de interlocução promovidas por esse universo virtual. Logo, a avaliação da aprendizagem deve estar atenta a observar e privilegiar o processo e as construções coletivas advindas dessa inter-relação. Deve concentrar-se então, nas novas relações sociais estabelecidas pela mediação das tecnologias e no processo de construção do conhecimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA M. Elizabeth B. **“Educação a distância na *Internet*: abordagens e contribuições dos ambientes digitais de aprendizagem”** In Educação e Pesquisa. v. 29 n. 2. São Paulo, FE/USP, jul-dez 2003.
- ARAÚJO, J. **Cálculo, Tecnologias e Modelagem Matemática: As discussões dos alunos.** Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2002.
- BAIRRAL, M. A. **Discurso, Interação e Aprendizagem Matemática em ambientes virtuais a distância.** Seropédica, RJ: Universidade Rural, 2007.
- BARBOSA, G. O e NETO, H. B. N. **Raciocínio lógico formal e aprendizagem em Cálculo Diferencial e Integral: o caso da Universidade Federal do Ceará.** Temas & Debates, Sociedade Brasileira de Educação Matemática, ano VIII, 6. ed., p. 60 -70, 1995.
- BARTH, B. M. **O saber em construção: para uma pedagogia da compreensão.** Lisboa: Instituto Piaget, 1996.
- BARUFI, M. C. B. **A construção/negociação de significados do curso universitário inicial de Cálculo Diferencial e Integral.** 1999. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática.** São Paulo: Ed. Contexto, 2002.
- BEAN, D. W. **Aprendizagem pessoal e aprendizagem afastada: o caso do aluno de Cálculo.** Tese (Doutorado,, em Educação) – Universidade Estadual de Campinas, 2004.
- BEHRENS, M. A. **Projetos de aprendizagem colaborativa num paradigma emergente.** In: MORAN, J. M., MASSETO, M. T., BEHRENS, M. A. (orgs.) Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica, Papirus, Campinas, São Paulo, 2000.
- BOGDAN, R. & BIKLEN, S. **Investigação Qualitativa em Educação: Uma Introdução à Teoria e aos Métodos.** Porto: Porto Editora, 1994. (Coleção Ciências da Educação).
- BRANDÃO, Z. Entre questionários e entrevistas. In: NOGUEIRA, M. A.; ROMANELLI, G.; ZAGO N. (orgs.). **Família e escola.** Petrópolis:, Vozes, 2000, p. 139 - 154.
- CARDOSO, D. A., MOURA, E. M. **Integração de Mídias propiciando recursos para superação de dificuldades de aprendizagem em Matemática Financeira.** 2008. Disponível em: <http://www.ic-ufu.org/anaisufu2008/PDF/SA08-21105.PDF>. Acesso em: fev. 2009.
- CORNU, B. Limits, In: TALL, D. **Advanced Mathematical Thinking.** Dordrecht, Kluwer, 1991, p. 153-166.

CUNHA, M. L., MORAES, D. C., HOLBIG, C. A. e CLÁUDIO, D. M. **O ensino de Cálculo com auxílio da Informática.** In: Congresso Nacional de Matemática Aplicada e Computacional (CNMAC), Gramado, 1997.

CURY, H. N. **Criação de ambientes de aprendizagem para o Cálculo Diferencial e Integral**, 2000. Disponível em: <http://www.pucrs.br/famat>. Acesso em: 25 out. 2008.

_____. **Novas Experiências de Ensino e Avaliação em Cálculo Diferencial e Integral A.** XXVII Congresso Brasileiro do Ensino de Engenharia – COBENGE 99. Anais Eletrônicos. Natal: RN, 1999.

CURY, H. N. e PIMENT, C. E. **Análise de atitude de Calouros de Engenharia em Relação às Ciências e à Matemática.** PUC – RS, 2001.

CUNHA, M. I. **O professor universitário na transição de paradigmas.** Araraquara: JM, 2005

DALLANESE, C. **Argumentos e metáforas conceituais para a taxa de variação.** Tese (Doutorado em Educação Matemática) – PUC/SP. São Paulo, 2006.

D'AMBRÓSIO, U. **Educação Matemática: da Teoria a Prática.** Campinas: Papirus, 1996

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

D'AMBRÓSIO, U. **Temas transversais e Educação em Valores Humanos,** São Paulo, Peirópolis, 1999b.

D'AVOGLIO, A. R. **Derivada de uma função num ponto: uma forma significativa de introduzir o conceito.** Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) PUC/SP, São Paulo, 2002.

DE SOUZA, H. A., ALVES, L. F. e RIOS, J. R. T. **A importância dos conteúdos básicos no Curso de Engenharia.** XXVI Anais do Congresso Brasileiro do Ensino de Engenharia – COBENGE 98. São Paulo: Catálise, 1998.

DOMENICO, L.C.A. **Aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral por meio de Tecnologias de Comunicação e Informação,** Curitiba: Dissertação de Mestrado – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2006.

FERNANDES, A. J., MELLO M. H. e MELLO J. C. **Ensino de Cálculo 1: Evolução na UFF.** In: Encontro de Ensino em Engenharia, 7.2001, Rio de Janeiro. Anais eletrônico, disponível em: <<http://www.dee.ufrj.br/VIIEncontro/arquivos/19.pdf>> Acesso em 25/11/2008.

FIGUEIREDO, V. L. X. e SANTOS, S. A. **O computador no ensino de Cálculo: O problema do lixo na Unicamp e outras Aplicações.** In: Zetetiké, v. 5, n.7, p.69-94, jan/jun 1997.

FLEMMING, D. M. **O Ensino de Cálculo nas Engenharias: relato de uma caminhada,** In: CURY, H. N. (Org.) Disciplinas Matemáticas em Cursos Superiores: reflexões, relatos, propostas. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004.

_____. GONÇALVES, Míriam Buss. **Cálculo A: funções, limite, derivação, integração.** 5. ed. São Paulo: Makron, 1992

FRANCHI, R. H. O. L. **Uma proposta curricular de Matemática para cursos de Engenharia utilizando Modelagem Matemática e Informática.** Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus Rio Claro, 2002.

GODOY, L. F. **Registros de representação da noção de derivada e o processo de aprendizagem.** Dissertação de Mestrado em Educação Matemática. Pontifícia Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

GONZALEZ REY, F. **Pesquisa qualitativa e subjetividade: os processos de construção da informação.** São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005.

LEITHOLD, L. **O Cálculo com Geometria Analítica** v. 1, 2. edição. Trad. Antonio Paques, Otilia Teresinha W. Paques e Sebastião Antonio José Filho. São Paulo: Harper & Row do Brasil Ltda., 1982.

LIBÂNEO, J. C. **O ensino de Graduação na Universidade: a aula universitária.** 2001. Disponível em http://www.fadepe.com.br/restrito/conteudo/pos_gestaoambiental_o_ensino_de_graduacao_na_Universidade.pdf. Acesso em: 12 junho 2008.

LOPES, C. R. SOUZA JUNIOR, A. J. CARDOSO, D. A. **Informática na Educação: Teoria e Prática em um Sistema de Gerenciamento de Cursos.** In Silva S. P. (Org.) Teoria e Prática na Educação: o que dizem. Catalão: UFG, 2008. p. 12-29.

LUDKE, M. e ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas.** São Paulo: E.P.U., 1986.

LUIZ H., **Um Curso de Cálculo**, v.1. Rio de Janeiro: LTC Livros Técnicos e Científicos, 1985

MACHIN, M. C., CAS (Computer Álgebra System) em La Enseñanza y Aprendizaje del Cálculo. Alguns Resultados de Investigación. In: **Tecnologias e Educação Matemática**, Campinas, p.51-75, Setembro de 2008.

MALTA, I. Linguagem, leitura e Matemática. In: CURY, H. N. **Disciplinas Matemáticas em cursos superiores: reflexões, relatos, propostas.** Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004. p.41-62.

MARIN, D. **Professores de Matemática que usam a Tecnologia de Informação e Comunicação no Ensino Superior.** Rio Claro, 2009. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista.

MARTINS, J. do P. **Didática Geral: Fundamentos, Planejamento, Metodologia, Aplicação.** 2. ed. São Paulo. Atlas, 1990.

MISKULIN, R. G. S, ESCHER, M. A. e SILVA, C. R. M. A prática docente do professor de Matemática no contexto das TICs: Uma experiência com a utilização do Maple em Cálculo Diferencial. **Revista de Educação Matemática**, v. 10, n.11, p.29-37, 2007.

MORAN, J. M. **Interferência dos meios de comunicação dos nossos conhecimentos.** XXVIII Seminário Brasileiro de Tecnologia Educacional. Rio de Janeiro, 1996.

MORAN, J. M **Ensino e Aprendizagem Inovadores com Tecnologias Audiovisuais e Telemáticas.** In: MORAN, J. M., MASSETO, M. T., BEHRENS, M. A. (orgs.) Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica, Campinas: Papirus, 2000.

MORAN, J. M. Contribuições para uma pedagogia da Educação on-line. In: SILVA, Marco (org.). **Educação online: teorias, práticas, legislação, formação corporativa**. São Paulo: Loyola, 2003.

MORAN, J. M. **Como utilizar a Internet na Educação**. . Disponível em: <http://www.eca.usp.br/prof/moran/Internet.htm> . Acesso em: mar. 2009.

MORAN, J. M. **Desafios da Internet para o professor**. Disponível em: http://www.eca.usp.br/prof/moran/desaf_int.htm . Acesso em: mar. 2009.

MORELATTI, M. R. M. **Criando um ambiente construcionista de aprendizagem em Cálculo Diferencial e Integral 1**. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2001.

OLIVEIRA, R. B. e LINHARES, M. P. **Uso do software Modellus como motivador e facilitador de aprendizagem em Física**. Publicado em CD nos Anais do XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física, Rio de Janeiro, RJ, 24-28 Jan. 2005.

O'REILLY T. **O que é Web 2.0: Padrões de design e modelos de negócios para a nova geração de software**, 30 de setembro de 2005 (*Web 2.0 Compact Definition: Trying Again*), Disponível em: <http://radar.oreilly.com/archives/2006/12/Web-20-compact.html>, Acesso em: 10 out. 2009)..

PALIS, G. R. **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, 1995.

PASSOS, F. G. *et al.*, **Análise dos índices de reprovações nas disciplinas Cálculo I e Geometria Analítica nos cursos de Engenharia da UNIVASF**. Anais do XXXV COBENGE. Curitiba, Unicenp, 2007.

PRIMO, A. F. T. **Seria a multimídia realmente interativa?** Revista da FAMECOS, n. 6, p. 92-95, mai. 1997.

_____. **Interação Mútua e Interação Reativa: uma proposta de estudo**. In: Intercom1998 - XXI Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação, 1998, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro.

PULINO FILHO, A. R. **Livro do Moodle: Um Sistema de Gerenciamento de Cursos**. Versão 1.5.2+. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental Universidade de Brasília, 2006.

RAMOS, A. F., DOMENICO, L. C de, TORRES, P. L., MATOS, E. L. M., **Uma experiência com objetos de aprendizagem no Ensino da Matemática**. 2005. Disponível em: http://www.unirevista.unisinos.br/_pdf/UNIrev_Ramos_et_al.pdf Acesso em: 13 jun. 2009.

RESENDE, W. M. A. **O Ensino de Cálculo: Dificuldades de Natureza Epistemológica**. Tese (Doutorado, em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

_____. **O Ensino de Cálculo: Um problema do Ensino Superior de Matemática?** Mesa redonda: “Educação Matemática no Ensino Superior”, Anais do VIII ENEM, Pernambuco: UFP, 2004.

RODRIGUES, A. **Produção Coletiva de Objeto de Aprendizagem: O Diálogo na Universidade e na Escola.** Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006.

SAD, L. A. **Cálculo Diferencial e Integral: uma abordagem epistemológica de alguns aspectos.** Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 1998.

SANTOS, F. V. E ALMEIDA, L. M. W. **A Utilização do Computador pelos Estudantes em uma Situação de Modelagem Matemática.** Publicado em CD nos Anais da V Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática, Ouro Preto, MG, 08-10 Nov. 2007.

SOUZA JÚNIOR, A. J. **Trabalho Coletivo na Universidade: Trajetória de um Grupo no Processo de Ensinar e Aprender Cálculo Diferencial e Integral.** Tese (Conclusão de Doutorado) – Universidade de Campinas, Campinas, 2000.

_____. MEYER, J. F. C. A. **Tecnologias da Informação e Comunicação na Universidade: A Produção Coletiva dos Professores de Matemática.** In: FROTA, M. C. R., NASSER, L. (orgs.) Educação Matemática no Ensino Superior: Pesquisas e Debates, SBEM, Recife, 2009.

TANNOUS, K. ROPOLI, E. A. **Trabalho com projetos como proposta pedagógica em cursos de engenharia química.** In: BARBOSA, R. M. (org.) Ambientes Virtuais de Aprendizagem. Porto Alegre: 2005.

TARDIF, M. e LESSARD, C. **O trabalho docente: elementos para uma teoria da docência como profissão de interações humanas.** Petrópolis – Rio de Janeiro. 2005.

TONUS, R. A. **Interações Digitais: Uma Proposta de Ensino de Radiojornalismo por meio das TIC.** Tese (Doutorado em Multimeios) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

TORRES, T. I. M., GIRAFFA, L. M. M. e CLAUDIO D. M. **Laboratório Virtual para suporte ao ensino de Cálculo: Uma experiência no MOODLE.** 2008. Disponível em: <http://www.abed.org.br/congresso2008/tc/511200883631PM.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2009.

VALENTE, C. e MATTAR J. **Second Life e Web 2.0 na Educação: o potencial revolucionário das novas tecnologias.** São Paulo: Novatec, 2007.

VASCONCELOS, F. H. L, PINTO, V. P, NETO, H. B. E SANTANA, J. R. **Software Modellus: Uma experiência no ensino de Matemática aplicada à Física assistida por Computador.** Publicado em CD nos Anais do VIII Encontro Nacional de Educação Matemática, Recife, PE, 15-18 Jul. 2004.

VEIGA, P. A. F. e RUAS, M. A. S. **Apresentação.** In: Encontro a Informática no Ensino da Matemática, 1997, São Carlos. Anais... São Carlos, 1997, p. 2-3.

_____. **O projeto “Laboratório de Cálculo” do ICMSC.** In: Encontro a Informática no Ensino da Matemática, Anais... São Carlos, 1997, p. 3-4.

ZABALZA, M. A. **O ensino universitário: seu cenário e seus protagonistas.** Porto Alegre: Artmed, 2004.