

ISSN 1415-2061

REVISTA DO CCEI

Centro de Ciências da Economia e Informática

Volume 5 Número 8

AGOSTO 2001

BAGÉ - RS

EDITORA DA URCAMP - EDIURCAMP

Rev. CCEI	BAGÉ - RS	V.5	N.8	Ago. 2001
-----------	-----------	-----	-----	-----------

REVISTA DO CCEI

ISSN 1415-2061

Revista do Centro de Ciências da Economia e Informática da Universidade da Região da Campanha (URCAMP), Bagé, RS, é uma publicação regular, de divulgação técnico-científica, editada pela Editora da URCAMP - EDIURCAMP.

URCAMP - Universidade da Região da Campanha

REITOR:

Prof. Morvan Meirelles Ferrugem

VICE-REITOR ACADÊMICO:

Prof. Francisco Arno Vaz da Cunha

VICE-REITOR DE ADMINISTRAÇÃO:

Prof. Roberto Nocchi Cachapuz

PRÓ-REITOR DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA E EXTENSÃO:

Prof. Evaldo Rodrigues Soares

PRÓ-REITORA DE ASSUNTOS COMUNITÁRIOS

Prof^a. Angelina Feltrin Quintana

DIRETOR DO CENTRO DE CIÊNCIAS DA ECONOMIA E INFORMÁTICA:

Prof. Enio Del Geloso Nocchi

COORDENADOR DO CURSO DE INFORMÁTICA:

Prof. Cristiano Cachapuz e Lima

COORDENADOR DO CURSO DE CIÊNCIAS CONTÁBEIS:

Prof. Eduardo Roman Sonza

COORDENADOR DO CURSO DE ADMINISTRAÇÃO, HABILITAÇÕES: EMPRESAS, RURAL e GESTÃO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO:

Prof. Enio Del Geloso Nocchi

CAPA: Marsal Alves Branco

REVISÃO: Prof^a Elza Maria d'Athayde

COMPOSIÇÃO E IMPRESSÃO: CECOM - Centro de Comunicações URCAMP

Toda correspondência sobre assuntos ligados à Revista do CCEI deverá ser enviada para:

Universidade da Região da Campanha - URCAMP
Centro de Ciências da Economia e Informática
Av. General Osório, 2289
Cep 96400-101 - Bagé - RS - Brasil
revista@ccei.uncamp.tche.br

É permitida a reprodução com menção da fonte de artigos sem reserva de direitos autorais.

Aceita-se permuta.

Revista do CCEI / Universidade da Região da Campanha. v.1 n.1
(out.1997). - Bagé: URCAMP, 1997-
1415-2061
Semestral

2001. v.5 n.8

1. Economia - Periódicos. 2. Informática - Periódicos. 3. Administração de Empresas - Periódicos.

Catálogo Sistema de Bibliotecas/URCAMP

REVISTA DO CCEI

v.5, n.8, 2001

CONSELHO EDITORIAL:

Direção do CCEI:

Prof. Enio Del Geloso Nocchi, M.Sc.
Prof. Cristiano Cachapuz e Lima
Prof. Eduardo Roman Souza

Informática:

Prof. Luiz Cláudio Dalmolin, M.Sc.
Prof^a. Lóren Pinto Ferreira, M.Sc.

Ciências Contábeis:

Prof. Sérgio da Fonte Abreu
Prof. Flávio Garibaldi

Ciências Econômicas:

Prof. Carlos Storniollo
Prof^a. Marilene Silveira
Prof. Roberto Nocchi Cachapuz

Administração – Habil. Empresas:

Prof. Edar da Silva Añaña, M.Sc.
Prof^a. Nara Beatriz Pires da Luz

Administração – Habil. Rural:

Prof. Cláudio Marques Ribeiro, M.Sc.

Administração – Habil. Gestão de Sistemas de Informação:

Prof. Cláudio Sonáglio Albano, M.Sc.
Prof. Léu Cardoso Carate, M.Sc.

Editor:

Prof. Luiz Cláudio Dalmolin, M.Sc.

Assessores Técnicos:

Prof^a. Ada M.M. Guimarães, M.Sc.
Prof. Cláudio Marques Ribeiro, M.Sc.
Prof. Cristiano Cachapuz e Lima
Prof. Edar da Silva Añaña, M.Sc.
Prof. Enio Del Geloso Nocchi, M.Sc.
Prof^a. Elza Maria d' Athayde
Prof^a. Elza Maria Steinhorst
Prof^a. Jhansy Collares, M.Sc.
Prof. Léu Cardoso Carate, M.Sc.
Prof^a. Lenice Barreto
Prof. Luiz Cláudio Dalmolin, M.Sc.
Bibl. Maria Bartira N. Costa Taborda
Bibl. Nelci Maria Birk Jeismann
Prof. Salvador Loni Tadeu Camargo, M.Sc.

EDITORIAL

Em sua 8ª edição, a Revista do Centro de Ciências da Economia e Informática – CCEI, da Universidade da Região da Campanha – URCAMP, privilegia a produção científica de seu corpo docente, discente e também de qualificados colaboradores de outras Instituições de Ensino Superior do Brasil.

Enriqueceu-se esta, também, com artigos de seus docentes que mais recentemente defenderam suas teses de mestrado. Isto orgulha e engrandece este Centro.

Destaca-se, ainda, como um valioso suporte à este periódico, a inclusão, dentre as linhas de ação do Núcleo de Pesquisa e Extensão – NPE do CCEI, as atividades de apoio à produção científica, proporcionando assim, melhores condições de seleção e avaliação dos artigos encaminhados.

A alta qualificação e diversificação dos temas abordados nesta edição atenderá as mais diversas áreas do conhecimento e cumprirá o seu papel de transmissor de informações de caráter científico e didático.

O objetivo de divulgar a produção científica deste Centro parece ter sido alcançado. Seus idealizadores, juntamente com os autores e colaboradores, têm intenções bastante simples: pretendem repartir com todos, os seus conhecimentos. Nossos agradecimentos aos que colaboraram nesta iniciativa e se dedicaram para esta edição.

E.T. Solicita-se atenção para a reformulação dos critérios de submissão e avaliação dos artigos para as próximas edições da Revista do CCEI, no final desta.

SUMÁRIO

Mercados comuns – um dos fenômenos do sistema internacional do século XX; NOCCHI, Enio D. G.	7
MiRABIT: Mineração de regras de associação em bancos de dados de comércio varejista de confecção; CAMARGO, Sandro da S.; ENGEL, Paulo M.	12
Análise de risco de crédito utilizando redes neurais artificiais; SENGER, Luciano J.; CALDAS JÚNIOR, João	19
A sociedade tecnológica globalizada e a reconstrução do conhecimento; COLARES, Jhansy S.	27
Ferramenta de apoio ao teste de aplicações Java baseada em Reflexão Computacional; SILVEIRA, Fábio F.; PRICE, Ana M. de A.	32
Implementação reflexiva de um padrão de projeto para recuperação de estados de objetos; FERNANDES, Acauan P.; LISBOA, Maria L. B.	41
A Internet como ferramenta de ensino: um estudo sobre seus recursos e como aplicá-los no Ensino a Distância; ANTUNES, Jane M. de L.; BET, Sabrina; FROZZA, Ângelo A.	49
ANAC – uma ferramenta para análise automática da complexidade de algoritmos; BARBOSA, Marco A. de C.; TOSCANI, Laira V.; RIBEIRO, Leila	57
CAFE – Controle de alunos formandos e egressos da URCAMP: projeto e implementação com Software Livre; LACERDA, Guilherme S. de; ZAVALIK, Claudimir; LIMA, Cristiano C. e; DALMOLIN, Luiz C.	66
Tecnologia da informação e mudança comportamental: pesquisa exploratória sobre o uso Internet na URCAMP; CARATE, Léu C.	71
M-Commerce aplicado ao comércio de materiais de construção; CAMARGO, Rodrigo G.; FROZZA, Ângelo A.	80
Desenvolvimento de sistemas utilizando Análise Essencial: uma visão geral; COSTA, Heitor A. X.	87
Inovação, geração de energia e competitividade mediante utilização de resíduos agroindustriais; SOUZA, Carlos E. G. de; RAMOS, Thadeu J. F.	96
Uma abordagem evolucionária para a geração de quadros de horários; PEREIRA, Jean F.; BRANCO NETO, Wilson C.	103

Apresentação do Compilador RS 5.0; LIBRELOTTO, Giovani R.; TOSCANI, Simão S.	112
Problemas inerentes a adoção de novas tecnologias da informação; ALBANO, Cláudio S.	120
Sistema Multimídia: uma ferramenta de informação; OLIVEIRA, Jaques V. M.; OLIVEIRA, Rudi M. de; SILVEIRA, Norton M.; MACEDO, Marcos L.	126
Ferramenta para geração de avaliações baseadas em níveis de dificuldade; CARDOSO, Rodrigo F.; SOUZA, Rafael D. de	133
Urbanização do espaço rural; ALBERTI, Raquel L.	141
As inovações tecnológicas: o uso do computador na Matemática; OLIVEIRA, Anderson de; MEDEROS, Lidiane	147

MERCADOS COMUNS - UM DOS FENÔMENOS DO SISTEMA INTERNACIONAL DO SÉCULO XX

Enio Del Geloso Nocchi ¹

RESUMO:

O êxito da regionalização estimulou, em algumas zonas, a criação de novas formas de integração. Percebem-se avanços no processo de desenvolvimento da área de Livre Comércio das Américas. Existe uma inequívoca postura de polemizar o tema em questão. Entretanto, pode-se assinalar que encontros estão sendo agendados com o objetivo de ampliar as negociações para o livre comércio em praticamente todos os países americanos. Como paradigma, está sendo apresentado o caso da Europa Ocidental, o qual impulsionou o desejo de imitação, fazendo com que a regionalização baseada na criação de mercados comuns se constituísse em um dos fenômenos centrais do sistema internacional no final do século XX.

ABSTRACT

The regionalization success stimulated some zones to create new ways of integration. Progress in the process of developing the Americas free commerce area can be noticed. There is a clear attitude of polemizing this subject. Still, meetings are being assigned to extend the negotiations towards a free commerce zone in practically all American countries. The West Europe case, which stimulated others to do the same, is being used as a paradigm. It made regionalization based upon the creation of common markets become one the main phenomenons of the end of the twentieth century.

1. INTRODUÇÃO

Sem dúvida, pode-se afirmar que o êxito alcançado por alguns blocos econômicos formados pela união de países, especialmente o caso da Europa Ocidental, determinou um grande estímulo para a formação de novas zonas de integração, constituindo-se em um dos fenômenos principais que se verificou no mundo nos fins do Século XX. A criação de novas zonas de integração ocorreu não só na Europa, como em outros países do Oriente e da América Latina, aproximando as nações nos seus aspectos políticos, econômicos e sociais.

De acordo com Lechini², “estamos presenciando uma fase de redefinições geopolíticas, com implicações para o comércio, para o desenvolvimento sustentável e uma maneira democrática de governar. Toda a ordem internacional em transição admite a busca de nichos de oportunidades e se conseguem adotar políticas adequadas. Rumo a esse objetivo apontam os novos processos de integração regional que projetam a construção de um espaço competitivo, ou seja, a diversificação das relações internacionais em busca de novos espaços econômicos”.

O exemplo oferecido pelos países da Europa Ocidental é seguido e entusiasmo a formação de novas zonas de mercados comuns. A União Européia, criada com fortes tendências de integração, constituiu-se no projeto mais profundo, iniciado em 1950, que até hoje se conhece. Pressupõe a livre movimentação de bens, serviços, capital e trabalho, compatibilizando a economia nos aspectos micro e macroeconômicos e prevendo a

¹ Mestre em Integração e Cooperação Internacional. Professor, Coordenador do Curso de Administração e Diretor do Centro de Ciências da Economia e Informática – CCEI. E-mail: geloso@urcamp.tche.br

² LECHINI, Gladys de Álvares. Cono Sur de África y Cono Sur de América Latina: Una Cooperación Posible. P.128 e 129.

existência de uma moeda única até o final de 1999, o que efetivamente acabou acontecendo.

A União Européia prevê uma abertura na soberania dos países em benefício das instituições comunitárias, sendo que a Comissão Européia é a principal, funcionando como órgão executivo supranacional.

Ainda que hoje possa ser dividida em dois grupos de países, os mais ricos e progressistas e os países em desenvolvimento como Espanha, Grécia e Portugal, na época da formação da Comunidade Econômica Européia, o grau de crescimento dos participantes era similar.

Na tentativa de confirmar o exposto, que o exemplo da Europa Ocidental estimulou a criação de novos blocos de integração, este trabalho analisa as discussões em torno da formação da ALCA – Área de Livre Comércio das Américas, que está sendo tema das reuniões de cúpula dos países que formam o MERCOSUL.

2. ALCA – ÁREA DE LIVRE COMÉRCIO DAS AMÉRICAS

2.1. ALCA e os interesses nacionais

De acordo com Xirinachs³, “era fácil estar otimista com respeito às probabilidades de êxito da Área de Livre Comércio das Américas – ALCA, quando as negociações iniciaram na Cúpula das Américas, em Santiago do Chile em 1998. Havia muitos fatores, na época, que apontavam a necessidade da ALCA: a globalização, as realidades empresariais e tecnológicas, a dinâmica econômica requerida para o crescimento e desenvolvimento e as considerações geopolíticas. Ademais, a região havia avançado muito em seu empenho de colocar em ordem seus fundamentos econômicos e sua macroeconomia. Hoje em dia, existem sólidas razões para continuar otimistas em vista dos impressionantes avanços concretos e detalhados obtidos pelos negociadores em somente dezoito meses”.

É certo salientar que em todas as negociações internacionais, colocam-se em jogo os interesses nacionais. No da ALCA, não poderia ser diferente, discutem-se não só os interesses de cada país, mas também os interesses e o futuro dos blocos regionais, como o MERCOSUL e o NAFTA. Embora já em 1990 o governo norte-americano houvesse proposto uma integração para o hemisfério, somente em 1994, com a Cúpula das Américas, foi colocada como uma meta mais concreta. Entretanto, desde aquela Cúpula de Presidentes o assunto pouco ou quase nada avançou, em função das divergências entre os Estados Unidos e o Brasil, principais atores do processo de criação da Área de Livre Comércio das Américas. Além disso, também houve falta de interesse e pouco caso ao processo de integração continental nas agendas da política externa dos países. Como vimos durante as aulas da Professora Lechini, muitas vezes o sistema internacional pode impor limitações ou favorecer oportunidades para a ação dos atores envolvidos em um processo de integração.

Durante a reunião de Belo Horizonte, em maio de 1997, os países negociadores da ALCA mostraram toda a sua divergência em relação ao processo tornando as discussões mais claras e relevantes.

Conforme Onuki⁴, os fatos acima motivaram a realização de um Seminário “ALCA: origens, evolução e perspectivas”, realizado em julho de 1997, quando perante um público bastante qualificado foram debatidas as hipóteses preliminares da formação da Área de Livre Comércio das Américas.

³ XIRINACHS, José M. Salazar. Avanço nas Negociações da Alca: Uma Avaliação Preliminar dos Primeiros Dezoito Meses. Washington, D.C. 8 e 9 de setembro de 1999.

⁴ ONUKI, Janina. Relações internacionais e sua construção jurídica: a ALCA e os interesses nacionais. São Paulo: FTD, 1998. Série ALCA; V.3

Na oportunidade, o mais visível era a divergência entre os Estados Unidos e o Brasil em relação ao início das negociações. Enquanto o primeiro gestionava o começo imediato das negociações para que a área de livre comércio entrasse em vigor no ano de 2005, o Brasil propunha, nesse mesmo ano, para que se iniciassem as negociações.

Este fato mostrou, claramente, que os dois países tinham prioridades diferentes e nas suas agendas de política externa, a integração continental não estava presente. Podia-se perceber, claramente, que estavam em jogo não simplesmente os prazos, mas também os interesses particulares de cada nação. Por esse motivo, a proposta da ALCA permaneceu mais no terreno da diplomacia do que no da ação propriamente dita, gerando com isso, uma série de expectativas por parte dos outros países.

As perspectiva dos países foram estendidas aos blocos regionais. O NAFTA, liderado pelos Estados Unidos, sempre teve o interesse de se tornar o aglutinador da integração continental. Por sua vez, o MERCOSUL, nos últimos anos obteve um avanço considerável, transformando-se em união aduaneira em 1994, com a implementação da Tarifa Externa Comum. O Brasil passou a defender o aprofundamento do MERCOSUL como prioridade da sua política externa e propor as negociações da ALCA via blocos preexistentes.

De acordo com Lampréia⁵, ao longo de toda a negociação para criação da ALCA, as decisões serão pautadas em função dos interesses e das aspirações da sociedade brasileira. Como parâmetros gerais para a condução das negociações, propõe o MERCOSUL, em síntese que a ALCA:

- seja objeto de consenso hemisférico e voltada para o livre comércio;
- se fundamente nos esquemas mais profundos de integração existentes no Hemisfério, a exemplo do MERCOSUL e de outros agrupamentos regionais;
- resulte de negociações de caráter gradual e progressivo, cujo ritmo seja compatível com a consolidação e o aperfeiçoamento das várias iniciativas de integração em curso no continente;
- seja construída sobre compromissos equilibrados, eqüitativos e vantajosos para cada uma das partes, a serem assumidos completa e simultaneamente pelos 34 Governos;
- contemple a possibilidade de que os países definam produtos e/ou setores econômicos aos quais possa ser aplicado tratamento especial, dadas suas peculiaridades;
- promova a mais ampla participação dos diversos setores da sociedade civil dos nossos países, em especial os empresários, os trabalhadores e os consumidores; somente assim a abertura dos mercados continentais terá legitimidade e significará um bem comum a ser preservado e fortalecido.

Quanto ao cronograma de negociações, propõe o MERCOSUL que estas ocorram em três etapas sucessivas:

1. A primeira examinaria, em detalhe, as medidas de facilitação de negócios ou, por outras palavras, de redução do custo de transação para os agentes econômicos. Acreditamos, portanto, que a primeira etapa das negociações permitirá uma colheita antecipada de resultados palpáveis e de impacto sobre as operações comerciais do Hemisfério.
2. As matérias a serem abordadas na segunda etapa de negociações, conforme propõe o MERCOSUL, teriam um traço comum: a capacidade de facilitar a discussão

⁵ LAMPRÉIA, Luiz Felipe. Discurso na solenidade de abertura da II Reunião Hemisférica de Vice-Ministros responsáveis pelo Comércio. Recife: 25 de fevereiro de 1997

posterior sobre a abertura de mercados propriamente dita. Seria o caso da harmonização, em escala hemisférica de normas e regulamentos técnicos e dos procedimentos administrativos das alfândegas, da eliminação de injustificadas restrições não-tarifárias, da definição de um mecanismo para solução de controvérsias no interior da área de livre comércio, entre outros temas.

3. A terceira e última etapa teria início somente depois de concluídas as duas anteriores. Ela trataria do núcleo da questão, da abertura dos mercados, inclusive no setor de serviços. Suas conclusões deverão estar acordadas dentro do prazo fixado em Miami pelos Chefes de Estado e de Governo, o mais tardar em 2005.

A metodologia proposta pelo MERCOSUL para a construção da ALCA permitirá a aproximação gradual dos países hemisféricos, em convergência para disciplinas comuns também em temas menos tradicionais relacionados ao livre comércio, tais como os investimentos diretos, os direitos à proteção da propriedade intelectual, as políticas da concorrência e os regimes de compras governamentais.

3. XIX REUNIÃO DO CONSELHO DO MERCOSUL

A XIX reunião do Conselho do Mercado Comum, realizada dias 14 e 15 de dezembro de 2000, em Florianópolis, SC., relançou o MERCOSUL. A antecipação da Área de Livre Comércio das Américas – ALCA, cogitada durante grande parte do encontro, pressionou os chefes de Estado presentes e contribuiu de forma positiva para avanço da integração do bloco no Cone Sul.

Os presidentes da Argentina, Brasil, Uruguai, Paraguai, Chile e Bolívia aprovaram medidas importantes com o objetivo de garantir a coesão do MERCOSUL perante a iminência da ALCA. Com a presença do Presidente da África do Sul, também foi dado o primeiro passo em direção ao que deve ser uma prática comum para o bloco, a busca de novos mercados.

O Presidente Fernando Henrique Cardoso, na ocasião, rebateu as acusações de que o Brasil estaria dificultando as negociações para a decolagem da Área de Livre Comércio das Américas, mas manteve a posição de não discutir qualquer possibilidade de antecipação sem o conhecimento das medidas a serem tomadas. Palavras de FHC: *“Nós desejamos essa negociação, ninguém pode dizer que colocamos obstáculos, os negociadores sabem que temos feito propostas, mas fazer negociações com uma zona livre de comércio não é a mesma coisa que uma integração”*. Uma possível fusão dos países com a ALCA está fixada para 2005.⁶

Ainda, segundo o Presidente Cardoso, alguns aspectos devem ser discutidos antes do cronograma. O Brasil quer debater, de *“cabeça erguida”*, questões como a lei de patentes, a taxaço do aço, sapatos e produtos têxteis. *“Os EUA são muito competentes. Por isso é tão difícil negociar com eles e só a coesão do MERCOSUL vai mostrar que também somos competentes”*.

Apesar da polêmica criada pelo Chile, que anunciou a intenção de negociar um acordo de livre comércio como os Estados Unidos às vésperas de consolidar sua adesão ao bloco do Cone Sul, a cúpula do MERCOSUL ainda conta com a continuidade da associação do país andino e pretende ampliar os acordos com a Bolívia. A África do Sul foi convidada para a reunião visando iniciar as negociações de acordos comerciais com o bloco econômico. Outros acordos estão agendados com o objetivo de ampliar o leque de negócios de livre comércio em praticamente todos os continentes.

⁶ Diário Catarinense, Florianópolis, SC. Edição de 16 de dezembro de 2000. Reunião do Conselho do MERCOSUL.

Um dos principais motivos desta abertura a novos negócios é o fato de o MERCOSUL, internamente, não ter evoluído como se previa.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ressalvadas as situações feitas no corpo do trabalho e as discussões da reunião de Florianópolis, as possibilidades de êxito da ALCA são bastante possíveis. De maneira geral podem-se assinalar avanços nas tratativas do processo da Área de Livre Comércio das Américas.

Os países conseguiram manter as negociações nesta primeira etapa, apesar da recessão econômica dos últimos anos na América Latina e de outros fatores negativos que se apresentaram no fim do século XX.

A resolução de algumas dessas situações críticas facilitaria de maneira positiva as negociações da ALCA, entre elas a recuperação econômica da América Latina e a obediências aos prazos estabelecidos no cronograma, seguindo as etapas que foram delineadas, sem atropelar e nem antecipar decisões que possam a vir a prejudicar os países que formarão a área de livre comércio.

A ocorrência de possíveis prejuízos para os países de menor poder de barganha é que tem levado o Governo brasileiro a se posicionar de maneira cautelosa nas negociações do tratado, tentando protelar o processo de negociação da ALCA e procurando consolidar definitivamente o MERCOSUL.

É importante que as discussões para formação da Área de Livre Comércio das Américas sejam realizadas com base nos blocos já existentes o que contraria, por exemplo, a posição dos norte-americanos que preferem conduzir as negociações caso a caso no plano bilateral.

A posição brasileira, assim como o consenso em torno do MERCOSUL, não necessariamente representa uma estratégia de confronto com os Estados Unidos, mas sim a disposição de um processo de defesa dos interesses nacionais e regionais, isto é, a constituição da ALCA deve ser um empreendimento cooperativo, com reconhecimento dos interesses de cada país ou de cada bloco. Convém ressaltar nesta conclusão, a importância da União Européia como exemplo de integração para outras regiões do mundo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DIARIO CATARINENSE, Florianópolis, SC. Edição de 16 de dezembro de 2000. Reunião do Conselho do MERCOSUL.

LAMPRÉIA, Luiz Felipe. Discurso na solenidade de abertura da II Reunião Hemisférica de Vice-Ministros responsáveis pelo Comércio. Recife: 25 de fevereiro de 1997.

LECHINI, Gladys de Álvares. Cono Sur de África y Cono Sur de América Latina: Una Cooperación Posible. P.128 e 129.

ONUKEI, Janina. Relações internacionais e sua construção jurídica: a ALCA e os interesses nacionais. São Paulo: FTD, 1998. Série ALCA; V.3

XIRINACHS, José M. Salazar. Avanço nas Negociações da Alca: Uma Avaliação Preliminar dos Primeiros Dezoito Meses. Washington, D.C. 8 e 9 de setembro de 1999.

MIRABIT: MINERAÇÃO DE REGRAS DE ASSOCIAÇÃO EM BANCOS DE DADOS DE COMÉRCIO VAREJISTA DE CONFECÇÃO

Sandro da Silva Camargo¹

Paulo Martins Engel²

RESUMO

A mineração de um banco de dados de transações de vendas é uma tarefa extremamente cara em termos de tempo de processamento. Dependendo do ramo de atividade da empresa, algumas características do banco de dados são diferentes. Os algoritmos utilizados atualmente otimizam a tarefa para bancos de dados com características de supermercado. O algoritmo MiRABIT que é apresentado neste trabalho otimiza a tarefa de mineração para bancos de dados com características de comércio varejista de confecção. Testes comparativos demonstram a eficiência do algoritmo proposto em relação ao algoritmo padrão Apriori em um banco de dados de comércio varejista de confecção.

Palavras-chave: regras de associação, mineração de dados, comércio varejista de confecção.

ABSTRACT

Mining a sales transaction database is a very expensive task in terms of the processing time. Depending on the activity branch of the company some characteristics of the database are different. The algorithms used currently optimize the task for databases with supermarket characteristics. The MiRABIT algorithm that is presented in this work optimizes the mining task for databases with characteristics of clothing retail. Comparative tests demonstrate the efficiency of the proposed algorithm in relation to the standard algorithm Apriori in a clothing retail database.

Keywords: association rules, data mining, clothing retail trade.

1. INTRODUÇÃO

Na atualidade, a maioria das empresas interage com seus clientes através de computadores, ficando estas interações armazenadas em um banco de dados na forma de transações. Uma transação de venda consiste em um conjunto de itens vendidos a um cliente. Dado um banco de dados de transações de vendas, a mineração de regras de associação é uma forma de encontrar grupos de itens que tendem a ocorrer juntos em uma transação, ou seja, as associações significativas, do ponto de vista do algoritmo, entre itens tal que a presença de alguns itens em uma transação implicará a presença de outros itens na mesma transação. As regras de associação auxiliam a entender o comportamento do cliente.

Segundo BERRY (1997), a análise das transações já ocorridas pode melhorar o processo de tomada de decisão dentro da empresa. Decisões como promoções, planejamento do *layout* da loja e planejamento da estratégia de marketing podem ser melhoradas através de um melhor conhecimento do comportamento do cliente.

Uma afirmação na forma " c% dos clientes que compram o item A também compram o item B" consiste em uma regra de associação.

¹ Mestrando em Ciência da Computação PPGCC - UFRGS. Professor do CCEI - URCAMP. e-mail: scamargo@urcamp.tche.br

² Dr. pela Universidade de Monique. Professor Adjunto do PPGCC - UFRGS. e-mail: engel@inf.ufrgs.br

2. PROBLEMA TEÓRICO

Um modelo matemático foi proposto em AGRAWAL (1994) para resolver o problema de mineração de regras de associação.

2.1. Formalização do problema

Conforme AGRAWAL (1994), tem-se que $I = \{i_1, i_2, i_3, \dots, i_m\}$ é um conjunto de atributos binários, chamados itens. Tem-se que $D = \{T_1, T_2, T_3, \dots, T_m\}$ é um conjunto de transações, onde cada transação T é um conjunto de itens tal que $T \subseteq I$. Cada transação T é representada como um vetor binário, com $t[k]=1$ se T contém o item i_k , e $t[k]=0$, caso contrário. Há uma tupla no banco de dados para cada transação. Considerando que X é um conjunto de alguns itens em I , uma transação T contém X se para todos itens i_k em X , $t[k]=1$.

Uma regra de associação consiste em uma implicação da forma $X \Rightarrow Y$, onde $X \subset I$, $Y \subset I$ e $X \cap Y = \emptyset$, ou seja, X é um conjunto de alguns itens de I , e Y é um conjunto de itens em I que não está presente em X . A regra $X \Rightarrow Y$ é satisfeita no conjunto de transações T com o fator de confiança $0 \leq c \leq 1$, se no mínimo $c\%$ das transações em T que satisfizerem X também satisfaçam Y . Será utilizada a notação $X \Rightarrow Y | c$ para especificar que a regra $X \Rightarrow Y$ tem um fator de confiança c .

Dado um conjunto de transações T , é necessário gerar todas as regras que satisfaçam certas restrições, de dois aspectos diferentes:

- Limites sintáticos: envolvem restrições sobre a presença de itens em uma regra. Por exemplo, pode-se estar interessado apenas em regras que têm um item específico i_x aparecendo no conseqüente, ou regras que têm um item específico i_y aparecendo no antecedente. Combinações sobre limites também são possíveis – podem ser necessárias todas as regras que têm itens de algum conjunto predefinido X aparecendo no conseqüente, e itens de algum outro conjunto Y aparecendo no antecedente.
- Limites de suporte: referem-se ao número de transações em T que obedecem à regra. O suporte para uma regra é definido como sendo uma fração de transações em T que satisfaçam a união dos itens em conseqüente e antecedente de uma regra.

Conceitualmente enfatiza-se a diferença entre suporte e confiança: enquanto confiança é uma medida da força da regra, suporte corresponde a uma significância estatística. Além da significância estatística, outra motivação para o limite de suporte vem do fato de geralmente haver interesse apenas nas regras com suporte maior que algum limiar mínimo por razões do negócio. Se o suporte não é grande o suficiente, isto significa que a regra não vale a pena ser considerada ou que ela é simplesmente menos importante. Vários autores eliminam estas regras por razões de otimização de tempo de execução do processo.

2.2. Decomposição do problema

Nesta formulação, o problema de mineração de regras pode ser decomposto em dois subproblemas AGRAWAL (1993):

- Geração de todas as combinações de itens que têm uma fração de suporte transacional maior que um certo limiar, chamado suporte mínimo. Estas combinações são chamadas de itens freqüentes, e todas as outras combinações com suporte menor que o limiar de itens, não-freqüentes. Limites sintáticos adicionalmente restringem as combinações admissíveis, contribuindo para a diminuição do tempo de execução. Por exemplo, se apenas regras envolvendo um item i_x em um antecedente são interessantes, então é suficiente gerar apenas aquelas combinações que contém i_x no antecedente.
- Geração de todas as regras que usam itens do conjunto i_1, i_2, \dots, i_k , para um dado conjunto de itens freqüentes $Y = i_1, i_2, \dots, i_k | k \geq 2$. O antecedente de cada uma destas

regras será um subconjunto X de Y tal que X tem $k-1$ itens, e o conseqüente será o item $Y - X$. Para gerar uma regra $X \Rightarrow Y \mid c$, onde $X = i_1, i_2, \dots, i_{j-1}, i_{j+1}, i_k$, é necessário dividir o suporte de Y pelo suporte de X . Se o resultado é maior que o fator de confiança mínimo definido, então a regra é satisfeita com o fator de confiança c , caso contrário não.

Se o conjunto de itens Y é freqüente, então todo subconjunto de Y também será freqüente, e, também, todas as regras derivadas de Y satisfazem o limite de suporte se Y satisfaz o limite de suporte.

Para a solução do primeiro subproblema são feitas sucessivas passagens sobre o banco de dados sendo essas passagens responsáveis pela maior parte do tempo de processamento, deste processo resultam o conjunto de itens freqüentes e seus respectivos valores de suporte. Já o segundo passo é pouco oneroso em tempo de processamento, do qual resulta o conjunto de regras com seus valores de suporte e confiança.

3. ANÁLISE DOS BANCOS DE DADOS

De acordo com a análise sobre banco de dados de comércio varejista de confecção e de supermercados foi detectado que estes possuem uma média de itens por transação maior que aquele, o que denota que um cliente em visita a um supermercado compra uma quantidade bem maior de itens em relação a uma empresa de comércio varejista de confecção.

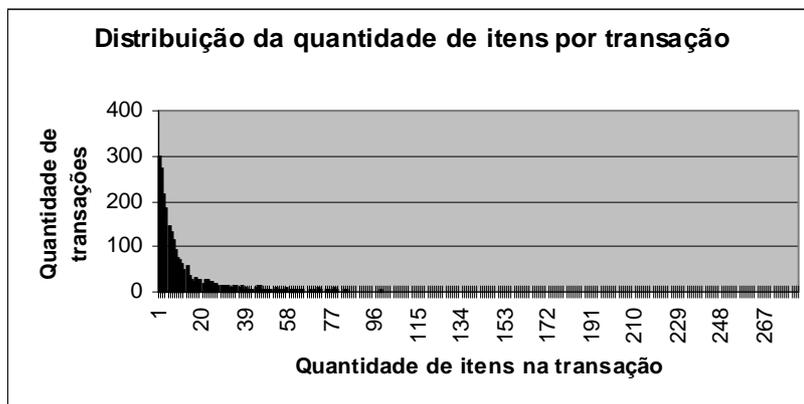


Figura 1 - Banco de dados típico de um supermercado

Em um ambiente de supermercado, em um período de um mês, foram encontradas 2449 transações com 34375 itens o que resulta em uma média de aproximadamente 14,03 itens por transação. A maior transação encontrada possuía 281 itens. A distribuição da quantidade de itens por transação em um banco de dados típico de supermercado é demonstrada na figura 1.

Em um ambiente de comércio varejista de confecção em um período de um mês foram encontradas 2266 transações e 4380 itens o que resulta em uma média de 1,93 itens por transação. A maior transação encontrada possuía 19 itens. A distribuição de itens por transação em um banco de dados de comércio varejista de confecção é demonstrada na figura 2.

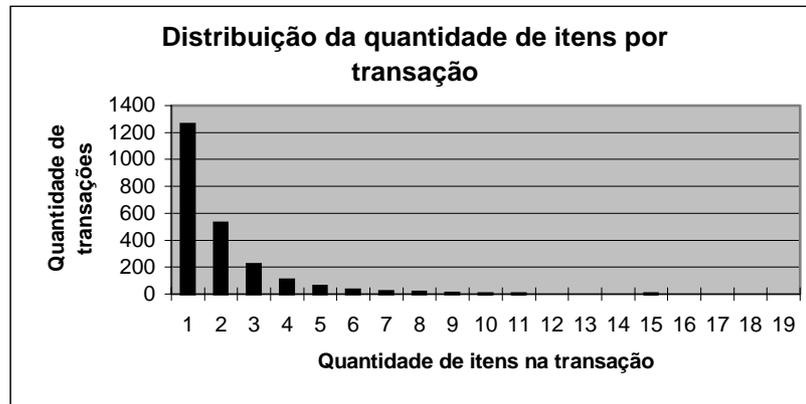


Figura 2 - Banco de dados típico do comércio varejista de confecção

A diferença entre estes bancos de dados deve ser levada em consideração quando da seleção do algoritmo a ser utilizado para o processo de mineração, pois influi, decisivamente, no desempenho do algoritmo.

4. DESCOBERTA DE CONJUNTOS DE ITENS FREQUENTES

Dentre os dois subproblemas em que é decomposta a mineração de regras de associação o primeiro, que é a descoberta de conjuntos de itens freqüentes, detém maior atenção por ser mais complexo e demorado. A tarefa de descoberta de conjuntos de itens freqüentes de acordo com ZAKI (1997) faz uso intensivo de processador e E/S, sendo portanto a grande preocupação no processo de mineração de regras de associação. Também segundo ZAKI (1998), dados m itens, há potencialmente 2^m conjuntos de itens freqüentes, entretanto uma pequena fração destes irá se tornar freqüente. Em um banco de dados de comércio varejista de confecção esta fração será bem menor que em um banco de dados de supermercado devido à menor média de itens por transação.

A seguir serão analisados dois algoritmos de mineração de regras de associação: o algoritmo *Apriori* de AGRAWAL (1993), que é o mais utilizado para esta aplicação, e o algoritmo *MiRABIT*, que é apresentado neste trabalho. Nesta análise, é levada em consideração somente a geração de conjuntos de itens freqüentes, pois a geração das regras a partir dos conjuntos de itens freqüentes é executada da mesma maneira em ambos os algoritmos.

4.1. Algoritmo Apriori

O algoritmo *Apriori* foi proposto por AGRAWAL (1993) e é o algoritmo mais utilizado para descobrir regras de associação. Para tanto, o algoritmo executa múltiplas passagens sobre os banco de dados de transações. Na primeira passagem, é contado o suporte de cada item. Aqueles itens que têm o suporte individual maior que o suporte mínimo são considerados itens freqüentes. Em cada uma das passagens subseqüentes, tendo que k é o número da passagem, os itens freqüentes da passagem imediatamente anterior ($k - 1$) são agrupados em conjuntos de k itens e sendo estes conjuntos considerados como itens candidatos, sendo então executada a contagem do suporte dos itens candidatos, se este suporte for maior que o suporte mínimo estes conjuntos de k itens candidatos são considerados freqüentes. O processo continuará até que o conjunto de itens freqüentes seja um conjunto vazio.

Como método de otimização de tempo de execução, este algoritmo parte do princípio de que se $X \subset Y$, e X não é freqüente, logo Y também não é freqüente. Desse modo, a cada nova passagem sobre o banco de dados, o algoritmo não necessita ler novamente todo o banco de dados, mas somente o conjunto de itens candidatos selecionados na passagem anterior, o que resulta em uma diminuição do tempo de execução do algoritmo.

A partir da passagem k , onde k é maior ou igual a 2, ocorrem duas fases: na primeira fase o conjunto de itens freqüentes L_{k-1} encontrado na passagem $(k-1)$ é usado para gerar o conjunto de itens candidatos C_k usando a função *Apriori - Gen*; na segunda fase, o banco de dados é pesquisado e o suporte dos conjuntos de itens candidatos em C_k é contado. Na figura 3, é apresentado o pseudocódigo do algoritmo *Apriori*.

```

L1 = {large 1-itemsets};
for (k=2; Lk-1 ≠ ∅; k++) do begin
  Ck = apriori_gen(Lk-1); // Novos candidatos
  forall transactions t ∈ D do begin
    Ct = subset(Ck, t); // Candidatos contidos em t
    forall candidates c ∈ Ct do
      c.count++;
  end
  Lk = {c ∈ Ck | c.count ≥ minsup};
end
Answer = ∪k Lk;

```

Figura 3 - Pseudocódigo do Algoritmo Apriori AGRAWAL (1993)

4.2. Algoritmo MiRABIT

O algoritmo MiRABIT (**M**ineração de **R**egras de **A**ssociação em bancos de dados com **B**aixa média de **I**tems por **T**ransação) é otimizado para bancos de dados com baixa média de itens por transação. Este algoritmo executa várias passagens sobre o banco de dados. Na primeira passagem é contado o suporte de cada item. Aqueles itens que têm o suporte individual maior que o suporte mínimo são considerados itens freqüentes. Em cada uma das passagens subseqüentes, tendo que k é o número da passagem, a cada transação seus itens freqüentes em $(k - 1)$ são agrupados em conjuntos de k itens sendo estes agrupamentos considerados como conjuntos de itens candidatos, sendo então executada a contagem do suporte dos itens candidatos. No final da passagem k , os conjuntos de itens em suporte maior que o suporte mínimo são considerados freqüentes. O processo continuará até que o conjunto de itens freqüentes seja um conjunto menor ou igual a 1.

A geração dos conjuntos de itens candidatos torna-se mais crítica em um ambiente de comércio varejista de confecção, no qual a razão entre itens freqüentes e itens candidatos é bem menor que em um ambiente de supermercado. Por esse motivo constata-se, então, que seria mais eficiente gerar o conjunto de itens candidatos a cada transação do que gerar o conjunto de itens candidatos na início da passagem subseqüente. Na figura 4, é apresentado o pseudocódigo do algoritmo *MiRABIT*.

```

F1 = {conjuntos de itens freqüentes com 1- elemento};
for (k=2; ((Fk-1 ≠ 1) or (k ≤ tamanho_max_regra)); k++) do begin
  forall transações t ∈ D do begin
    Ct = subset (Ck, t); // Gera candidatos na transação
    forall candidatos c ∈ Ct do
      c.count ++;
  end
  Lk = {c ∈ Ck | c.count ≥ suporte_minimo}
end
Answer = ∪k Lk;

```

Figura 4 - Pseudocódigo do Algoritmo *MiRABIT*

O algoritmo *MiRABIT* gera o mesmo conjunto de itens candidatos que o algoritmo *Apriori*, no entanto, a quantidade de conjuntos de itens candidatos é bem menor, conforme demonstrado posteriormente no experimento.

5. DESEMPENHO

Para analisar o desempenho dos algoritmos, foi utilizado um banco de dados real de uma empresa do comércio varejista de confecção. Foi analisado um período de um mês de vendas desta empresa. Nesse período, o banco de dados era composto por um conjunto de 2265 transações e 4380 itens.

Na figura 5, é demonstrado o gráfico comparativo do desempenho dos algoritmos. Foram realizados três experimentos sobre o mesmo banco de dados com valores diferentes para o suporte mínimo.

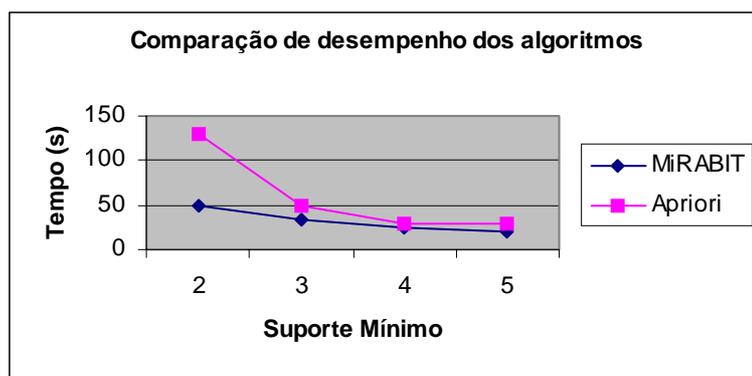


Figura 5 - Gráfico da comparação de desempenho dos algoritmos

Esta diferença deve-se à geração de conjuntos de itens candidatos. Conforme demonstrado na tabela abaixo, o algoritmo *MiRABIT* gera um conjunto bem menor de conjuntos de itens candidatos que o algoritmo *Apriori*. Os conjuntos de itens freqüentes encontrados são os mesmos em ambos algoritmos. À medida que o suporte mínimo aumenta, diminui o número de conjuntos de itens candidatos gerados, o que faz com que a diferença de desempenho dos algoritmos também diminua.

Na tabela 1, é demonstrado o resultado da aplicação dos algoritmos *Apriori* e *MiRABIT*. Pela tabela é demonstrada claramente a diferença entre a quantidade de conjuntos de itens candidatos gerados em cada um dos algoritmos.

Suporte mínimo	<i>Apriori</i>		<i>MiRABIT</i>		Conjuntos de itens freqüentes encontrados
	Tempo (s)	Conjuntos de itens candidatos gerados	Tempo (s)	Conjuntos de itens candidatos gerados	
2	130	648707	50	2509	959
3	49	107594	34	1419	485
4	30	39344	24	830	285
5	28	17582	21	545	192

Tabela 1 - Comparação entre *Apriori* e *MiRABIT*

6. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Neste artigo, é apresentado o algoritmo *MiRABIT* que é um algoritmo otimizado para descoberta de regras de associação em bancos de dados com uma baixa média de itens por transação. São apresentados resultados de experimentos comparando o desempenho dos algoritmos *MiRABIT* e *Apriori* sobre um banco de dados de uma empresa de comércio varejista de confecção. Nestes experimentos, o algoritmo *MiRABIT* apresenta um desempenho melhor que o algoritmo *Apriori*, sendo demonstrada a razão deste melhor desempenho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRAWAL, Rakesh; IMIELINSKI, Tomasz; SWAMI, Arun. Mining Associations between Sets of Items in Massive Databases. *Proc. of the ACM-SIGMOD 1993 Int'l Conference on Management of Data*, Washington D.C., Mai, 1993, 207-216.

AGRAWAL, Rakesh; SRIKANT, Ramakrishnan. Fast Algorithms for Mining Association Rules. *Proc. of the 20th Int'l Conference on Very Large Databases*, Santiago, Chile, Set, 1994.

BERRY, Michael J.A.; LINOFF, Gordon. **Data Mining Techniques**. New York : John Wiley, 1997.

ZAKI, Mohammed J.; PARTHASARATHY, Srinivasan; LI, Wei. New Algorithms for Fast Discovery of Association Rules. *In 3rd Intl. Conf. On knowledge Discovery and Data Mining*, Ago 1997.

ZAKI, Mohammed J.; OGIHARA, Mitsunori. Theoretical Foundations of Association Rules. *3rd SIGMOD'98 Workshop on Research Issues in Data Mining and Knowledge Discovery (DMKD)*, pp 7:1-7:8, Seattle, WA, June 1998.

ANÁLISE DE RISCO DE CRÉDITO UTILIZANDO REDES NEURAIS ARTIFICIAIS

Luciano José Senger¹

João Caldas Junior²

RESUMO

O mercado financeiro é afetado por um grande número de fatores altamente relacionados e que interagem entre si de uma maneira bastante complexa. Essa complexidade gera dificuldade na construção de sistemas de informação, que devem fornecer ao gerente informações corretas e consistentes. Dentre as aplicações relacionadas ao mercado financeiro, a análise de risco de crédito deve tratar várias informações, de forma a evitar prejuízos financeiros às instituições de crédito e danos morais aos clientes. Este artigo apresenta uma proposta de utilização de Redes Neurais Artificiais para a análise de crédito. Neste contexto, três arquiteturas de rede neurais são avaliadas através de um conjunto de dados específico e os resultados relacionados ao desempenho nas classificações são ilustrados.

Palavras-chave: Redes Neurais Artificiais, MLP, back propagation, análise de crédito.

ABSTRACT

Finance market is affected by a great number of factors, highly related and that interact to each other in a quite complex way. This complexity generates difficulty in the implementation of information systems, those should supply the manager with correct and consistent information. Among the applications related to the finance market, the analysis of credit risk should deal with many data, in way to avoid financial damages in the credit institutions and moral damages to the customers. This paper presents a proposal of use of Neural Networks for the analysis of credit risk. In this context, three neural networks architectures are evaluated with a suitable data set and the performance results in the classifications are presented.

Keywords: Neural Networks, MLP, back propagation, credit approval.

1. INTRODUÇÃO

O mercado financeiro é afetado por um grande número de fatores econômicos, políticos e psicológicos altamente relacionados e que interagem entre si de uma maneira bastante complexa. Grande parte dessas relações são probabilísticas e não-lineares. Portanto, essas relações dificilmente podem ser expressas através de regras determinísticas.

Análise financeira é uma das aplicações mais promissoras e mais adequadas aos sistemas de Redes Neurais Artificiais. No setor de serviços financeiros, sistemas de suporte a decisões vêm sendo amplamente utilizados em uma grande gama de tarefas, incluindo: projeção de autorização de crédito; avaliação de risco de falência; previsão econômica e financeira, entre outras.

Aplicações da inteligência computacional para o tratamento de problemas de crédito sempre foram alvo de interesse da área financeira. Vários bancos e companhias de crédito internacional, tais como *Mellom Bank* e o *Visa Internacional Inc.*, utilizam Redes Neurais Artificiais (RNAs) para estudar os padrões de comportamento no uso de cartões de crédito pelos clientes e para detectar transações potencialmente fraudulentas [1, 2].

¹ Departamento de Informática da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Endereço: Praça Santos Andrade, s/n Caixa Postal: 992/993 CEP 84010-250. Ponta Grossa/PR, Brasil. *E-mail*: ljsenger@uepg.br

² Fundação Paulista de Tecnologia e Educação (FPTE). Endereço: Av Nicolau Zarvos, 1925 Lins/SP, Brazil. *E-mail*: caldas@fpte.br

Organizado em 5 seções, este artigo apresenta uma proposta de utilização de redes neurais artificiais para análise de risco de crédito, visando à classificação de clientes em adimplentes e inadimplentes. A seção 2 apresenta as características principais de redes neurais artificiais, enfatizando o modelo de rede *Multi Layer Perceptron* com algoritmo de aprendizado *backpropagation*. O problema da análise de risco de crédito é discutido na seção 3, juntamente com algumas possíveis soluções. A seção 4 discorre sobre o projeto de arquiteturas de redes neurais para a utilização em análise de crédito e discute os resultados obtidos através desse projeto. Finalizando este artigo, a seção 5 apresenta as conclusões obtidas.

2. REDES NEURAIS ARTIFICIAIS

Redes Neurais Artificiais (RNAs) são sistemas computacionais que apresentam um modelo matemático inspirado na estrutura neural de organismos inteligentes e que adquirem conhecimento através da experiência. Uma grande rede neural artificial pode ter centenas ou milhares de unidades de processamento; já o cérebro de um mamífero pode ter muitos bilhões de neurônios.

Uma rede neural artificial é composta por várias unidades de processamento, cujo funcionamento é bastante simples. Essas unidades, geralmente são conectadas por canais de comunicação que estão associados a determinados pesos. As unidades fazem operações apenas sobre seus dados locais, que são entradas recebidas pelas suas conexões. O comportamento inteligente de uma Rede Neural Artificial vem das interações entre as unidades de processamento da rede.

As Redes Neurais possuem um grande número de aplicações, cuja motivação é derivada das necessidades de modelagem de problemas que não são facilmente representados e resolvidos através da programação convencional. Neste sentido, atualmente encontramos outros modelos matemáticos como a lógica *fuzzy* e os algoritmos genéticos, que também fornecem soluções para aplicações que trabalham com dados inconsistentes e incompletos [7].

Existem vários modelos de redes neurais desenvolvidos. Este artigo enfatiza a utilização do modelo de RNA *Multi Layer Perceptron* (MLP), com o algoritmo de treinamento supervisionado *backpropagation*, que apresenta resultados de classificação satisfatórios aos problemas existentes na análise de crédito [3,6]. Esse modelo organiza os neurônios em uma camada de entrada, camadas intermediárias e uma camada de saída (Figura 1), sendo que cada camada possui uma função específica. A camada de saída recebe os estímulos da camada intermediária e constrói o padrão que será a resposta. As camadas intermediárias funcionam como extratoras de características, cujos pesos são uma codificação de características apresentadas nos padrões de entrada, permitindo que a rede crie sua própria representação, mais rica e complexa, do problema. A camada de entrada é responsável por receber os dados externos e converter em uma representação inteligível para a rede. O êxito de uma aplicação baseada em RNAs depende muito de como os dados são apresentados à rede, ou, em outras palavras, do modelo adotado para o pré-processamento destes dados.

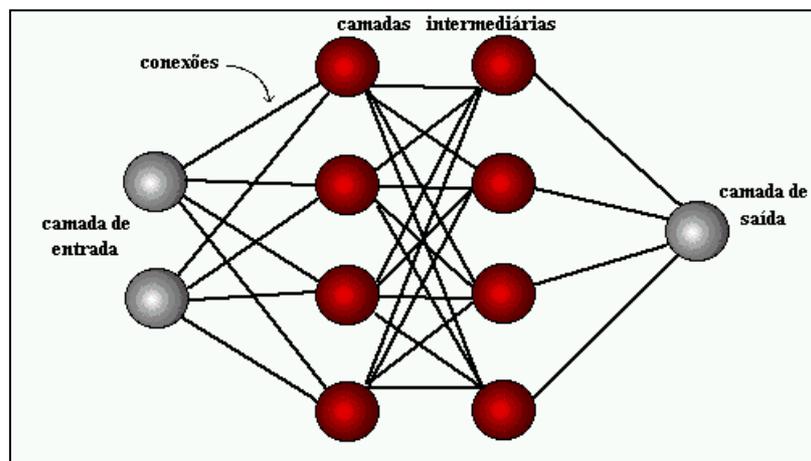


Figura 1. Rede Neural *Multi Layer Perceptron* com 2 neurônios na camada de entrada, duas camadas intermediárias com 4 neurônios cada e 1 neurônio na camada de saída.

3. ANÁLISE DO RISCO DE CRÉDITO

O problema de análise de crédito pode ocorrer na forma de solicitação de cartão de crédito, crediário, autorização de compra, empréstimos bancários e cheque especial, entre outros. Essa análise envolve também a previsão de candidatos confiáveis e de lucratividade da empresa na transação. Durante uma análise, os gerentes baseiam suas decisões em informações sobre o cliente, em sua experiência gerencial e em relatórios de departamentos administrativos ou agências de crédito. Essas decisões devem ser muito criteriosas. Decisões equivocadas podem provocar não apenas prejuízos financeiros às instituições de crédito, mas também prejuízos morais aos clientes.

Os ambientes de análise de crédito são caracterizados pela dinâmica na tomada de decisões e pela grande variedade de informações vindas das mais diversas fontes. Essas informações muitas vezes podem ser incompletas, ambíguas, parcialmente incorretas ou de relevância dúbia. A forma subjetiva como se dá a análise dessas informações faz com que não se consiga explicar o processo de tomada de decisões embora seja sabido que existem fatores que influenciam essas decisões.

Inicialmente, técnicas estatísticas, como análise de discriminante, foram largamente utilizadas em sistemas automatizados para auxílio de análises de crédito. Esses sistemas aumentaram seu desempenho de avaliação, pois apresentam maior flexibilidade, consistência e eficiência, mas algumas características dessas técnicas não são muito apropriadas para os problemas em questão. Em razão disso, novas abordagens ao problema tornaram-se necessárias. Entre as mais proeminentes das novas técnicas apresentadas estão os sistemas inteligentes e, como já mencionado, os sistemas baseados em RNAs.

A primeira, tradicionalmente, utiliza sistemas baseados em regras, no qual o conhecimento de especialistas na área é adquirido através de entrevistas e outros métodos. Essa abordagem modela o processo de avaliação através de regras obtidas de especialistas humanos e não através de registros anteriores das aplicações de crédito. Embora essa abordagem evite problemas de consistência e de eficiência, não evita os problemas de performance e de flexibilidade.

Os sistemas que utilizam RNAs oferecem uma abordagem mais adequada para o tratamento de problemas deste tipo. Uma RNA pode ser treinada utilizando grandes quantidades de exemplos significativos, o que contribui para a obtenção de performance elevada. Ou seja, a avaliação é modelada através de exemplos de aplicações bem ou mal sucedidas, encontrados nos históricos dos clientes e não através de modelos objetivos ou quantificáveis da operação de avaliação.

Dessa forma, a rede é capaz de encontrar relações entre as diversas informações e incorporar os aspectos subjetivos do processo de avaliação da empresa. Esses sistemas são mais flexíveis, pois quando são modificados, devido a aspectos políticos, econômicos ou regionais, pode-se alterar apenas o conjunto de exemplos de treinamento, o que não requer mudanças estruturais no sistema. Esses sistemas podem, até mesmo, detectar a necessidade de realizar um novo treinamento. Eles também são considerados consistentes e eficientes, pois um mesmo sistema pode ser utilizado nos diferentes postos de atendimento da empresa, sendo operados por pessoal sem experiência gerencial, de forma a realizar análises de crédito com mais rapidez.

4. PROJETO DE REDES NEURAIIS PARA ANÁLISE DE CRÉDITO

Neste artigo é avaliado o problema de análise de risco de crédito para uma base de dados chamada *Credit Approval*, que foi obtida na página da UCI (UC Irvine Information and Computer Science Department) [4], que é um repositório de conjuntos de dados destinados para experimentos de mineração de dados (*Data Mining*) e de aprendizado de máquina (*Machine Learning*). Essa base contém 653 registros, organizados em 15 atributos, representando informações de uma aplicação de cartão de crédito, sendo que todos os nomes e valores dos atributos foram originalmente trocados por uma representação simbólica, a fim de manter as características confidenciais das informações. A base possui um grupo bastante heterogêneo de atributos: valores contínuos, valores nominais com valores pequenos, e valores nominais com valores elevados. A Figura 2 apresenta as principais características da base de dados *Credit Approval*.

```
Número de instâncias: 653
Número de atributos : 15 + classe
Informações sobre os atributos:

A1:      b, a.
A2:      contínuo.
A3:      contínuo.
A4:      u, y, l, t.
A5:      g, p, gg.
A6:      c, d, cc, i, j, k, m, r, q, w, x, e, aa, ff.
A7:      v, h, bb, j, n, z, dd, ff, o.
A8:      contínuo.
A9:      t, f.
A10:     t, f.
A11:     contínuo.
A12:     t, f.
A13:     g, p, s.
A14:     contínuo.
A15:     contínuo.
A16:     +,- (classe)
```

Figura 2. Características do conjunto de dados *Credit Approval*.

Para auxiliar o desenvolvimento das redes para a solução do problema proposto, foi utilizado o simulador SNNS (Stuttgart Neural Network Simulator), versão 4.1 [5], que oferece um ambiente eficiente e flexível para a simulação e teste de RNAs. O componente GUI (Graphical User Interface) desse simulador foi utilizado para a criação das redes e avaliação preliminar das arquiteturas geradas. A seguir, são apresentadas a metodologia de desenvolvimento utilizada e a análise dos resultados obtidos.

4.1. Pré-processamento dos dados

Como redes MLP trabalham com valores numéricos, os dados de entrada devem ser tratados visando converter dados simbólicos (p.e. A1, A4) em dados numéricos, assim como normalizar atributos que possuem valores muito discrepantes com relação aos demais. Esta fase, chamada de pré-processamento, é vital para um bom desempenho da

rede. Para o conjunto de dados considerado neste artigo, essa fase foi responsável por normalizar os dados contínuos (p.e. A2, A3) e atribuir valores numéricos aos atributos literais (p.e. A1, A4). Além disso, os dados foram convertidos para o formato de arquivo de entrada do simulador (Figura 3).

```

Entrada
# Padrao = 0.000000
1.000000 1.488973 0.000000 0.000000 0.000000 1.000000 0.000000 0.096910 0.000000
0.000000 0.000000 1.000000 0.000000 2.305351 0.000000

Saída
# Padrao = 0.000000
0 1
    
```

Figura 3. Formato padrão do arquivo de entrada do simulador. Inicialmente são descritos os 15 atributos normalizados do conjunto de dados e após os valores da classe a que os dados pertencem

4.2 Separação dos conjuntos de dados

Após o pré-processamento, os dados foram organizados em duas classes: Adimplentes (Classe 0), 296 registros (45,32%); e Inadimplentes (Classe 1), 357 registros (54,67%). Após essa divisão, foram gerados os conjunto de conjuntos de treinamento, validação e teste³ para serem utilizados em cada uma das fases do desenvolvimento da rede. Esses conjuntos foram arranjados para cobrir de forma completa o domínio do problema, como mostra a Figura 4.

O conjunto de validação foi composto por uma porcentagem, neste caso 10%, dos registros originais, escolhidos aleatoriamente e mantendo a mesma proporção de classes presentes nos dados originais. O conjunto utilizado no treinamento foi composto por uma porcentagem de 67,99% dos registros originais, com o mesmo número de registros de ambas as classes, escolhidos aleatoriamente. Finalmente, o conjunto de teste foi composto pelos registros restantes.

CLASSE	ORIGINAL	TREINAMENTO	VALIDAÇÃO	TESTE
Adim.	296	222	31	43
Inadim.	357	222	36	99
Totais	653	444	67	142

Figura 4. Distribuição das classes e organização dos dados nos conjunto de treinamento, validação e teste.

4.3 Seleção das arquiteturas, treinamento e teste

A escolha da arquitetura adequada de rede é de grande relevância no desempenho do modelo. Esta tarefa foi feita, assim como em trabalhos correlatos [1,3], empiricamente. Foram analisadas, inicialmente, várias arquiteturas e parâmetros diferentes, utilizando a interface gráfica do simulador. Dentre as arquiteturas testadas, foram selecionadas três arquiteturas⁴: 15-10-8-2, 15-2-8-2 e 15-8-2, que apresentaram aprendizado mais estável e maior capacidade de generalização.

³ Considera-se, neste artigo, para o treinamento e avaliação da rede a técnica estatística de referência cruzada. Comum para a validação de sistemas de classificação, essa técnica divide os dados em 3 conjuntos: treinamento, validação e teste. A idéia nesse caso é verificar o erro na classificação não somente sobre os dados apresentados durante o aprendizado (conjunto de treinamento e validação), e sim verificar o erro no conjunto de teste, não conhecidos pela rede durante o treinamento, para verificar a capacidade de generalização e de predição para exemplos novos.

⁴ 15-10-8-2: arquitetura com 15 neurônios na primeira camada (*entrada*), 10 neurônios na segunda camada (*intermediária*), 8 neurônios na terceira camada (*intermediária*) e 2 neurônios da quarta camada (*saída*); 15-8-4-2: 15 neurônios na primeira camada (*entrada*), 8 neurônios na segunda camada (*intermediária*), 4 neurônios na terceira camada (*intermediária*) e 2 neurônios na quarta camada (*saída*); 15-8-2: 15 neurônios

O treinamento foi realizado através do simulador utilizando o algoritmo *backpropagation* durante 1000 ciclos e taxa de aprendizado de 0,0025, com os pesos inicializados aleatoriamente no intervalo entre [-1.0, 1.0]. Os dados da rede (unidades e respectivos pesos) foram gravados em arquivos nos ciclos em que eram apresentadas as menores taxas de erro no conjunto de validação. Para realizar o treinamento, foi utilizado um computador AMD K6 II 400 MHz com 64 MB de memória principal, gerenciado pelo sistema operacional Linux, distribuição *Slackware* versão 7.0. Na Figura 5, são apresentados os erros obtidos durante o treinamento das redes.

Arquitetura	Rede 15-8-4-2	Rede 15-10-8-2	Rede 15-8-2
Erro de Treinamento	0,0364	0,0411	0,0359
Erro de Validação	0,1268	0,1170	0,1266

Figura 5. Erros obtidos na fase de treinamento.

Para testar o desempenho de classificação das arquiteturas selecionadas foi utilizada a ferramenta *Analyzer*, disponível no simulador SNNS. Por meio dessa ferramenta foram apresentados às redes os padrões selecionados no conjunto de teste e, observados então, os erros de classificação. A Figura 6 ilustra os resultados obtidos. A arquitetura 15-8-2 classificou corretamente 37 adimplentes e 86 inadimplentes, gerando uma taxa de erro aproximadamente igual a 13,38%. O erro observado para a arquitetura 15-10-8-2 foi igual a 14,78%. O menor erro de classificação foi observado para a arquitetura 15-8-4-2, e é igual a 12,67%, que conseguiu classificar 37 adimplentes e 84 inadimplentes corretamente.

Arquitetura	Classes		Erros	
	Adimplentes	Inadimplentes	Erro da classe	Erro de classificação Total
Rede 15-8-2 <i>Matriz de Confusão</i>	37	6	0,1395	0,1338
	13	86	0,1313	
Rede 15-8-4-2 <i>Matriz de Confusão</i>	35	8	0,1860	0,1267
	10	89	0,1010	
Rede 15-10-8-2 <i>Matriz de Confusão</i>	37	6	0,1395	0,1478
	15	84	0,1515	

Figura 6 . Erros observados na classificação dos dados, utilizando o conjunto de teste. Para esse caso, foram apresentados dados inéditos às redes.

4.4 Implementação de uma aplicação para avaliação de crédito

Com o objetivo de verificar possibilidade de aplicação dos resultados obtidos a partir da simulação, foi desenvolvido um protótipo de aplicação que utiliza as arquiteturas selecionadas para efetuar a classificação de clientes para avaliação da aprovação de crédito. Para isso, utilizou-se a ferramenta *snns2c*, disponível com a distribuição do SNNS, que permite a geração de código fonte C a partir da especificação da rede neural. A Figura 6 apresenta a tela dessa aplicação, que incorpora o código gerado pelo SNNS com uma interface gráfica desenvolvida em C++.

na primeira camada (*entrada*), 8 neurônios na segunda camada (*intermediária*) e 2 neurônios na terceira camada (*saída*).

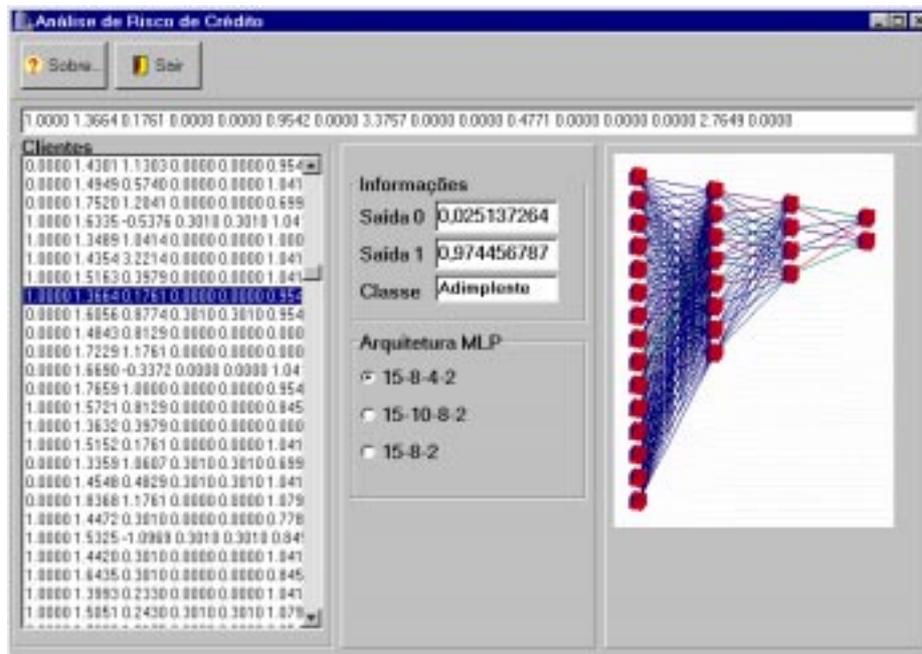


Figura 7. Tela da aplicação desenvolvida para Análise de Risco de Crédito

5. CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou uma proposta de utilização de redes neurais para a utilização na análise de risco de crédito. Nesse contexto, foi escolhido um conjunto de dados-exemplo que foi preparado para a classificação por meio de redes neurais. Para executar essa classificação, foram avaliadas três arquiteturas de redes neurais MLP, visando obter uma arquitetura com melhor desempenho na classificação. Todo o projeto das redes neurais foi desenvolvido com auxílio do simulador SNNS 4.1, sendo gerado um protótipo de uma aplicação para a análise de risco de crédito.

Observou-se que é de grande importância o pré-processamento dos dados de entrada. O conjunto considerado possui dados bastante heterogêneos, característica que dificultou em muito a fase inicial do projeto. Todavia, a distribuição uniforme dos dados com relação ao atributo classe beneficiou o aprendizado e a capacidade de generalização e de predição das redes neurais avaliadas.

Dentre as arquiteturas analisadas, a arquitetura 15-8-4-2 apresentou um melhor desempenho global na classificação dos clientes. Essa arquitetura apresentou uma menor taxa de erro em relação às demais arquiteturas consideradas. Apesar disso, como as arquiteturas foram selecionadas empiricamente, outras configurações podem apresentar desempenho similar.

O ambiente SNNS implementado para o sistema Linux apresentou um comportamento estável e possibilitou que várias arquiteturas de rede fossem testadas e avaliadas em um curto espaço de tempo. Através das ferramentas de treinamento, de validação e de teste desse simulador, vários parâmetros podem ser escolhidos, facilitando o descobrimento de uma arquitetura com bom desempenho para um problema específico.

Os resultados obtidos neste trabalho reforçam a afirmação de que as redes neurais *Multi Layer Perceptron*, utilizando o algoritmo supervisionado *backpropagation*, podem potencialmente classificar com precisão dados para aplicações relacionadas com análise de risco de crédito, assim como generalizar de forma satisfatória o conhecimento adquirido para casos ainda não vistos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALMEIDA, F.; DUMONTIER, P. O Uso de Redes Neurais em Avaliação de Riscos de Inadimplência. *Revista de Administração*, 31(1):52-63,1996.
2. WIDROW, B.; RUMELHART, D. E.; LEHR, M. A. Neural Networks: Applications in Industry Business in Science, *Communications of ACM*, 37(3):93-105,1994
3. RUMELHART, D. E.; HINTON, G.E.; WILLIAMS, R. J.. Learning Internal Representation by Error Propagation. *ParallelDistributed Processing*, 318-362, 1986
4. UCI Machine Learn Repository. <http://www.ics.uci.edu/~mlern/MLrepository.html>
5. SNNS Home Page. <http://www.informatik.uno-stuttgart.de/ipvr/bv/projektke/snns/snns.html>
6. BRAGA, A. De P.; LUDERMIR, T. B.; CARVALHO, A. C. P. De L. *Redes Neurais Artificiais: Teoria e Aplicações*. Editora LTC, Rio de Janeiro, 2000.
7. RUSSEL, S. J.; NORVIG, P. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, Prentice Hall, 1995.

A SOCIEDADE TECNOLÓGICA GLOBALIZADA E A RECONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO

Jhansy Silveira Colares¹

RESUMO:

A compreensão do mundo científico, seu modelo conceitual e a evolução das tecnologias produzem novas relações culturais, tendo como paradigma a globalização. Esta postura se fundamenta na consciência do compromisso de informar e formar através de um corpo de conhecimentos sólidos, com a colaboração de todos os envolvidos e comprometidos com a sociedade a fim de, juntos, construir novas respostas aos problemas desta geração. A multiplicidade dos desafios que se apresentam nestes tempos de explosões da tecnologia determinam aos responsáveis pela multiplicação de idéias e conceitos, decisão e competência. Estes precisam ser enfrentados por toda a humanidade. A ciência e a tecnologia devem estar a serviço do homem, trabalhar as questões do conhecimento, superando o senso comum para compreender o cientificismo dominando seus princípios proporcionando o alcance da meta essencial do processo educativo.

Palavras –chave: globalização, ciência, tecnologia.

ABSTRACT

The understanding of the scientific world, its conceptual model and the evolution of the technologies produce new cultural relationships, having the globalization as paradigm. This posture is based upon the conscience of the commitment to inform and form through solid knowledge with the collaboration of everyone involved and committed with society, in order to, together, build new answers to the problems of this generation. The multiplicity of challenges that come on times of fast development of technology should be used to serve mankind, to deal with the subjects of knowledge, overcoming the common sense to understand the scientificism dominating its basis making possible to reach the essential goal of the educational process..

Key words: globalization, science, technologies.

1. INTRODUÇÃO

A análise perspicaz sobre mudanças e desafios da sociedade contemporânea, sua natureza, suas transformações, condicionamentos e por decorrência suas conseqüências, poderá basear uma nova compreensão do mundo globalizado. Este, portanto, será o foco desta análise.

A sociedade contemporânea evolui em grandes passos. Cada vez o processo da globalização busca padronizar ações, atividades e comportamentos. Entende-se que novos ingredientes deverão ser incluídos para o entendimento dessa nova ordem.

A idéia básica do trabalho é abordar as mudanças que estão acontecendo no mundo e, especificamente, no Brasil, em suas várias dimensões.

Mas, para fazer esta crítica adequadamente dever-se-á focalizar no desenvolvimento do estudo, a visão que o mundo mudou.

E o grande desafio será demonstrar, através de uma metodologia adequada, um conjunto de análises, que as transformações culturais, científicas e tecnológicas que decorrem dos processos globalizados e regionalizados podem estar fundamentadas na evolução do

¹ Msc. Professora de Metodologia da Pesquisa Científica, Centro de Ciências da Economia e Informática – CCEI e Centro de Ciências da Educação Comunicação e Artes - CCECA, Universidade da Região da Campanha – URCAMP – Bagé R/S.
E-mail: jcolares@altnet.com.br

conhecimento do homem, tanto como protagonista como expectador de um mundo em que tudo muda de forma crescente e radical.

2. JUSTIFICATIVA E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A compreensão atual da ciência como processo evolutivo crítico possibilita a visão de novos parâmetros para a identificação da sociedade atual.

A evolução dos conhecimentos e a velocidade das mudanças produzem no mundo atual novas relações, transformações culturais, científicas e tecnológicas.

“Nesse cenário de grandes transformações as chamadas novas tecnologias da informação e comunicação, mais do que qualquer outro fator, têm provocado uma verdadeira metamorfose na nossa maneira de trabalhar e viver” (BOAVENTURA, 1999, p.4; PARISSÉ, 1999, p.84).

Observa-se, portanto, que o tema em questão e o aprofundamento deste, tem como justificativa a compreensão das múltiplas dimensões do mundo atual e do futuro, que se pode vislumbrar para as sociedades em um todo e, mais especificamente, para a sociedade brasileira.

A reconstrução dos modelos de relações e a análise das transformações que ocorrem no nosso cotidiano é afirmada por COTRIM (1993, p. 53), quando cita que:

“A sociedade é um espaço cultural e político: um espaço de muitas idéias, conflitos, interesses, revelações e lutas que geram processos de mudanças organizadas, conscientes e políticas dentro da mesma”.

Hoje, a competição é absolutamente global em todos os níveis. Nenhum setor da sociedade está fora desse processo. Esse fenômeno da globalização redimensiona as relações do poder que de acordo com as palavras de FOULCAULT (1980 p.198):

“O poder é empregado e executado através de uma organização em forma de rede. E os indivíduos não apenas circulam entre suas tramas: eles também estão sempre na posição de simultaneamente sofrer/exercer seu poder”.

Seguindo o raciocínio do autor citado, ele continua afirmando que:

“Essa relação obriga o indivíduo que deseja se manter competente (e competitivo) a acompanhar o conhecimento e a tecnologia como exigências de uma nova sociedade”.

Diz-se que redimensionar conceitos é fator fundamental e questão de sobrevivência dos indivíduos. No mundo inteiro, vem crescendo a consciência dessa necessidade e o processo pelo qual o homem se atualiza pode se tornar o diferencial no exercício do poder. Entender esses processos poderá desencadear novos conceitos de socialização, isto é, novas regras pelas quais o mundo funcionará.

A identificação e a análise das transformações ocorridas, de um modo geral na América Latina e no Brasil, aprofundando este estudo e fundamentando-o em dados reais é a meta e objetivo desta pesquisa. Em conformidade com KÖCHE (1997, p.16):

“O processo decisório das ações humanas está sendo gradativa e aceleradamente impregnado, embebido, desse espírito científico crítico-criativo, que domina a ciência contemporânea”.

E, continua o mesmo autor:

“A investigação científica requer atividade imaginária para repensar o já pensado, uso da intuição e revisão teórica e crítica do já produzido”.

Esta investigação e o tema proposto nesta abordagem ressaltam o seu significado, a sua atualidade, alicerçado em um planejamento e referencial teórico-metodológico.

Valida-se a preocupação em analisar sistematicamente o que se pode chamar o “desafio do terceiro milênio”. Este conjunto de análises consubstanciado em dados devidamente aferidos e em metodologia pertinente, poderão proporcionar uma reflexão do momento que vivemos, neste mundo globalizado. Deve-se ter em mente e considerar-se que as reações sociais e culturais à introdução de tecnologias completamente novas têm que ser limitadas pelas características, e ritmos biológicos e psicológicos do ser humano. Hoje, vive-se a desconfortável situação de nos encontrarmos, surpreendentemente, bem no meio deste complexo e inesperado processo e, apesar do fato de sua magnitude e suas formidáveis potencialidades serem claramente aparentes, estamos talvez excessivamente envolvidos para ver com clareza e, muito menos, prever o que se seguirá com qualquer tipo de segurança.

Entende-se que essa meta ao longo do tempo de reestruturação para uma nova sociedade emerge da ação humana e, segundo MORAES (1999, p. 119):

“Organizar esta nova sociedade passa a ser tarefa eminentemente política. Sem dúvida essa ação tem o mesmo conteúdo inovador da revolução científica tecnológica. A apropriação social dessa revolução será a fulcro do embate político das próximas décadas. Impõe-se, portanto, a retomada do pensamento dialético, para colocá-lo na vanguarda desse processo transformador”.

E, ainda, sobre esse processo pronuncia-se o Movimento Humanismo e Democracia, (1994, p.24-5):

“Será preciso rever conceitos e ou formular novos, capazes de embasar uma teoria política apropriada aos novos tempos... “para essa tarefa são chamados todos aqueles cuja inteligência tem contribuição a dar e que sabem que a humanidade ainda tem uma longa história a construir assim como os brasileiros têm uma nação a desenvolver”.

Para encontrarmos respostas às nossas inquietações, procura-se no aprofundamento de nossos conhecimentos, dar ênfase crescente ao cientificismo através de métodos cuidadosos. A partir de nossos conhecimentos e nossa prática de seres sociais e educadores que somos identificou-se o problema, levantaram-se hipóteses e recorreu-se à pesquisa para poder ir além dos nossos conceitos.

3. PROBLEMA

As principais transformações culturais, científicas e tecnológicas ocorridas na sociedade contemporânea decorrentes do processo de globalização, afetam a vida cotidiana das sociedades latino-americana e brasileira. Para isso, propõem-se as seguintes indagações: quais os impactos das novas tecnologias nas relações culturais, econômicas e sociais dessas sociedades. E mais, como podem os indivíduos, componentes dessas sociedades adequarem-se a essa nova ordem utilizando o conhecimento em padrões globais?

4. OBJETIVOS:

- Analisar a influência das novas tecnologias globalizadas nas sociedades contemporâneas;
- Verificar o impacto das transformações nas sociedades latino americanas e mais especificamente brasileira, nas áreas: cultural, econômica e social;
- Estabelecer a relação entre a utilização dos conhecimentos globais, seus padrões e a adequação destes, a realidade das sociedades latino-americana e brasileira.
- Propor alternativas para que os novos padrões gerados pelas transformações decorrentes dos processos de globalização e regionalização, possibilitem o desenvolvimento das capacidades dos homens em todas as suas potencialidades.

5. METODOLOGIA

Pretende-se investigar em que medida as transformações decorrentes do processo de globalização e os padrões universais influem na vida diária dos indivíduos das sociedades da América Latina e do Brasil e como a utilização de maior ou menor grau de conhecimentos poderá auxiliar na realização destes, com a utilização dos padrões universais e das novas tecnologias.

Para isso, entende-se que a pesquisa qualitativa ou naturalista, que segundo BOGDAN e BIKLEN (1982) envolve a obtenção de dados descritivos, obtida no contato direto do pesquisador com a situação estudada, proporcione respostas adequadas ao problema deste estudo.

Os mesmos autores, sobre o conceito de pesquisa qualitativa apresentam cinco características básicas que se configurariam adequadas a esta pesquisa:

- a pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como sua fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento;
- a preocupação com o processo é muito maior do que com o produto;
- os dados coletados são predominantemente descritivos;
- o “significado” que as pessoas dão às coisas e a sua vida são focos de atenção especial do pesquisador;
- a análise dos dados tende a seguir o processo indutivo.

Propõe-se a forma de pesquisa qualitativa/estudo de caso, devido ao seu potencial para estudar as questões ligadas às sociedades. Optou-se por esta forma visto que não há a preocupação em buscar evidências que comprovem hipóteses formuladas mas sim, coletar e registrar dados de um caso particular ou de vários casos a fim de organizar um relatório ordenado e crítico de uma experiência ou avaliá-la analiticamente, objetivando tomar decisões a seu respeito ou propor uma ação transformadora.

Serão utilizados para a coleta de dados: a observação, a entrevista e a análise documental.

A observação será realizada de forma controlada e sistemática, através de um planejamento e programação rigorosos do observador, sendo que o planejamento determinará com antecedência “o quê” e “como” observar. Isso irá possibilitar um contato pessoal e estreito entre o pesquisador e o fenômeno pesquisado. Quanto à forma de inserção será como observador-participante e ainda não definido o tempo de observação. Os conteúdos das observações conterão partes descritas e reflexivas. Para os registros das observações será utilizada a forma mais adequada.

A entrevista como instrumento de coleta de dados apresenta-se adequada pelo seu caráter de interação pesquisador/pesquisado. Será do tipo semi-estruturada, com uso de roteiro e o registro dos dados será de forma direta.

A análise documental será usada como método de complementação das informações obtidas.

A análise dos dados coletados, após a organização do material e divisão em partes, relacionando-os aparecerá em vários estágios da investigação tornando-se mais sistemática e formal.

Como estratégias para a análise, procurar-se-á delimitar o foco do estudo, formulações de questões analíticas, aprofundamento da revisão de literatura, uso extensivo de comentários. Da análise, parte-se para a teorização considerando um fato ou fenômeno já conhecido. Critérios como: tempo, forma e variedade serão parâmetros para validar as informações. O

relato deste fenômeno será de forma completa, numa variedade de situações, em momentos variados e com fontes variadas de informações.

6. CONCLUSÃO

A necessidade de maior conhecimento das transformações dos fenômenos sociais, políticos e econômicos, em todas as suas dimensões, impulsionou esta pesquisa. É preciso repensar as novas relações sociais, como elemento integrador dos indivíduos em sociedade. A pesquisa como instrumento pode dar uma contribuição para estabelecer o entendimento que privilegia o conhecimento em suas novas dimensões. A estes trabalhos devem ser aplicadas diretrizes metodológicas, técnicas e lógicas.

O desenvolvimento do pensamento crítico através de procedimentos estruturados e fundamentados estabelece uma ordem redimensionada de conceitos onde o padrão científico apóia-se nas atuais tecnologias decorrentes dos processos de globalização.

Volta-se a afirmar que a aquisição e o aprofundamento dos conhecimentos deverão embasar ações que, de certa forma, possam escrevê-los ou reescrevê-los, ou seja, transformá-los através de uma participação consciente do cidadão em suas práticas.

Por outro lado, é preciso ver ainda, que o conhecimento só se legitima como mediação para o homem bem conduzir sua existência. A globalização provocou a “revolução pelo conhecimento”. Começa a surgir o impacto do uso de ferramentas inovadoras. As sociedades encontram-se na aurora de uma nova renascença – “o conhecimento compartilhado”. Este está sendo desencadeado através da revolução científica, que atingirá centenas de milhões de pessoas, espalhadas em todos os continentes. Enfim, a globalização do conhecimento.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ENSAIO. Educação e globalização, uma perspectiva planetária. p.84
- COTRIM, G. Educação para uma escola democrática. São Paulo: Saraiva, 1993.
- FAUCAULT, M. Vigiar e punir. Petrópolis: Vozes, 1987.
- KÖCHE, J. C. Fundamentos da metodologia científica, teoria da ciência e prática da pesquisa. Petrópolis: Vozes, 1997.
- MORAES, G. Navegar é preciso. Revista da associação profissional dos docentes da UFMG. Seção Sindical da Andes. SN, novembro 18, dezembro de 1999.
- MOVIMENTO humanismo e democracia. In: Instituto de pesquisa e projetos sociais e tecnológicos: A revolução tecnológica e os novos paradigmas da sociedade. Belo Horizonte/São Paulo: Oficina de Livros, 1984. p.24-57
- POIÉSIS. Universidade de Santa Catarina, v.1, nº 1, Jan/Jun, 1999). Tubarão: Editora UNISUL, 1999. Semestral.
- REVISTA ciências da educação. Centro Universitário Salesiano. São Paulo: Siciliano, 1999.
- IMPACTOS das novas tecnologias de informação. <http://www.bis.com.br/~techoje/te9505-2.htm>
- TECHOJE: uma revista de opinião. <http://bis.com.br/~techoje/if9504-1.html>

FERRAMENTA DE APOIO AO TESTE DE APLICAÇÕES JAVA BASEADA EM REFLEXÃO COMPUTACIONAL

*Fábio Fagundes Silveira*¹

*Dra. Ana Maria de Alencar Price*²

RESUMO

A atividade de teste constitui uma fase de grande importância no processo de desenvolvimento de software, tendo como objetivo garantir um alto grau de confiabilidade nos produtos desenvolvidos. Com o advento do paradigma da orientação a objetos, novos problemas foram introduzidos na atividade de teste de programas, tornando-a mais complexa do que para sistemas tradicionais. Com o objetivo de auxiliar o processo de teste de programas orientados a objetos, este trabalho aborda o desenvolvimento de uma ferramenta para programas escritos em Java, orientada ao teste de estados com apoio da tecnologia de reflexão computacional. Através do emprego de asserções, especificadas pelo usuário, é possível verificar a integridade dos estados dos objetos durante a execução do programa em teste.

ABSTRACT

Software testing is a very important step in the software development cycle, whose goal is the obtainment of systems with a high degree of reliability. With the advent of the object oriented paradigm, new problems have been introduced in the software testing activity, by making it more complex than the traditional procedural validation. This paper focuses on the development of a tool to support the testing process of object oriented programs. KTest is oriented to state-based testing of Java-written programs, supported by the mechanism of computational reflection. By evaluating user specified assertions, KTest verifies the state integrity of the objects during the execution of the program being tested.

1. INTRODUÇÃO

O processo de teste de *software* abrange uma série de atividades realizadas com o objetivo de garantir a maior qualidade possível no desenvolvimento deste tipo de produto. Uma das razões pelo qual o processo de teste tem ganhado significativa importância, é o fato deste consumir até 40% do esforço despendido no desenvolvimento de *software* [PRE95].

O objetivo do paradigma da orientação a objetos (OO) é o de aumentar a produtividade e qualidade das aplicações e, sobretudo, reduzir a ocorrência de determinados tipos de erros. Entretanto, apesar destas vantagens, este paradigma apresenta algumas características que, ao mesmo tempo em que constituem aspectos positivos ao processo de desenvolvimento de software, caracterizam-se como fatores que tornam a atividade de teste e manutenção mais complexas que no paradigma procedimental. Entre essas características, citam-se a herança, o encapsulamento e o polimorfismo.

Com a finalidade de auxiliar a atividade de teste, utilizando especificamente a proposta de teste baseado em estados, modelou-se uma ferramenta que utiliza a tecnologia da reflexão computacional para teste de programas orientados a objetos escritos na linguagem Java. Esta ferramenta, por sua vez, permite que se analise uma aplicação de forma dinâmica, sem a necessidade de instrumentar o código-fonte do programa em teste. Através da reflexão, é

¹ Bel. em Informática (URCAMP), professor do CCEI (Curso de Informática), mestrando em Ciência da Computação (UFRGS). E-mail: ffs@inf.ufrgs.br / ffs@urcamp.tche.br

² Dra. em Informática, professora do Instituto de Informática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). E-mail: anaprice@inf.ufrgs.br

possível monitorar classes e objetos específicos, realizando uma intervenção na computação da aplicação escolhida para esse fim.

Trabalhos correlatos ao desenvolvido são apresentados por Campo [CAM97], Pinto [PIN98] e Palavro [PAL00], implementados na linguagem Smalltalk. A ferramenta *ATeste* [PIN98] utiliza abordagem reflexiva para a realização de teste de estados, utilizando uma estratégia de teste denominada teste dinâmico de caminho em aplicações desenvolvidas na linguagem Smalltalk. *FATOO* [PAL00] estende *ATeste*, aceitando pré, pós-condições de métodos e invariantes de classes, gerando diagramas de eventos associados à execução da aplicação e informações relevantes para a aplicação de teste de regressão. Ambas utilizam o *framework LuthierMOPs* [CAM97], responsável pelo suporte à reflexão computacional, o qual permite monitorar a execução de frameworks OO.

2. TESTE DE SOFTWARE OO

O paradigma da Orientação a Objetos (OO) surgiu trazendo consigo um novo enfoque, comparado aos métodos tradicionais de desenvolvimento de *software*. Entre as vantagens desta abordagem, pode-se citar sua adoção de formas mais próximas aos mecanismos humanos com relação ao gerenciamento de complexidades inerentes ao desenvolvimento de produtos de *software*, buscando com isso um aumento de qualidade e maior produtividade, devido a uma de suas principais contribuições: a reutilização de código. Essa contribuição, entretanto, enfatiza que, assegurar que as classes desenvolvidas estejam corretas é essencial, pois erros podem propagar-se durante a reutilização de classes por suas subclasses.

Apesar da abordagem OO apresentar várias vantagens em relação ao paradigma procedimental, a atividade de teste constitui um dos principais problemas no desenvolvimento de aplicações OO. Existe a carência de técnicas bem estabelecidas para o teste de aplicações desenvolvidas sobre este paradigma, constituindo-se numa área nova de pesquisa e aplicação.

Do mesmo modo em que algumas das características encontradas em linguagens orientadas a objetos reduzem a probabilidade de determinados erros, outras favorecem o aparecimento de novas categorias dos mesmos [BIN95]. Entre as características favorecedoras, cita-se o encapsulamento, o polimorfismo e a ligação dinâmica.

Algumas facilidades do teste de *software* OO em relação ao procedimental são apresentadas por McGregor [MCG96]: i) métodos e *interfaces* de classes são explicitamente definidos; ii) número menor de casos de testes para cobertura são resultantes, devido ao número reduzido de parâmetros e iii) reutilização de casos de teste devido à presença da característica de herança. Porém, algumas desvantagens também devem ser consideradas [MCG96]: i) a avaliação da correteza da classe é dificultada pela presença do encapsulamento de informações; ii) o gerenciamento do teste é dificultado pelos múltiplos pontos de entrada (métodos) de uma classe e iii) as interações entre os objetos são expandidas pelo polimorfismo e pela ligação dinâmica.

O teste de *software* OO baseado em estados avalia as mudanças de estados sofridos pelos objetos de determinada(s) classe(s). Este teste é baseado no modelo dinâmico da classe [RUM94] (diagrama/máquina de estados), a qual é formada por estados, pré e pós-condições associadas e transições, que são definidas como execução dos métodos, sendo este o teste utilizado pela ferramenta desenvolvida.

3. REFLEXÃO COMPUTACIONAL

Patti Maes [MAE87] definiu o conceito de reflexão computacional como sendo a atividade executada por um sistema computacional quando faz computações sobre (e possivelmente afetando) suas próprias computações. Desta maneira, reflexão pode ser

entendida como uma forma de introspecção, pois o sistema pode tentar tirar conclusões sobre suas próprias computações, podendo estas serem posteriormente afetadas.

Conforme descrito por Rubira [RUB98], o objetivo da reflexão não se refere ao auxílio de atividades referentes ao domínio externo das aplicações, e sim na contribuição para sua organização interna bem como *interface* com o mundo externo. Disso resulta que o uso de reflexão é útil em atividades administrativas da aplicação, tais como estatísticas de desempenho, otimização, distribuição, tolerância a falhas e, evidentemente no processo de teste e depuração de *software*.

A arquitetura reflexiva é composta por dois níveis, um denominado meta-nível e outro denominado nível base [LIS98]. No meta-nível estão as estruturas de dados bem como ações a serem executadas sobre o sistema objeto presente no nível base. As computações realizadas no meta-nível são feitas sobre dados que representam informações para o programa de nível base, o qual realiza computações sobre seus dados, atendendo dessa forma aos requisitos da aplicação (domínio externo).

A computação reflexiva, no modelo de objetos, pode ser realizada sobre classes ou objetos. Quando a reflexão é realizada sobre classes (denominado modelo de meta-classes), o meta-nível é composto por meta-classes, contendo estas informações estruturais sobre os componentes do nível base. Segundo Lisboa [LIS98], este modelo apresenta menor flexibilidade, pois o mesmo meta-objeto é compartilhado por todos os objetos de uma classe. No segundo caso, (denominado modelo de meta-objetos), o meta-nível é composto por meta-objetos, contendo estas informações (descrições) relacionadas ao comportamento dos componentes do nível base. Neste modelo a flexibilidade é maior, pois o meta-objeto possuirá as informações de um objeto específico.

No modelo de reflexão de meta-classes, ocorre a reflexão estrutural, a qual permite que se obtenham informações (permitindo também alterações) sobre a estrutura de determinadas classes. Entre as informações e alterações suportadas pela reflexão estrutural estão: obter subclasses, superclasses, atributos e métodos de uma classe, *interfaces* de uma classe, alterar o comportamento de classes, além de criar novas classes e redefinir classes existentes, bem como eliminá-las. Já o modelo de reflexão de meta-objetos utiliza a Reflexão Comportamental, permitindo que um meta-objeto interfira no comportamento de um objeto. Segundo Lisboa [LIS98], a reflexão comportamental de um objeto consiste na atividade realizada pelo seu meta-objeto, visando obter informações e realizar transformações sobre o comportamento do objeto. Através da busca e coleta destas informações sobre o processo de execução, pode-se obter: estatísticas de desempenho, informações para fins de depuração e monitoração, entre outras.

4. USO DA REFLEXÃO COMPUTACIONAL NO TESTE DE SOFTWARE

A utilização da reflexão computacional no processo de teste possibilita analisar a aplicação de forma dinâmica, não sendo necessária a instrumentação do código-fonte da mesma. Através da reflexão, é possível monitorar classes e objetos específicos, realizando uma intervenção na computação da aplicação em teste, constituindo uma técnica bastante flexível.

Este monitoramento é feito através da interceptação na computação da aplicação, com o intuito de examinar objetos selecionados, os quais podem ser indicados pelo usuário através do uso de uma ferramenta de teste, em tempo de execução.

Implementações de técnicas de teste de software OO têm sido desenvolvidas com apoio de reflexão, tendo como base a utilização de invariantes associadas a classes, bem como pré e pós condições associadas aos métodos. Através da utilização de protocolos de reflexão que suportem o modelo de reflexão comportamental, ou seja, que permitam que se realize interceptação de mensagens, estas técnicas poderiam ser utilizadas, verificando-se a

integridade dos objetos, consultando os valores dos atributos dos objetos, analisando se os estados dos mesmos são válidos, de acordo com pré e pós condições especificadas pelo usuário em tempo de execução.

5. PROTOCOLO REFLEXIVO GUARANÁ

O Guaraná consiste numa arquitetura reflexiva, no qual seu protocolo de meta-objetos permite a reutilização do código do meta-nível através da composição de meta-objetos [OLI98]. Este protocolo possibilita a composição dinâmica de meta-objetos, a qual permite uma maneira mais simples de composição destes objetos, tornando possível sua reconfiguração dinâmica.

O protocolo Guaraná foi implementado através da modificação da *Kaffe OpenVM*, uma implementação de domínio público da especificação da JVM padrão [OLI98]. Segundo Oliva [OLI98], a maior parte do protocolo é codificado em Java, mas sua máquina virtual sofreu modificações localizadas, com o objetivo de prover operações de interceptação, materialização e criação de operações. Entretanto, a linguagem de programação Java não foi modificada: qualquer programa em Java, compilado por qualquer compilador Java, poderá ser executado nesta implementação, sendo ainda possível, estender suas capacidades através do uso de reflexão. As alterações no interpretador permitem: a) interceptação de operações, como invocação de métodos; b) leitura e escrita em variáveis, bem como em elementos de *arrays*; c) criação de objetos e *arrays* e d) entrada/saída de monitores.

Em Java 2, a API de reflexão permite a um objeto realizar somente as operações concedidas a ele, sendo estas diretamente no código fonte, isto é, o controle de acesso é baseado em permissões da classe. O protocolo Guaraná incrementa esta característica [OLI98b], introduzindo mecanismos de interceptação que não estão presentes em Java, além de mecanismo de segurança por objeto (contrário ao de classes), resultando que meta-objetos podem obter privilégio de acesso para objetos que eles controlam.

O *kernel* do protocolo Guaraná constitui a base de sua arquitetura, tendo como funções básicas a realização das seguintes tarefas [OLI98]: (i) operações de interceptações e reificações; (ii) ligação dinâmica e invocação para objetos do meta-nível e (iii) manutenção da meta-informação estrutural.

5.1. Meta-Objetos do Protocolo

De acordo com Oliva [OLI98], cada objeto pode estar diretamente associado com zero ou um meta-objeto, chamado de meta-objeto primário. Seu papel é observar todas as operações endereçadas ao seu objeto associado (aqui denominado para-objeto), bem como seus resultados. Tais funções são garantidas pelos mecanismos de interceptação e reificação implementados no *kernel* do protocolo. É possível, também, que a classe esteja associada a um meta-objeto primário, no qual observará todas as operações referentes à classe associada e não com suas instâncias, resultando disto que, os meta-objetos das classes e suas instâncias são independentes. Desta maneira, não serão interceptadas operações atribuídas a instâncias que não estejam ligadas a este meta-objeto [OLI98b].

Três possíveis possibilidades são retornadas pelo meta-objeto primário ao *kernel*, após suas operações de inspeção e reflexão sobre seus conteúdos [OLI98b]:

- a) um resultado: considerado pelo *kernel* como se fosse produzido pela execução da operação atual;
- b) uma operação de substituição: o *kernel* irá repassar ao para-objeto, desconsiderando o original;
- c) nenhuma das anteriores: o *kernel* devolverá a operação original para o objeto da aplicação.

Nas alternativas “a” e “b”, onde o meta-objeto não fornece resultado, este poderá sinalizar ao *kernel* que pretende inspecionar ou alterar o resultado da operação. Diante desta situação, após a realização da operação, o *kernel* reificará o resultado e apresentará ao meta-objeto primário, sendo possível neste ponto, para este, realizar qualquer operação apropriada. Cabe ressaltar que o *kernel* somente aceitará este resultado modificado se o meta-objeto tiver indicado que ele poderia modificá-lo.

Assim que uma aplicação é inicializada, todos os objetos possuem uma meta-configuração vazia, isto é, nenhum objeto está passível de reflexão. A aplicação é que pode criar objetos e meta-objetos e então associá-los [OLI98]. O protocolo Guaraná foi desenvolvido através de um pacote denominado *BR.unicamp.guarana*. Uma completa referência sobre a hierarquia das classes pode ser encontrada em [OLI98] [SEN01].

6. A FERRAMENTA KTEST

A ferramenta KTest objetiva fornecer apoio ao teste de aplicações escritas na linguagem Java, dando suporte ao teste baseado em estados. Utiliza para tanto, a tecnologia da Reflexão Computacional para fazer a análise dos estados dos objetos de forma dinâmica, ou seja, durante a execução da aplicação em teste.

Através da especificação de asserções, feitas pelo usuário (testador) da ferramenta, na forma de invariantes de classe, pré e pós-condições, Ktest possibilita verificar os estados dos objetos da aplicação em teste.

KTest, que encontra-se em fase de conclusão, está sendo desenvolvida na linguagem Java, utilizando-se o Protocolo Reflexivo Guaraná versão 1.6 [OLI98]. Esta versão do protocolo está implementada na JVM *Kaffe OpenVM* 1.0.5, sendo um híbrido entre o versão 1.1 e 1.2 do JDK.

A escolha desse protocolo deu-se por ele apresentar características benéficas ao teste e depuração de programas em tempo de execução. É possível realizar testes de “caixa-preta” e, até certo ponto, teste de “caixa-branca”, visto que este protocolo, com modelo de reflexão por meta-objetos, permite que seja aberta a implementação dos objetos, sendo possível a realização de injeção de falhas para posterior análise. Outra vantagem do protocolo Guaraná é a capacidade de poder projetar diversos meta-objetos de testes distintos, combinando-os de forma a compô-los numa única aplicação, fazendo estes operarem sobre um mesmo objeto ou um mesmo grupo de objetos. Desta forma, vários tipos de teste podem ser aplicados sobre um ou mais objetos selecionados. Como neste protocolo a introdução de novos meta-objetos é totalmente realizada no meta-nível, decorre que a aplicação a ser testada não necessita ser modificada, garantindo com isto que o teste verificará o comportamento real do programa. A desvantagem deste protocolo, é que, como é implementado sobre a modificação de uma máquina virtual, essa torna-se necessária para a execução de qualquer aplicação (ferramenta de teste) que utilize seus recursos, contradizendo em parte, com a filosofia da linguagem Java.

6.1. Características da Ferramenta

Utilizando um meta-nível para monitorar objetos de classes selecionadas pelo testador, a ferramenta KTest intercepta toda a interação realizada entre para-objetos. Através da utilização de reflexão comportamental sobre as classes escolhidas para teste, mensagens enviadas a objetos instanciadas dessas classes são interceptadas pelo gerenciador do protocolo, o qual verifica qual meta-objeto está associado ao para-objeto receptor da mensagem, entregando-lhe o controle da aplicação. Este meta-objeto realiza então as computações necessárias à verificação das asserções.

A ferramenta KTest possui as seguintes características e/ou funcionalidades:

- Executa o teste baseado em estados. Dessa maneira, podem ser avaliadas as várias mudanças de estados pelas quais passam os objetos de determinada classe, baseando-se no modelo dinâmico da classe (diagrama/máquina de estados);
- Verifica invariantes de classe, pré e pós-condições de métodos. Assim, torna-se possível a verificação da integridade dos estados de um objeto durante a execução do programa. Com a interceptação de mensagens entre objetos, possível com a reflexão destes, tal verificação pode ser realizada através de consultas aos valores dos atributos dos objetos;
- Armazena a seqüência de métodos chamados pelos para-objetos, tornando possível ao testador visualizar o histórico de interações no nível-base;
- Possui uma *interface* gráfica para interação com usuário, o que lhe possibilita escolher as classes, métodos, especificar asserções e visualizar resultados sobre a aplicação em teste.

Todas essas funções descritas são realizadas sem a necessidade de instrumentação do código-fonte da aplicação em teste, constituindo esta, uma das mais importantes características da ferramenta KTest. Com a utilização da Reflexão Computacional é possível monitorar os objetos, implementando diferentes mecanismos de análise na aplicação, sem que isso venha a interferir no código do *software* em teste.

A classe *KTest* e suas especializações, definem a *interface* de interação com o usuário, gerenciando as informações por ele providas, sendo responsáveis também pela apresentação dos resultados da aplicação monitorada. Através da *interface* para interação com o usuário é possível escolher a aplicação para teste. Logo após, é apresentada a hierarquia de classes da aplicação, sendo relacionados também os métodos e atributos de cada classe. Em seguida, o usuário especifica quais classes e/ou métodos ele deseja selecionar para serem monitorados. Para cada classe escolhida pode ser especificada uma invariante associada a esta classe e, para cada método pode ser especificada a pré e pós-condição para avaliação, não sendo, entretanto, obrigatória a especificação dessas asserções.

Na Figura 6.1 é apresentado o diagrama de funcionamento da KTest.

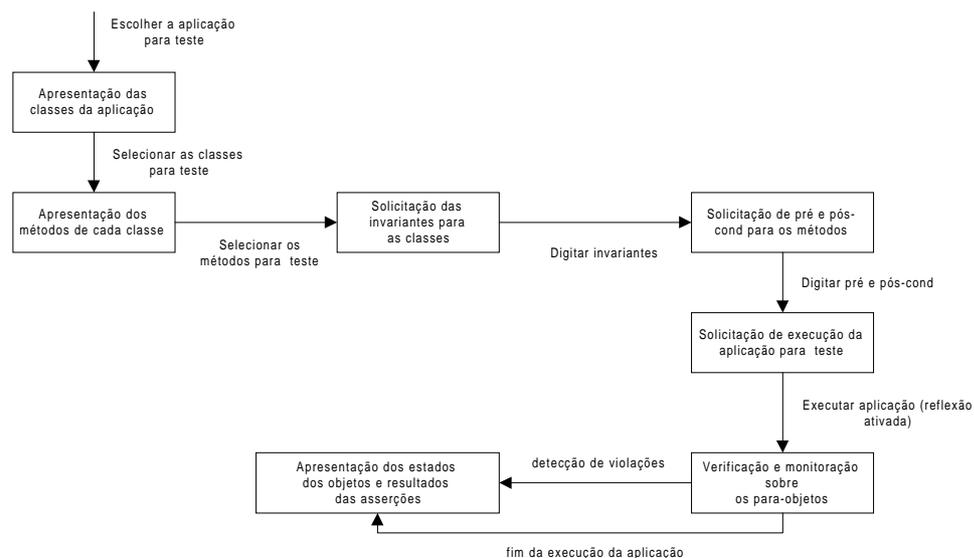


FIGURA 6.1 – Diagrama de Funcionamento da KTest

A identificação da hierarquia de classes de uma aplicação é obtida através de reflexão computacional estrutural, através da qual são coletadas todas as informações das classes.

Tais informações, adicionadas das seleções feitas pelo usuário (classe/método), bem como as especificações das asserções, são armazenadas numa estrutura de classes, presente no meta-nível.

Esta estrutura, formada pelas classes *ClassData*, *Metodo*, *Atributo*, *Construtor* e suas subclasses, constituem o principal alvo de consultas realizadas pelos métodos dos meta-objetos, os quais a utilizam como fonte de informações para o embasamento das decisões computacionais realizadas no meta-nível.

A próxima etapa consiste na reconfiguração do meta-nível, com o objetivo de instanciar meta-objetos e associá-los às instâncias das classes escolhidas para teste. A meta-classe da ferramenta KTest, chamada *KMeta*, que estende a classe *MetaObject* do protocolo Guaraná, provê os recursos responsáveis para essas instanciações e operações do meta-nível. Executando-se a aplicação, esta é interrompida quando mensagens forem encaminhadas a objetos de classes selecionadas para teste, sendo transferido o controle da aplicação para o meta-nível, onde os métodos dos meta-objetos associados fazem as computações necessárias para a verificação das asserções e, conseqüentemente, validação sobre os estados dos para-objetos.

6.2. Verificação das asserções

Através da verificação das asserções é possível determinar se o estado do objeto está ou não de acordo com a especificação feita pelo usuário. Conforme explanado anteriormente, são três os tipos de asserções especificadas pelo usuário: i) invariantes de classe ii) pré-condições de métodos e iii) pós-condições de métodos.

Sempre que existe interação entre objetos do nível-base, ou seja, quando mensagens são enviadas aos para-objetos, a chamada ao método é reificada como uma operação e entregue ao meta-objeto correspondente ao para-objeto receptor da mensagem. Nesse momento, o meta-nível encarrega-se, primeiro, de verificar se tal operação refere-se a um objeto cuja classe foi previamente escolhida para teste, através de uma pesquisa na estrutura (classes) presente no meta-nível, a qual contém a relação de classes e métodos escolhidas para teste, além de outras informações. Se a classe é encontrada nesta estrutura, ocorre então uma busca referente ao método que foi invocado, de forma a verificar se o mesmo também foi selecionado para teste. Em caso afirmativo, o meta-nível recupera a pré-condição especificada para esse método e, se houver, a mesma é avaliada. As informações sobre o estado do objeto (valores dos seus atributos) são, então, captadas para verificar se o estado do para-objeto atende à pré-condição para a ativação do método solicitado. Caso essa pré-condição seja falsa, o meta-nível se encarregará de apresentar ao usuário a violação da asserção.

Sendo a pré-condição verdadeira, o método original é chamado e, logo após o final de sua execução, o controle da aplicação é repassado novamente ao meta-nível, que captará na mesma estrutura, a pós-condição relativa a esse método, se esta existir. Em caso afirmativo, novamente são recuperados os valores dos atributos do objeto e a asserção é verificada, com o objetivo de saber se o estado do objeto atende à pós-condição, que define o estado final do objeto após a ativação do método em questão. Caso a pós-condição seja violada, o meta-nível apresentará ao usuário a situação.

Torna-se mister ressaltar que, sempre que mensagens são interceptadas, independentemente de ativarem ou não métodos escolhidos para monitoração, o meta-nível fará a recuperação da invariante de classe, caso seja uma classe escolhida para teste, com o propósito de verificar, após o término da execução do método, a invariante da classe. As informações do estado do objeto são, então, captadas e a respectiva invariante é validada para constatar se o objeto atende a essa condição.

Quando do término da execução da aplicação em teste ou, quando da ocorrência de uma violação sobre uma asserção, seja ela uma invariante, uma pré ou pós-condição, o usuário pode verificar a seqüência de ativação dos métodos da aplicação em teste e os estados dos objetos (valores dos seus atributos) antes e após a execução dos métodos escolhidos para teste, além do resultado da avaliação de cada uma das asserções.

7. CONCLUSÕES

Automatizar a fase de teste de software constitui-se numa relevante área de pesquisa, pois verifica-se um constante crescimento na complexidade das aplicações desenvolvidas. O paradigma OO tem contribuído para a reutilização de soluções, evidenciando que o teste deve ser realizado com o intuito de garantir que defeitos presentes nestas soluções não sejam propagados nestas reutilizações em futuras aplicações.

A utilização da reflexão computacional contribui de maneira significativa no processo de teste, permitindo que se monitore uma aplicação em tempo de execução, sem a necessidade da instrumentação do código-fonte. A API de reflexão da linguagem Java permite somente a realização de reflexão estrutural, não possibilitando reflexão comportamental. A reflexão comportamental permite, através de interceptação de mensagens entre objetos, uma monitoração das interações destes, tornando possível a verificação da integridade de objetos e/ou classes escolhidas para teste.

A ferramenta KTest aplica a reflexão comportamental para auxiliar o teste de programas escritos em Java. KTest utiliza o protocolo de reflexão *Guaraná* para a monitoração de interações entre os objetos, verificando a integridade dos objetos, consultando os valores de seus atributos, analisando se os estados dos objetos são válidos, de acordo com pré, pós-condições e invariantes de classes especificadas pelo testador. Ressalte-se, que é possível estender KTest adicionando-se funcionalidades tais como: inclusão de novas técnicas de teste, implementação em outra linguagem de programação, dependendo das características reflexivas desta, geração de gráficos demonstrando métodos ou variáveis mais acessados e preparação para o teste de aplicações reflexivas e distribuídas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [BIN95] BINDER, R. V. **Testing Object-Oriented Systems: A Status Report** Chicago: RBSC Corporation., 1994. Disponível em: <http://www.rbsc.com/pages/site_map.html>. Acesso em: 12 dez. 1999.
- [CAM97] CAMPO, M. R. **Compreensão Visual de Frameworks através da Introspeção de Exemplos**. Porto Alegre: CPGCC da UFRGS, 1997. Tese de Doutorado.
- [LIS98] LISBÔA, M.L.B. **Reflexão computacional no modelo de objetos**. Porto Alegre: CPGCC da UFRGS, 1998.
- [MAE87] MAES, P. **Concepts and experiments in computational reflection**. In: OOPSLA'87, p. 147-169. Orlando, Flórida, 1987.
- [MCG96] MCGREGOR, J. **Testing Object-Oriented Components**. In: 10th European Conference on Object-Oriented Programming. Tutorial Notes. Jul. 1996.
- [OLI98] OLIVA, A.; BUZATO, L. E., GARCIA, I. C. **The Reflexive Architecture of Guaraná**. Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas: SP, 1998. Disponível em: <<http://www.dcc.unicamp.br/~oliva/guarana>>. Acesso em: 10 jan. 2000.
- [OLI98b] OLIVA, A.; BUZATO, L. E. **Composition of Meta-Objects in Guaraná**. Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas: SP, 1998. Disponível em: <<http://www.dcc.unicamp.br/~oliva/guarana>>. Acesso em: 10 jan. 2000.

- [PAL00] PALAVRO, I. **Ferramenta de Teste de Aplicações Orientada a Objetos Baseada em Estados**. Porto Alegre: PPCG da UFRGS, 2000. Dissertação de Mestrado.
- [PIN98] PINTO, I. M. **Um Sistema de Apoio ao Teste de Aplicações Smalltalk**. Porto Alegre: CPGCC da UFRGS, 1998. Dissertação de Mestrado.
- [PRE95] PRESSMAN, R. S. **Engenharia de Software**. São Paulo: Makron Books, 1995.
- [RUB98] RUBIRA, C.M.F., SILVA, R.C., CORREA, S.L., BUZATO, L.E. **Reflexão Computacional em Linguagens de Programação: Um Estudo Comparativo**. In: Simpósio Brasileiro de Linguagens de Programação, 2. Campinas, SP, 1998.
- [RUM94] RUMBAUGH, J. et al. **Modelagem e Projetos Baseados em Objetos**. São Paulo: Editora Campus, 1994.
- [SEN01] SENRA, R. D. A. **Programação Reflexiva sobre o MOP Guaraná**. Campinas: Instituto de Computação da UNICAMP, 2001. Dissertação de Mestrado.

IMPLEMENTAÇÃO REFLEXIVA DE UM PADRÃO DE PROJETO PARA RECUPERAÇÃO DE ESTADOS DE OBJETOS

Acauan Pereira Fernandes¹

Maria Lúcia Blanck Lisboa²

RESUMO

Padrões de projeto são ferramentas poderosas na documentação de problemas, suas características e soluções, possibilitando reutilização em situações recorrentes. A implementação de requisitos não-funcionais, como gerenciamento de atomicidade, pode se beneficiar de tais características. Este artigo mostra como a implementação reflexiva de um padrão de projeto (*software pattern*) criado para introduzir recuperação de estados de forma autônoma em objetos de uma aplicação pode utilizar todos estes conceitos de forma coesa, de modo a obter o melhor de cada um deles.

Palavras-chave: reflexão computacional, padrões de projeto, recuperação de dados

ABSTRACT

Design patterns are powerful tools to document software problems and their solutions, as well as when and how to use them. Non functional requirements, such as atomicity, can benefit from this approach. This paper shows how a reflective implementation of a software pattern created to introduce customizable recovery to objects can use all these concepts in a way to get the best from each one of them.

Keywords: computational reflection, software patterns, data recovery.

1. INTRODUÇÃO

A reutilização é uma das características procuradas durante o processo de desenvolvimento de *software* de qualidade, pois permite que uma mesma solução seja novamente utilizada cada vez que o problema que lhe deu origem surja, tornando tal processo mais rápido e livre de incorreções. Dentro deste contexto, o conceito de padrões de projeto (*software pattern*) tem sido utilizado de forma a fornecer uma solução para um problema recorrente (RIEHLE, 1996). O aprendizado obtido na resolução de um problema pode ser documentado e transmitido de forma a ser reutilizado posteriormente em situações similares. António Silva et al (SILVA, 1996) mostram um padrão de recuperação de estados que permite fornecer a objetos esta propriedade que, junto ao controle de concorrência, possibilita a objetos de uma aplicação gerenciarem sua própria atomicidade. Isto significa retirar do desenvolvedor a preocupação de implementar requisitos não funcionais. A utilização de características de reflexão computacional pode aumentar ainda mais o grau de reutilização, pois possibilita a separação do código que implementa requisitos não funcionais do resto do código da aplicação. Este trabalho mostra como a implementação de um padrão de projeto para recuperação de estados de objetos de uma aplicação pode ser realizado utilizando-se conceitos de reflexão computacional, através do emprego de protocolos de meta-objetos (*meta-object protocols*).

¹ Bacharel em Ciência da Computação (UCPel) e Agronomia (URCAMP). Mestrando em Ciência da Computação pelo convênio URCAMP/UFRGS. Professor do Centro de Ciências da Economia e Informática e do Centro de Ciências da Saúde (URCAMP).

² Professora Doutora do Instituto de Informática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

2. A RECUPERAÇÃO DE ESTADOS NO CONTEXTO DA ATOMICIDADE

2.1. Reutilização de requisitos não funcionais

Requisitos não-funcionais, por deverem estar presentes em praticamente qualquer sistema computacional, são propícios à prática de reutilização. Tolerância a falhas constitui-se num exemplo importante deste fato. Entre os fatores básicos na introdução de tolerância a falhas encontra-se o conceito de atomicidade, que garante a consistência dos dados de uma aplicação (FABRE 1995) (LISBOA 1997). Este conceito, por sua vez, apresenta dois aspectos fundamentais: controle de acessos concorrentes e recuperação de estados (JALOTE, 1995). O primeiro diz respeito à possibilidade de um determinado objeto sofrer acessos concorrentes leva à necessidade de gerenciamento dos mesmos, evitando assim que eventuais interferências entre eles levem o objeto a um estado de inconsistência. Para tanto, estes acessos devem ser serializados (PAPADIMITRIU, 1986). Já o segundo busca garantir a consistência dos dados após algum tipo de falha. Todos os dados que porventura tiverem sido parcialmente alterados por uma aplicação no momento da ocorrência de uma falha devem retornar a seus valores anteriores, ou então tais operações devem ser completadas até seu final (BERNSTEIN, 1987).

3. PADRÕES DE PROJETO

3.1. Objetivos

Um padrão de projeto (BUSCHMANN, 1996) é uma regra de três partes, que expressa a relação entre um determinado contexto, um certo sistema de forças que ocorrem repetidamente nesse contexto, e uma configuração de *software* que permite a essas resolverem seus conflitos. Padrões de projeto ajudam a criação de aplicações resolvendo problemas recorrentes encontrados durante seu desenvolvimento. São instrumentos que permitem codificar soluções e seus relacionamentos para que possam ser reutilizados em contextos semelhantes (APPLETON, 2000). Um conjunto de padrões relacionados pode ser utilizado na construção de *frameworks*. Seu grande atrativo, porém, é permitir a reutilização de soluções previamente encontradas. Documentam um problema, suas características e soluções.

3.2. Um padrão para recuperação de estados

Silva *et al* (SILVA, 1996) desenvolveram um padrão de projeto voltado para a recuperação de estados de objetos (*Recovery Pattern*), visto na figura 1. Esse padrão permite a um objeto de uma aplicação qualquer suportar sua própria recuperação em casos de falhas, sem necessidade de codificação adicional. Também permite a escolha entre várias políticas de recuperação. Em trabalho posterior (SILVA, 1997) mostra como unir esse padrão a padrões de controle de concorrência, gerando desta forma um objeto atômico.

Este padrão propõe-se a resolver o problema de desfazer ou refazer operações interrompidas devido a falhas, separando este requisito não funcional dos requisitos específicos à funcionalidade do objeto. Também permite a utilização de várias políticas de recuperação de estados dinamicamente, de acordo com o contexto do problema, dotando a mesma de maior flexibilidade. As forças atuantes neste padrão são o encapsulamento (pois o próprio objeto, e não seus clientes, possui dentro de si a capacidade de recuperação), modularização (já que a recuperação está separada dos aspectos concernentes à persistência, sincronização e as funcionalidades do objeto), e extensibilidade, pois diferentes políticas podem ser utilizadas.

3.3. Aplicabilidade do padrão

O padrão de recuperação de estados pode ser usado quando houver necessidade de desfazer o efeito de operações sobre os dados ou recuperar objetos transientes. Também é útil em

situações onde for prematuro decidir *a priori* que política de recuperação usar, proporcionando à aplicação alto grau de flexibilidade quanto a esse aspecto.

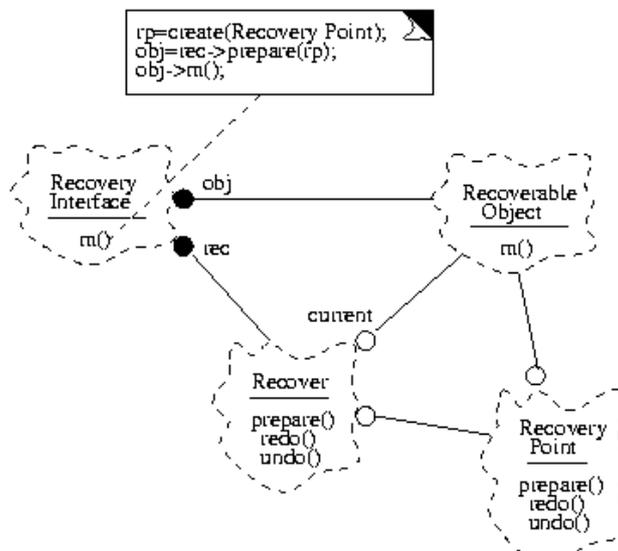


Figura 1 - Estrutura do padrão (SILVA, 1996)

3.4. Conseqüências

A utilização deste padrão promove o isolamento entre o código de recuperação e o código do cliente do objeto e também do código funcional do próprio objeto. As políticas de recuperação de estados tornam-se independentes da persistência dos objetos, o que faz com que várias possam ser adotadas dinamicamente. A reutilização também é beneficiada com esta separação, pois as partes específicas e independentes do objeto são estanques. A desvantagem da implementação desenvolvida é o *overhead* ocorrido durante a interceptação de mensagens e salvamento dos estados correntes do objeto.

4. UMA IMPLEMENTAÇÃO REFLEXIVA

4.1. Reflexão, Orientação a Objetos, Padrões de Projeto e Recuperação

Reflexão computacional, orientação a objetos, padrões de projeto e *frameworks* são conceitos que podem, juntos ou isoladamente, contribuir para a obtenção de um alto grau de reutilização e velocidade de desenvolvimento de aplicações. A implementação aqui proposta utiliza-se de reflexão computacional e padrões de projeto, sendo que ambos valem-se da orientação a objetos para aumentar seu grau de reuso. Sendo a recuperação de estados um requisito não-funcional, presta-se para ser implementada de forma reutilizável, pois de qualquer aplicação exige-se um mínimo grau de consistência e tolerância a falhas.

4.2. A meta-classe MC

Meta-classes são classes criadas no meta-nível no intuito de gerenciar o nível base. A meta-classe MC, mostrada na figura 2, foi implementada para demonstrar como objetos podem beneficiar-se da adição de recuperação de forma simples e rápida, apenas utilizando-se do recurso de passagem de parâmetros. Esta meta-classe possui alguns métodos que funcionam como *interface* entre as mesmas e seus objetos base. Pode ser empregada como fornecedora de recuperação de estados de objetos em contextos maiores de gerenciamento de atomicidade (FERNANDES, 2001). Foi utilizado o protocolo de meta-objetos Guaraná, desenvolvido por Alexandre Oliva (OLIVA, 1998) na implementação. As classes *Operation*, *OperationFactory*, *Composer*, *SequentialComposer* e o evento *handle* são constituintes deste protocolo.

4.3. Dinâmica da meta-classe

Cada chamada direcionada a um método de seu objeto base é interceptada. O estado atual deste objeto poderá então ser salvo para posterior restauração, caso necessário. Para permitir maior flexibilidade e diminuir o *overhead* causado pela reflexão, apenas as invocações a métodos são interceptadas. Isto significa que todas as operações realizadas dentro de um determinado método não são interceptadas. O estado do objeto é salvo apenas antes da execução do método. A função “*isMethodInvocation*” utilizada dentro do método “*handle*” no meta-nível permite determinar tal situação. Para diminuir ainda mais o *overhead* e aumentar a flexibilidade, a meta-classe fornece uma *interface* com seu objeto base representada por quatro métodos:

- *Permanente*: este método desativa a interceptação, mantendo a última versão salva do objeto base no meta-nível;
- *Temporário*: este método ativa a interceptação, permitindo assim que o estado do método seja salvo dentro do meta-objeto a cada nova chamada de método;
- *Restaura*: este método restaura o último estado do objeto base salvo no meta-objeto de volta sobre o objeto base;
- *Checkpoint*: este método reifica os atributos do objeto base e, a seguir, desabilita posteriores salvamentos. Reificação de dados é sua cópia do nível base para o meta-nível.

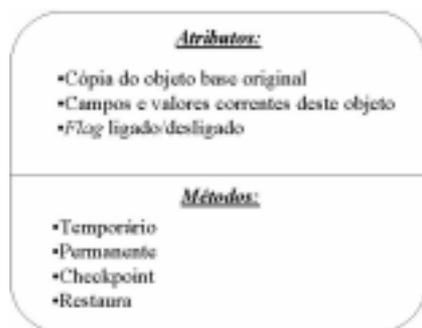


Figura 2 - Meta-Classe MC

O objeto recuperável deve ser passado como parâmetro do construtor da meta-classe:

```
Classe c = new Classe( );  
MC mc = new MC(c);
```

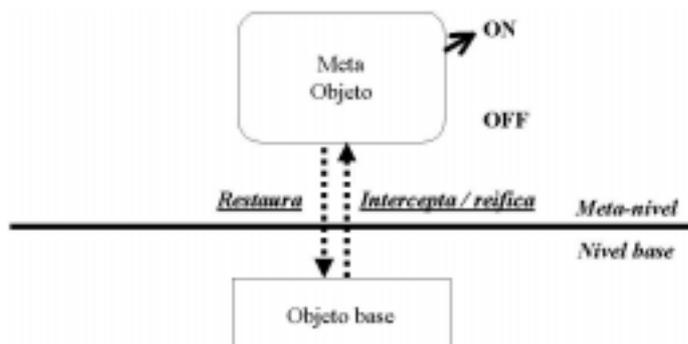


Figura 3 - Arquitetura da meta-classe

O meta-objeto inicialmente descobre todos os campos e seus respectivos valores atuais do objeto base, gravando-os no meta-nível. Também possui uma referência para o objeto base armazenada entre seus atributos, para acessos posteriores. A partir deste momento, seu comportamento pode ser controlado de acordo com a necessidade do desenvolvedor, utilizando-se os métodos fornecidos pela interface da meta-classe, conforme a figura 3.

4.4. Exemplo de utilização

O método "permanente" desabilita a interceptação de mensagens, tornando as alterações realizadas sobre o objeto a partir daí não recuperáveis. Segue-se então a execução normal do programa. Quando o método "checkpoint" é chamado, o estado atual do objeto base é salvo no meta-nível e posteriores gravações são desativadas. As operações que são então executadas sobre o objeto base podem ser desfeitas pelo método "restaura" ou confirmadas por nova chamada ao método "checkpoint".

```
mc.permanente( );
... métodos sobre o objeto base...
c.checkpoint( );
... métodos sobre o objeto base...
mc.restaura( ); ou mc.checkpoint( );
```

4.5. Arquitetura da meta-classe

A meta-classe MC é responsável pela implementação do cenário descrito anteriormente. Utiliza várias possibilidades reflexivas para obter informações importantes sobre seu objeto base e realizar ou não a reificação de dados. Entre seus atributos estão uma referência ao objeto base, uma matriz com os campos deste objeto, um vetor com os valores deste objeto e uma variável que serve como *flag* de ativação da reificação. Também possui uma *hashtable* e um objeto *OperationFactory*, classe responsável pela geração de operações no meta-nível. Seu construtor (fig. 4) salva uma referência ao objeto base, descobre sua classe, quantidade e tipos dos campos e salva este estado inicial no meta-nível. A seguir, realiza a associação deste objeto a si próprio, iniciando assim a interceptação de dados. Uma primeira vantagem deste mecanismo é o fato do mesmo ser totalmente transparente ao objeto base, além de reutilizável com instâncias de qualquer outra classe.

```
public MC (Object ob_) {
    copia = ob_;
    Class c = copia.getClass();
    campos = c.getDeclaredFields();
    for (int i = 0; i < campos.length; i++)
        try {
            valores.addElement(campos[i].get(copia));
        } catch (IllegalAccessException e) {}
    Guarana.reconfigure(copia,null,this);
}
```

Figura 4 - Método construtor da meta-classe

Os métodos desenvolvidos para a *interface* foram:

1. *Reifica*: reifica os valores do objeto base, criando operações de leitura no meta-nível. Essas operações são criadas através de uma instância da classe *OperationFactory*.

```
Operation op = opf.read(campos[i]);
pending.put(op,op);
Object valor = op.perform().getObjectValue();
```

Essas operações criadas no meta-nível são colocadas na *hashtable* para evitar recursão infinita.

2. *Salva*: restaura os valores guardados no meta-nível de volta ao objeto base. Também utiliza uma instância da classe `OperationFactory`.

```

Operation op =opf.write(campos[i],valores.elementAt(i));
pending.put(op,op);
Object valor = op.perform();

```

Da mesma forma que no método anterior, operações criadas no meta-nível são colocadas na *hashtable* para evitar recursão infinita.

3. *Permanente, temporário, restaura e checkpoint*: utilizam os métodos anteriores e a variável *flag*, conforme visto na seção anterior.
4. *Handle*: este método é chamado quando da interceptação de chamadas para o objeto base, conforme visto na figura 5.

Recursão infinita entre os níveis pode ser gerada quando uma operação no meta-nível acessa um objeto no nível base o que, por sua vez, causa nova interceptação e assim sucessivamente. Para evitar tal problema, usa-se aqui o mecanismo de inclusão e exclusão de operações em *hashtables*, conforme já visto. O teste é realizado

```

if (pending.containsKey(op))
    return null;

```

e, caso a operação esteja na tabela, a recursão é evitada com “return null”, que devolve o fluxo de execução ao nível base. Para diminuir o *overhead*, apenas invocações de métodos são tratadas. Isto evita que cada acesso realizado a um objeto base dentro do método gere novo salvamento de dados. Isto é feito apenas uma vez, no início do processo. Os testes a seguir mostram como tal é realizado. A utilização do *flag* ligado decide que procedimento tomar.

```

if ( op.isMethodInvocation() && ligado == 0 )
    return null; //nao reifica
if ( op.isMethodInvocation() && ligado == 1 )
    reifica(); //reifica
if ( op.isMethodInvocation() && ligado == 2 )
    salva(); //salva
if ( op.isMethodInvocation() && ligado == 3 )
{
    reifica(); //reifica uma vez e desliga
    ligado = 0;
}

```

Figura 5 - Método handle da meta-classe

4.6. A Interface de MC

```

public class MC extends MetaObject
{
private Object copia;
private Vector valores = new Vector();
private Field[] campos;
private Hashtable pending = new Hashtable();
private OperationFactory opf;
private int ligado = 0;

```

← referência ao objeto base original
 ← valores reificados do objeto base
 ← campos do objeto base
 ← cria operações no meta-nível
 ← flag

Figura 6 - Atributos da meta-classe

A definição dos atributos da meta-classe responsável pela interceptação de mensagens a um objeto da aplicação e salvamento e recuperação de seu estado é vista na figura 6.

Os métodos presentes nesta meta-classe, incluindo os da *interface*, são:

- *public void initialize(OperationFactory opf_, Object o)*
- *public MC (Object ob_)*
- *public Result handle (Operation op, Object o)*
- *private void reifica ()*
- *private void salva ()*
- *public void permanente()*
- *public void temporario()*
- *public void restaura()*
- *public void checkpoint()*

5. CONTRIBUIÇÃO DA CLASSE E SUGESTÕES

A meta-classe MC mostra como implementar em baixo nível de abstração atomicidade utilizando reflexão computacional. Permite atingir reutilização e transparência e diminuir o *overhead* que pode ser introduzido pela utilização da reflexão. O nível de abstração empregado também permite maior flexibilidade em sua utilização em diversos cenários, conforme já frisado. A partir de implementações deste tipo, pode-se chegar a *frameworks* que possuam mecanismos de decisão que permitam cobrir um número cada vez maior de cenários de suporte à atomicidade. Uma das formas sugeridas de aglutinação de meta-classes são as classes *Composer* e *SequentialComposer* (fig. 7), que possibilitam a delegação de métodos a outras meta-classes, através de associações múltiplas (configurações múltiplas de meta-nível).

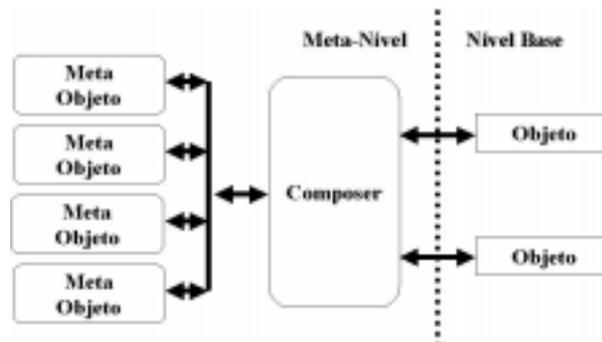


Figura 7 - Metaconfigurações múltiplas

Esta meta-classe permite que um objeto possa gerenciar sua própria recuperação de estados, evitando que o desenvolvedor precise implementar tal requisito. Objetos de qualquer classe podem valer-se de tal propriedade, pois a meta-classe utiliza reflexão computacional para descobrir em tempo de execução os atributos do objeto base. A recuperação pode ser ativada e desativada a qualquer momento, de acordo com as necessidades da aplicação. Além disso, a separação entre requisitos funcionais e não-funcionais não apenas aumenta seu grau de reutilização, como também a velocidade de desenvolvimento. O trabalho do desenvolvedor é simplificado, pois o mesmo pode preocupar-se apenas com os aspectos para os quais a aplicação está sendo desenvolvida

Requisitos não-funcionais como tolerância a falhas, processamento distribuído, persistência de dados e controle de concorrência podem ser acrescentados de forma transparente às aplicações, utilizando-se técnicas aqui discutidas, com alto grau de transparência e reutilização, além de incrementar a produtividade do desenvolvedor, com maior segurança e simplicidade.

6. CONCLUSÕES

Padrões de projeto têm sido utilizados como ferramentas importantes na documentação de experiências obtidas na resolução de problemas de desenho de aplicações. Não apenas disseminam uma solução já testada para determinada situação, como mostram como e quando aplicá-la. Implementações baseiam-se em padrões estabelecidos e permitem não apenas maior velocidade no desenvolvimento da aplicação com maior grau de correção, como também aumentam o grau de reutilização de tais soluções.

Requisitos não-funcionais, como atomicidade, estão presentes em praticamente qualquer tipo de aplicação sendo, por isso, candidatos naturais a serem implementados de forma reutilizável. A reflexão computacional tem sido utilizada na implementação deste tipo de requisitos pela quantidade de características que apresenta neste sentido. Implementações de padrões de projeto utilizando características reflexivas são, portanto, uma associação facilmente vislumbrável quando tratamos de reutilização de *software*.

Técnicas reflexivas podem aumentar a amplitude das soluções desenhadas pelos padrões de projetos, especialmente aquelas que tratam de requisitos não-funcionais ou outras das áreas nas quais a reflexão tem sido utilizada com sucesso. A implementação reflexiva deste padrão de projeto para recuperação de estados mostra como, aproveitando-se também das características intrínsecas ao modelo orientado a objetos, reflexão computacional e padrões de projeto podem andar juntos na definição e solução deste tipo de problema.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APPLETON, B. – *Patterns and Software: Essential Concepts and Terminology*. Disponível via WWW em <http://www.enteract.com/~bradapp/>.

BERNSTEIN, P.A.; HADZILACOS, V.; GOODMAN, N. *Concurrency control and recovery in database systems*. Addison Wesley, 1987.

BUSCHMANN, F. et al. *A System of Patterns: Pattern-oriented Software Architecture*. John Wiley & Sons, England, 1996.

FABRE, J. C. et al. *Implementing Fault-Tolerant Applications Using Reflective O-O Programming*. IEEE International Symposium on Fault-Tolerant Computing, 1995p. 489-498.

FERNANDES, A. P. – *Reflexão Computacional*. Revista do CCEI (Centro de Ciências da Economia e Informática – URCAMP) Vol. 5 Nr. 7. Março, 2001

JALOTE, P. – *Fault tolerance in distributed systems*. PTR Prentice Hall. New Jersey, 1995.

LISBÔA, M.L.B. *A new trend on the development of fault-tolerant applications: software meta-level architectures*. Journal of the Brazilian Computer Society. Nr , vol. 4, 1997

OLIVA, A. – *Guaraná – uma arquitetura reflexiva*. Disponível via Internet em <http://www.sunsite.unicamp.br/~oliva/guarana/index.html>.

PAPADIMITRIU, C.H., *The theory of database concurrency control*, Computer Science Press, 1986.

RIEHLE, D.; ZÜLLOGHOVEN, H. – *Understanding and Using Patterns in Software Development*. Disponível via WWW em <http://www.citeseer.nj.nec.com/riehle96undertanding.html>

SILVA, A.; PEREIRA, J.; SOUSA, P.; MARQUES, J. – *Atomicity Policies using Design Patterns*. Disponível via WWW em <http://www.esw.inesc.pt/~ars/ps/apap96.ps>.

SILVA, A.R.; PEREIRA, J.; MARQUES, J.A. - *Customizable Object Recovery Pattern*. Disponível por WWW em <http://www-rodin.inria.fr/~pereira/pub.html>.

A INTERNET COMO FERRAMENTA DE ENSINO: UM ESTUDO SOBRE SEUS RECURSOS E COMO APLICÁ-LOS NO ENSINO A DISTÂNCIA

Jane Mary de Liz Antunes¹

Sabrina Bet¹

Angelo Augusto Frozza, Esp.²

RESUMO

O objetivo deste artigo é discorrer sobre a viabilidade e importância do uso da Internet no Ensino a Distância, apresentando um estudo teórico dos recursos tecnológicos disponíveis na Internet e como estes recursos podem ser utilizados nesta modalidade de ensino. Com isso proporcionar o embasamento para a criação de um modelo de curso a distância que, respeitadas as particularidades de cada nível de ensino, possa ser seguido auxiliando nas decisões e ações que se fizerem necessárias.

Palavras-Chave: Ensino a Distância, Educação, Internet.

ABSTRACT

The goal of this article is to describe the possibility and importance of the use of Internet in the Distance Education, as well as to present a study about technological and available resources in Internet and how they can be used in this modality of teaching. With this study is possible to create a support for a model of Distance Education that, keeping the peculiarities of each level of teaching, may be followed to help in actions and decisions that will be necessary.

Keywords: Distance Education, Education, Internet.

1. INTRODUÇÃO

O próprio nome, Ensino a Distância, pressupõe que é uma modalidade de ensino aplicada com a distância física entre alunos e professores, mas nem sempre se pensou assim. A definição de Ensino a Distância sofreu modificações nas últimas décadas. Consultando os registros de estudiosos do assunto de diversas épocas, pode-se observar que o conceito associado a separação física só começou a ser utilizado a partir de 1977 e aparece, claramente, apenas na definição de Keegan³ em 1991. Chafick Filho (1999), em sua tese de doutorado, caracteriza o conceito central de Ensino a Distância através das definições de diversos autores, em uma retrospectiva histórica.

- Segundo Dohmem (1967) a "Educação a Distância é uma forma sistematicamente organizada de *auto-estudo* onde o aluno se instrui a partir do material de estudo que lhe é apresentado, e onde o acompanhamento e a supervisão do sucesso são levados a cabo por um grupo de professores".
- Para Peters (1973) a "Educação/Ensino a Distância é um método racional de partilhar conhecimento, habilidades e atitudes através da aplicação da divisão do trabalho e de princípios organizacionais, pelo uso extensivo de meios de comunicação (...) É uma *forma industrializada* de ensinar e aprender".

¹ Acadêmica do Bacharelado em Informática da Universidade do Planalto Catarinense.
janemary@uniplac.rct-sc.br, sabrina@uniplac.rct-sc.br .

² Professor do Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade do Planalto Catarinense.
frozza@uniplac.rct-sc.br

³ KEEGAN apud CHAFIK FILHO, 1999.

- Moore (1973) aborda o Ensino a Distância como "a família de *métodos instrucionais* onde as ações dos professores são executadas a partir das ações dos alunos".
- Holmberg (1977) diz que "o termo Educação a Distância esconde-se sob *várias formas de estudo*, nos vários níveis que não estão sob a contínua e imediata supervisão de tutores presentes com seus alunos nas salas de leitura ou no mesmo local".
- Perry & Rumble (1987) afirmam que "a característica básica do Ensino a Distância é o estabelecimento de uma *comunicação de dupla via*, na medida em que professor e aluno não se encontram juntos na mesma sala".
- De acordo com Keegan (1991), os elementos fundamentais dos conceitos de Ensino a Distância são:

"Separação física entre professor e aluno, que o distingue do presencial; influência da organização educacional (planejamento, sistematização, plano, projeto, organização dirigida, etc.) que a diferencia da educação individual; utilização de meios técnicos de comunicação, usualmente impressos, para unir o professor ao aluno e transmitir os conteúdos educativos; previsão de uma comunicação-diálogo, e da possibilidade de iniciativas de dupla via; possibilidade de encontros ocasionais com propósitos didáticos e de socialização; e participação de uma forma industrializada de educação".

Entende-se, de todos estes conceitos, que o Ensino a Distância caracteriza-se pela não existência da presença de alunos e professores no mesmo espaço físico e pode ser viabilizado através de diversas maneiras, bastando existir alguma forma de comunicação.

2. FORMAS DE COMUNICAÇÃO QUE VIABILIZAM O ENSINO A DISTÂNCIA

A implementação do Ensino a Distância foi consagrada pelo chamado "curso por correspondência", ainda muito usado em nossos dias. A medida que novas tecnologias de comunicação surgiram, praticamente todas foram, ou ainda são, utilizadas na implementação do Ensino a Distância, como o rádio, a televisão, o videocassete, e mais recentemente a Internet (Figura 1). Segundo Marcelo Ferreira (1998), em seu artigo "A viabilidade da Internet no Ensino a Distância", o ensino por correspondência é estático e geralmente trata-se da simples transferência de informação, onde a única participação do educador é na elaboração do conteúdo que é enviado ao aluno. Ou seja, há participação bastante ativa do aluno, que deve esforçar-se em ler, compreender e pesquisar sobre o material apresentado e pouca participação do educador. No rádio e na televisão, por outro lado, existe uma participação muito ativa do educador, que se apresenta de forma dinâmica, passando diretamente seu conhecimento ao aluno, mas o aluno, por sua vez tem uma participação, muitas vezes, de mero espectador. A Internet é uma via de comunicação que permite grande interatividade. Pode-se dizer que é uma mistura da comunicação por correspondência com a comunicação audiovisual proporcionada pela televisão e tem sido bastante usada em programas de Ensino a Distância. Pode-se classificar a Internet como uma forma mediadora entre as outras vias mais populares de Ensino a Distância, o correio e a televisão, permitindo participação ativa tanto de alunos quanto de educadores.

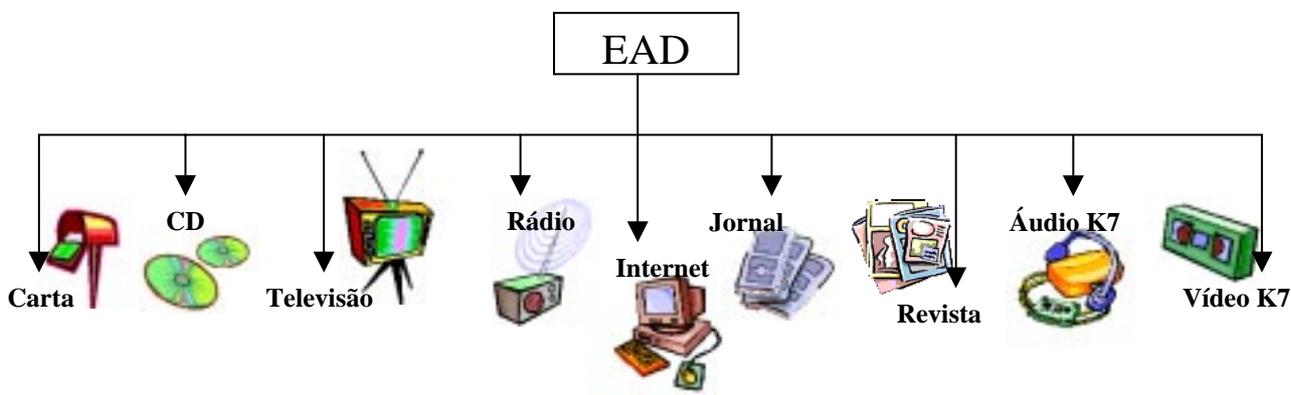


Figura 1

3. A IMPORTÂNCIA DO ENSINO A DISTÂNCIA

Não há que se pensar em Ensino a Distância como um concorrente do tradicional ensino presencial, nem tampouco classificá-lo como a melhor solução para os problemas de acesso à educação em nosso país⁴. O Ensino a Distância é sim, uma alternativa e algumas vezes um complemento, que viabiliza a disseminação do ensino, mesmo quando a distância física interpõe-se como uma barreira.

A implementação de métodos de Ensino a Distância nas instituições educacionais é, sobretudo, o cumprimento integral da função difusora de conhecimento da qual essas instituições estão imbuídas, ou seja, é dever da escola ensinar e este dever não pode estar limitado à estrutura física que as abriga.

Uma das principais razões pela qual uma instituição deve pensar em investir no Ensino a Distância é o custo reduzido de implementação e manutenção, o que conseqüentemente acarreta uma redução de custos também ao aluno. Isso proporciona a oportunidade de acesso à educação de pessoas que deixam de estudar por problemas financeiros. Mas não são apenas problemas financeiros que fazem com que muitas pessoas interrompam seus estudos ou deixem de se qualificar profissionalmente, mesmo tendo plena consciência do quanto isso se faz necessário face as atuais exigências do mercado de trabalho. A indisponibilidade de tempo, e até mesmo o constrangimento que algumas pessoas adultas têm em freqüentar os bancos escolares, faz com que uma parte da população potencialmente apta a aprender desista de seus objetivos. Também nestes casos, o Ensino a Distância apresenta-se como uma solução atraente.

Pode-se observar que o Ensino a Distância contempla particularidades que atendem uma clientela que, de uma forma ou de outra, não pode ou não quer freqüentar o ensino presencial. Porém não se pretende justificar a necessidade do Ensino a Distância apenas como uma solução que permita que a educação possa atingir um número maior de pessoas, mas também visualizá-lo como mais uma forma de ensino, valendo-se de um momento na história da Educação no qual nunca houve tanta preocupação com as conseqüências que as práticas de ensino acarretam ao indivíduo por toda a sua vida. Valer-se da grande avalanche de estudos que visam a encontrar formas alternativas de ensinar, que despertem o gosto pela pesquisa, pelo uso adequado das informações, pela canalização do saber em prol da melhoria da qualidade de vida e valer-se também das prerrogativas legais que a legislação brasileira nos assiste, através da LDB - Lei de Diretrizes e Bases da Educação (Lei 9.394 de 20/12/96) em seu Art. 80, e do Decreto 2.492 de 10/02/98 que regulamenta o referido artigo de Lei.

⁴ No Brasil 74 milhões de trabalhadores possuem menos de 4 anos de estudo e cerca de 20% da população são analfabetos (19,2 milhões os analfabetos entre a população de 15 anos ou mais). Desse total 80% tem entre 15 e 30 anos de idade (FABIANO apud PRETI, 2000)

Lobo Neto (1998) comenta que o Ensino a Distância, por força de sua inclusão na LDB, deixa de existir apenas como uma solução paliativa para atender à demanda de jovens e adultos que não tiveram oportunidade de acesso e permanência na escola regular em idade própria, para ser tratada nos textos legais como uma estratégia de ampliação democrática do acesso à educação, direito do cidadão e dever do Estado e da Sociedade.

4. ENSINO A DISTÂNCIA ATRAVÉS DA INTERNET

A Internet é uma poderosa mídia de comunicação que permite um grau de interatividade muito grande com o usuário. A facilidade de transmissão da informação é outro ponto positivo da Internet que possibilita a transferência de textos, imagens e sons com relativa velocidade. A concentração de grande quantidade de informação sobre os mais variados assuntos, em um único lugar, também se apresenta como uma vantagem ao aluno que além do material oferecido através do *site* de Ensino a Distância, está separado apenas por alguns *cliques de mouse* de toda informação, sobre o assunto, que esteja publicada na Internet.

Marcelo Ferreira (1998) salienta que nos países desenvolvidos, como os Estados Unidos, o acesso à Internet é uma realidade para a maioria da população. Nas escolas americanas, as crianças do ensino básico já utilizam a Internet como principal fonte de pesquisa de seus trabalhos escolares. As universidades e empresas há muito tempo oferecem os mais variados serviços a seus alunos e clientes através da rede mundial. A população, em geral, tem condições de adquirir um computador como qualquer eletrodoméstico. Essa realidade, sem dúvida, favorece a implementação de serviços através da Internet.

O Ensino a Distância é um desses serviços que, sem dúvida, cresce a cada dia, conforme Oreste Preti (2000) em seu artigo "Educação a Distância e Globalização: desafios e tendências":

"Nestas duas últimas décadas, observamos, em todos os continentes, uma expansão da modalidade de educação a distância. Países têm investido na criação de universidades dedicadas unicamente a atuarem nesta modalidade: a Open University na Inglaterra, Austrália e Índia, a FernUniversität na Alemanha, a UNED na Espanha e Costa Rica, a Universidade Aberta em Portugal, a Télé – université no Canadá, a UMA na Venezuela, a Unidad Universitaria del Sur de Santafé de Bogotá, etc. A maioria delas atendendo a mais de cem mil estudantes e oferecendo os mais variados cursos."

No Brasil, a popularização do Ensino a Distância através da Internet, depende da popularização da própria Internet, que ainda esbarra em problemas econômicos como o baixo poder aquisitivo da população e investimentos modestos na área de educação.

Mas existem perspectivas bem claras de mudanças. Hoje, pode-se ver no Brasil uma franca expansão do mercado doméstico de informática e o barateamento constante de equipamentos cada vez mais velozes e com maior poder de processamento. No campo da educação, o governo brasileiro, apesar de ainda não investir o que é considerado o mínimo necessário para se ter um programa de educação decente, tem se preocupado com esta questão criando novos currículos de ensino e novas normas que assegurem educação de qualidade no país.

Diante dessas perspectivas, pode-se esperar uma grande demanda por sistemas alternativos de ensino, impulsionada pelos novos paradigmas impostos pela chamada "Era do Conhecimento e da Informação", onde muitas pessoas já estão conscientes que devem aprender sempre, por toda a vida, faltando para algumas, apenas o meio adequado as suas disponibilidades de tempo e financeiras.

A Internet pode ser este meio adequado, já que através dela pode-se oferecer o Ensino a Distância a custos reduzidos, ou até mesmo sem custos, na hora em que o aluno estiver disponível. Esta flexibilidade proporcionada pela Internet não interfere nas suas atividades pessoais e profissionais além de oferecer interatividade, o que é mais difícil de ser encontrado em outros meios de comunicação como a correspondência e a televisão.

O Ensino a Distância via Internet, no Brasil, já é uma realidade. Existem diversas instituições que oferecem os mais variados cursos através da rede, e mesmo não tendo a popularidade dos países do primeiro mundo, a Internet brasileira conta com diversas instituições que oferecem exclusivamente educação virtual.⁵ Todas estas experiências podem servir de apoio na implementação de um programa de ensino pela Internet e as dificuldades naturais da implementação de processos novos pode ser vista com mais tranquilidade.

Certamente a construção de um curso a distância não pode estar calçada apenas em algum modelo que deu certo. Existem muitas particularidades de cursos e alunos que devem ser “planejadas à luz de uma proposta pedagógica integrada e sustentando uma proposta tecnológica, de tal forma que permita potencializar na sua possibilidade máxima, a sua aplicabilidade como ferramenta de aprendizagem.” (BITTENCOURT, 1999). Construir um curso a distância, via Internet, pressupõe conhecimentos sólidos acerca das tecnologias que podem ser utilizadas e principalmente de fundamentos pedagógicos que melhor se apliquem ao Ensino a Distância.

5. OS RECURSOS TECNOLÓGICOS DISPONÍVEIS NA INTERNET

A velocidade do desenvolvimento da tecnologia é algo difícil de acompanhar, praticamente todos os dias, em algum lugar do planeta, pessoas e empresas estão desenvolvendo novos recursos que aprimorem a comunicação e o uso da informática. A própria Internet teve um desenvolvimento relâmpago na última década, passando de um canal quase exclusivo de disseminação de conhecimento acadêmico para um meio de comunicação de massa e uma alternativa de distribuição de informação que a cada dia conquista novos usuários. Os recursos tecnológicos na Internet podem ser classificados conforme o tipo de comunicação, que pode ser síncrona ou assíncrona (Figura 2).

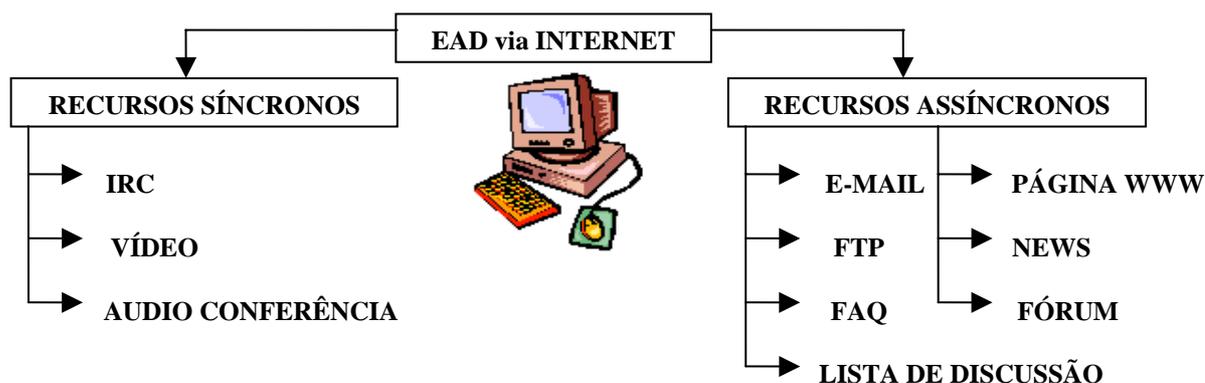


Figura 2

5.1. Comunicação Síncrona

É realizada em tempo real, os usuário devem estar ao mesmo tempo conectados à Internet. Possibilita a criação de espaços (salas) virtuais de encontro de alunos e tutores, onde ocorrerão debates dos diversos assuntos relacionados com o curso em si. Desta categoria fazem parte os seguintes serviços:

⁵ Como por exemplo: UNIVIR (www.univir.br), UNIREDE (www.unirede.br), NEAD/UFPR (www.nead.ufpr.br), entre outras.

- **IRC (Internet Relay Chat):** sistema que permite aos usuários da Internet se comunicarem em tempo real. Existem diversos *softwares* que viabilizam este tipo de comunicação pela internet, sendo mais popular o ICQ®⁶ (I seek you) distribuído gratuitamente através da própria Internet. Estes softwares normalmente possibilitam, não só o envio e recebimento de mensagens, mas também a transferência de arquivos e e-mails. Também é possível implementar *chats* na Internet através da WWW (World Wide Web), que possibilita a utilização deste recurso sem que seja necessária a instalação de softwares adicionais.
 - *Utilização no Ensino a Distância:* para a conversação escrita entre professores e alunos em tempo real, possibilitando esclarecimento de dúvidas, troca de idéias e troca de materiais de estudo entre os participantes de um mesmo curso. Há necessidade de um agendamento prévio dos encontros, já que os participantes devem estar conectados à Internet ao mesmo tempo.
- **Videoconferência e Audioconferência:** é um sistema de conferência entre usuários em locais diferentes, usando rede de computadores para a transmissão de dados, e sinais de áudio e vídeo via Internet. É uma forma mais sofisticada de comunicação, pois envolve equipamentos especiais como câmeras de vídeo e microfones, isso permite uma interatividade maior entre alunos e professores que podem expressar melhor suas idéias e conhecer os integrantes do grupo de uma forma mais pessoal.
 - *Utilização no Ensino a Distância:* tem os mesmos propósitos dos *chats*, oferecendo uma comunicação mais direta onde se pode ver e ouvir os participantes.

5.2. Comunicação Assíncrona

O tempo é flexível, os alunos podem buscar as informações conforme sua disponibilidade de tempo. Fazem parte desta categoria:

- **E-mail (Eletronic Mail):** bastante semelhante ao sistema de correspondência convencional, porém como o próprio nome sugere faz o envio e recebimento de mensagens pelo computador, através de um endereço na Internet.
 - *Utilização no Ensino a Distância:* o e-mail permite que os alunos enviem questionamentos aos professores e estes podem respondê-los também através de e-mail. Os professores e administradores dos cursos a distância podem utilizar o e-mail para fazer comunicados aos participantes dos cursos. O e-mail também possibilita a transferência de arquivos.
- **Lista de discussão:** serviço que permite intercâmbio de mensagens entre vários usuários de redes de computador; funciona como uma extensão do correio eletrônico, qualquer mensagem enviada a ela é retransmitida a todos os endereços dos que dela participam.
 - *Utilização no Ensino a Distância:* é uma forma dos alunos e professores de um curso se comunicarem com outras pessoas interessadas no mesmo assunto que podem se cadastrar na lista de discussão e contribuir com suas experiências.
- **FAQ (Frequently Asked Questions):** lista de perguntas e respostas relativas às dúvidas mais comuns sobre determinado assunto. Este conjunto de perguntas mais frequentes é organizado em uma página com acesso livre que o usuário pode consultar a qualquer momento, podendo ter acesso a respostas imediatas.
 - *Utilização no Ensino a Distância:* o FAQ facilita o acesso tanto a questionamentos comuns sobre o tema do curso, como a informações sobre o funcionamento e estrutura do curso.

⁶ Marca Registrada da Mirabilis Corporation

- **News:** são grupos de discussão organizados por temas, nos quais os usuários têm acesso a uma grande quantidade de informação. Serve como um meio de distribuição de notícias.
 - *Utilização no Ensino a Distância:* os alunos e professores dos cursos a distância podem ter acesso a informações atuais acerca do assunto que estão estudando e também divulgar seus trabalhos para que outras pessoas possam conhecê-los.
- **Fórum:** São grupos de discussão sobre determinado assunto, mas ao contrário das listas de discussão onde os usuários recebem as perguntas e respostas por e-mail, no Fórum estas perguntas e respostas vão sendo acrescentadas em um página de livre acesso, onde um assunto abre discussão acerca de outro assunto, sempre ligados ao mesmo tema.
 - *Utilização no Ensino a Distância:* as contribuições no Fórum, geralmente podem ser de qualquer pessoa interessada, não necessariamente de um aluno ou professor do curso, o que proporciona uma interatividade com outras pessoas contribuindo para o aprendizado, também facilita a divulgação do curso e seu conteúdo.
- **FTP (File Transfer Protocol):** protocolo de transferência de arquivos, utilizado para transmitir ou receber arquivos via Internet.
 - *Utilização no Ensino a Distância:* O FTP pode ser utilizado tanto para a transferência de arquivos do curso para o aluno, por exemplo, conteúdos a serem estudados *off line*, como do aluno para o curso, as provas e trabalhos para avaliação de aprendizagem.
- **Site:** é o recurso mais conhecido da Internet (WWW) e consiste em um endereço de Internet, com páginas estáticas ou dinâmicas, contendo os mais variados tipos de informação que podem ser acessadas por qualquer pessoa conectada à Internet.
 - *Utilização no Ensino a Distância:* as páginas *Web* são a expressão mais comum de distribuição de informações. Nos Cursos a Distância podem ser usadas como portais de entrada, como via de acesso aos outros recursos utilizados no curso, pode ainda, disponibilizar informações aos alunos e professores e também a outras pessoas interessadas em participar do curso.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Ensino a Distância através da Internet oferece grandes facilidades. Dentre as mais evidentes, como o custo reduzido e a flexibilidade de tempo, destaca-se, também, a interatividade na relação professor-aluno e aluno-aluno que facilita a troca de experiências e proporciona um ambiente colaborativo, ressaltando características de união e participação, mesmo sem a presença física dos integrantes do grupo.

Outra vantagem da Internet é que através de seus inúmeros recursos, sobre os quais discorreremos brevemente neste trabalho, é possível integrar outras modalidades de Ensino a Distância que ganham dinamismo e rapidez quando implementadas via Internet. Constata-se isso ao comparar o tempo de comunicação do correio tradicional com o do correio eletrônico, os programas de Ensino a Distância através da televisão, oferecidos em horários pré-determinados, nem sempre de acordo com a disponibilidade dos alunos, com os conteúdos via *Web* que podem ficar à disposição do aluno para que ele próprio determine seus horários de estudo.

Porém, nem tudo são vantagens. O Ensino a Distância implementado através da Internet exige disponibilidade de equipamentos e tecnologias que estão distantes da maioria da população brasileira, restringindo o acesso a esta modalidade de ensino. Esta impossibilidade de acesso vai desde dificuldades financeiras em adquirir equipamentos até a inviabilidade de instalação em regiões mais remotas do país.

A precariedade da estrutura física da Internet no Brasil é outro ponto considerável. A baixa velocidade e o congestionamento das linhas de conexão são fatores que interferem na qualidade dos serviços oferecidos via Internet. Um aluno pode perder sua conexão no instante em que está participando de um *chat*, ou nem conseguir participar em razão das linhas congestionadas.

Enfim, existem pontos negativos a serem considerados, mas de forma alguma pode-se desprezar a disseminação de informações através de Ensino a Distância via Internet, que pela sua própria característica difusora do conhecimento, apresenta-se como um portal de acesso ao mundo atual, acompanhando a velocidade de seu progresso.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Fernando José de. *Educação e informática*. São Paulo: Cortez: Autores Associados, 1988.

BITTENCOURT, Denia Falcão. "A construção de um modelo lato senso via internet. A experiência com o curso de especialização para gestores de instituições de ensino técnico UFSC/SENAI". Banco de Teses e Dissertações PPGEP_UFSC, Ago 1999, <<http://stelanet.eps.ufsc.br/BancoTeses/>> (05.09.2000).

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Lei nº 9394/96. Ministério da Educação e Cultura. Brasília: DF, 1996. Disponível em: <<http://www.mec.gov.br/home/legislacao/default.shtm>>. Acesso em: 11/05/2001.

CHAFIK FILHO, Armando. Ensino a distância. Disponível em: <http://orbita.starmedia.com/~chafik/EAD/Principal_EAD.htm>. Acesso em: 25/03/2001.

FERREIRA, Marcelo "A viabilidade da utilização da Internet como ferramenta no Ensino a Distância" Ensino a Distância na Internet, 1998, <<http://www.geocities.com/WallStreet/7939/index.html>> (17/08/2000)

KENAZINSK, Avanilde. "Ensino de graduação pela internet: um modelo de ensino aprendizagem semi-presencial". Banco de Teses e Dissertações PPGEP_UFSC, Jan 2001, <<http://stelanet.eps.ufsc.br/BancoTeses/>> (16.02.2001).

LANDIN, Claudia Maria Ferreira. Educação a distância: algumas considerações. Rio de Janeiro: s.n., 1997.

LOBO NETO, Francisco J.S. "Educação a distância: regulamentação, condições de êxito e perspectivas" 1998, <http://www.intelecto.net/ead/lobo1.htm> (09/09/2000)

LUCENA, Marisa. Um modelo de escola aberta na internet. Rio de Janeiro: Brasport, 1997.

PRETI, Oreste (org.). Educação a distância: construindo significados. Cuiabá: NEAD/IE – UFMT; Brasília: Plano, 2000.

TAJRA, Sammya Feitosa, Informática na educação: novas ferramentas pedagógicas para o professor da atualidade. São Paulo: Érika, 2000.

ANAC – UMA FERRAMENTA PARA ANÁLISE AUTOMÁTICA DA COMPLEXIDADE DE ALGORITMOS

Marco Antonio de Castro Barbosa¹

Laira Vieira Toscani²

Leila Ribeiro³

RESUMO

Este artigo apresenta a concepção, projeto e desenvolvimento do protótipo de sistema ANAC que consiste em uma ferramenta a ser utilizada no apoio ao ensino de Complexidade de Algoritmos. O sistema tem por principal objetivo guiar o usuário no processo de análise do algoritmo fornecendo, como resultado, as equações de complexidade para o pior caso ou caso médio.

ABSTRACT

This paper presents the conception, project and development of the prototype system ANAC that consists of a tool to be used in aid to teaching complexity of algorithms. The system has for main objective to guide the user in the process of analysis of algorithm supplying as result the complexity equations for the average case and worst case.

1 INTRODUÇÃO

A análise de um algoritmo tem por finalidade melhorar, quando possível, seu desempenho e, quando houver mais de um algoritmo para a resolução de um mesmo problema, poder optar pelo melhor dentre os algoritmos existentes. O processo de análise, entretanto, é uma tarefa que exige conhecimento e perícia do analista. Isto tem motivado, ao longo dos anos, pesquisas com a finalidade de criar métodos e construir ferramentas que tornem o processo de análise automático. Dentre esses métodos e ferramentas está o protótipo de sistema ANAC – Analisador de Complexidade que é o assunto abordado neste artigo.

O sistema ANAC [1] é uma ferramenta de apoio ao cálculo da complexidade de algoritmos não-recursivos. Os objetivos deste sistema são:

Fornecer um ambiente que guie o usuário nos passos necessários ao desenvolvimento do cálculo da complexidade de algoritmos;

Servir como ferramenta de apoio ao ensino de complexidade de algoritmos, constituindo-se num ambiente de aplicação prática ao embasamento teórico adquirido no ensino de complexidade algorítmica;

Calcular a complexidade de algoritmos no Pior Caso ou caso Médio;

Estimular o cálculo da complexidade de algoritmos.

Este artigo está dividido em 5 seções. A seção 2 apresenta alguns dos principais conceitos da Teoria da Complexidade. A seção 3 aborda a automatização do processo de análise de algoritmos. Na seção 4 é apresentado o protótipo do sistema ANAC, seus objetivos, projeto e exemplo de utilização. Na seção 5 são apresentadas as conclusões.

¹ Professor de Informática Teórica da Universidade de Cruz Alta - Unicruz –mantonio@inf.ufrgs.br

² Professora de Informática Teórica da Universidade Federal do Rio Grande do sul – UFRGS – laira@inf.ufrgs.br

³ Professora de Informática Teórica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS – leila@inf.ufrgs.br

2 A ANÁLISE DA COMPLEXIDADE DE ALGORITMOS

A análise de algoritmos é uma atividade que contribui para o entendimento fundamental da Ciência da Computação. Segundo Aho [2], a complexidade é o coração da computação.

A construção de um algoritmo visa não apenas à solução de um determinado problema, mas à construção de um algoritmo bom, ou seja, que solucione o problema e seja eficiente. Conhecer a complexidade de um algoritmo é importante para poder decidir se a implementação do algoritmo é viável. A eficiência de um algoritmo é, geralmente, uma meta para quem está desenvolvendo um algoritmo, entretanto, nem sempre faz parte dos objetivos do projetista fazer o cálculo da complexidade. Esta é uma situação contraditória. Em geral, o projetista tem uma idéia intuitiva da eficiência de seu algoritmo, se conforma e não se atreve a desenvolver fórmulas matemáticas para calcular a complexidade. O sistema apresentado neste artigo tem por um de seus principais objetivos mudar essa situação. O objetivo do sistema ANAC é facilitar, na medida do possível, o ensino-aprendizagem da Complexidade de Algoritmos, fazendo com que o aluno crie a cultura do desenvolvimento de algoritmos eficientes, preocupando-se com a eficiência ainda na fase de projeto e construção dos mesmos e leve essa cultura para além da vida acadêmica.

A complexidade de algoritmos consiste na quantidade de trabalho necessária para a sua execução, expressa em função das operações fundamentais, as quais variam de acordo com o algoritmo, e em função do volume de dados. As operações fundamentais são aquelas que, dentre as demais operações que compõem o algoritmo, expressam a quantidade de trabalho, portanto extremamente dependentes do problema e do algoritmo.

Uma das mais importantes medidas de complexidade de algoritmos é a medida de tempo. Isto se justifica em razão de boa parte da pesquisa em Ciência da Computação consistir do projeto e análise de algoritmos em relação à eficiência, ou seja, projetar algoritmos que forneçam a solução do problema em tempo aceitável, de tal forma que a implementação do algoritmo em uma linguagem de programação satisfaça à expectativa do usuário, não só resolvendo o problema, mas o fazendo com tempo de processamento ao menos aceitável. Neste trabalho chamar-se-á de simplesmente complexidade à complexidade de tempo.

Existem duas principais medidas de complexidade de tempo de um algoritmo: complexidade no Pior Caso e complexidade no Caso Médio. A complexidade no pior caso é geralmente a medida mais empregada na prática. Fixado um tamanho de entrada, a análise no pior caso é feita em relação ao número máximo de operações fundamentais necessárias para a resolução de qualquer problema do tamanho fixado. Seu valor pode ser considerado como um limite de complexidade que não será ultrapassado, sendo portanto, uma garantia de qualidade mínima do algoritmo. O aspecto negativo da análise no pior caso é que leva em consideração os casos caóticos que dificilmente irão ocorrer na prática. A complexidade no caso médio, para determinados algoritmos, é mais realística do que a análise no pior caso. A análise no caso médio é baseada nas distribuições probabilísticas dos dados de entrada do algoritmo. Para algoritmos utilizados freqüentemente é mais indicado calcular a sua complexidade média, pois a probabilidade de cair no pior caso é sempre mínima. A dificuldade no cálculo do caso médio está justamente nas distribuições probabilísticas dos dados de entrada, que nem sempre são conhecidas. Apesar disto, existem bons exemplos de aplicação deste cálculo, porém utilizando sempre distribuição uniforme. Um exemplo característico é o algoritmo de ordenação *Quicksort*, que apresenta desempenho médio $O(n \log n)$ [3], enquanto o seu desempenho no pior caso é $O(n^2)$, mas sabe-se que na prática o algoritmo *Quicksort* raramente terá este desempenho pessimista.

Algoritmos que não contenham nenhuma estrutura condicional terão as complexidades no pior caso e caso médio iguais, porque o algoritmo executará sempre o mesmo número de operações para um mesmo tamanho de entrada, pois possui um só caminho de execução.

A análise da complexidade de um algoritmo é realizada, usualmente, de maneira muito particular, já que a complexidade é uma medida que tem parâmetros bem particulares ao algoritmo (operações fundamentais e tamanho da entrada). Apesar disso alguns conceitos são gerais, no sentido que só dependem da estrutura do algoritmo. É essa a idéia que será explorada no sistema ANAC.

Quando existe mais de um algoritmo para a resolução de um mesmo problema é necessário que o analista possa identificar qual dos algoritmos é o mais indicado, seja em termos de precisão ou tempo de execução. É importante salientar que a comparação de algoritmos para resolver um mesmo problema deve se passar no âmbito de algoritmos que tenham mesmas operações fundamentais e mesma função de tamanho do problema. Um exemplo de algoritmos com o mesmo objetivo e que apresentam desempenhos muito diferentes é o do cálculo da determinante de uma matriz. Ao se utilizar um computador real para encontrar o determinante de uma matriz 20 x 20 usando a definição o tempo estimado é de 15.225 séculos, enquanto que no mesmo computador usando o método de Gauss o tempo estimado será de 38,63 ms.

Algoritmos são desenvolvidos sem a preocupação de cálculo de complexidade, porque o cálculo é difícil, muito dependente do algoritmo em questão e portanto fica dependente da sensibilidade do projetista, além disso requer manipulação de fórmulas matemáticas, que não estão presentes no dia-a-dia do projetista e muitos ótimos projetistas têm verdadeira aversão a este tipo de manipulação. As pesquisas desenvolvidas em Teoria da Complexidade também não ajudam o projetista pois, geralmente estes estudos são realizados para complexidade de problemas específicos, ou estudos de algoritmos específicos. Poucos são os trabalhos que trazem benefícios diretos ao projetista usual, ou seja que tratam o assunto de maneira mais geral, mais abrangente e menos direcionada e específica. Um exemplo é o estudo do problema de classificação de onde saíram resultados altamente utilizáveis como: “não é possível desenvolver algoritmo de classificação baseado em comparação com complexidade melhor que $O(n \log n)$, tanto no pior caso quanto no caso médio com distribuição uniforme” [2] e portanto algoritmos como *Heapsort* e *Mergesort* que possuem essas complexidades podem ser considerados ótimos e são largamente usados.

3 ANÁLISE AUTOMÁTICA DE ALGORITMOS

Nas últimas décadas muitos estudos foram realizados sobre a análise de algoritmos. Entretanto esses estudos focalizavam, em sua maioria, a análise de algoritmos específicos, tais como algoritmos de classificação, pesquisa e etc. Poucos estudos foram destinados à automatização do processo de análise de forma mais genérica e irrestrita.

Na década de 70 surgiram as primeiras tentativas de automatizar o processo de análise de algoritmos. Algumas dessas tentativas resultaram em sistemas, como é o caso dos sistemas METRIC [4], ACE [5] e o Lambda-Upsilon-Omega [6].

O sistema METRIC, desenvolvido por Wegbreit foi o primeiro sistema criado com a finalidade de analisar algoritmos de forma totalmente mecânica. Esse sistema transforma especificações de programas em equações de recorrência e ao resolver essas equações obtém a complexidade do programa analisado. O METRIC analisa programas segundo as medidas de desempenho apresentadas por Knuth [7], sendo elas a complexidade mínima (melhor caso), a complexidade máxima (pior caso) e a complexidade média. Wegbreit estabeleceu uma análise mecânica de programas como uma atividade viável, o que foi inovador e motivou novas pesquisas neste campo.

O sistema ACE (*Automatic Complexity Evaluator*), desenvolvido por Le Métayer possui uma abordagem um tanto similar ao escopo de Wegbreit aplicada, no entanto, à análise no

pior caso. O ACE analisa programas funcionais usando uma base de dados com regras que convertem as especificações de programas em equações de complexidade.

O sistema Lambda-Upsilon-Omega - $\Lambda\Upsilon\Omega$, desenvolvido por Flajolet, Salvy e Zimmermann é um sistema projetado para realizar análise automática de classes restritas de procedimentos puramente funcionais. O sistema baseia-se na conjunção de duas idéias:

1) As recentes metodologias em análise combinatorial, que mostraram uma correspondência geral entre estruturas de dados e especificações de algoritmos e equações operando sobre funções geradoras. A computação automática dessas equações de funções geradoras é realizada pelo Sistema Analisador Algébrico - ALAS.

2) As equações obtidas pelo ALAS são passadas para um Sistema Analítico – ANANAS, que é uma coleção de rotinas algébricas escritas na linguagem Maple, para serem resolvidas.

As metodologias de cálculo de complexidade de algoritmos para o pior caso, proposta em [8], e para o caso médio, proposta em [9], tornaram o processo de cálculo de complexidade de algoritmos mais mecânico e possibilitam o desenvolvimento de um sistema de cálculo de complexidade mais abrangente e mais genérico no seu uso.

O sistema ACME – Analisador de Complexidade Média, desenvolvido por Morelli [10] foi o primeiro sistema criado utilizando as metodologias desenvolvidas em [8] e [9]. Esse sistema realiza a análise no caso médio. A saída fornecida pelo sistema é uma equação não simplificada e portanto relativamente complexa de ser analisada, uma vez que o processo de simplificação fica totalmente a cargo do usuário.

4 O SISTEMA ANAC

A construção de algoritmos que não apenas solucione determinado problema, mas o faça em tempo viável, além de outros fatores já anteriormente citados, constituiu-se em motivação para a construção de um sistema que realiza a análise algorítmica de forma semi-automática, o Analisador de Complexidade - ANAC.

4.1 Características do Sistema ANAC

O ANAC baseia-se nas metodologias de cálculo de complexidade para estruturas algorítmicas proposta em [8] e [9]. O sistema analisa algoritmos não-recursivos escritos em uma linguagem Pascal-like definida para o sistema. Esta linguagem engloba as principais estruturas presentes em linguagens imperativas: atribuição, seqüência, condicional, iteração e iteração condicional, calculando de forma semi-automática a equação de complexidade e resolvendo-a sempre que forem fornecidos os dados necessários para este processo. O sistema possui a possibilidade de extensão. O usuário pode incluir uma instrução ou procedimento que não faz parte da linguagem Pascal-like utilizada pelo sistema, desde que forneça os dados necessários para que o sistema possa reconhecer esse comando e poder calcular a complexidade daquela nova instrução ou procedimento.

O sistema foi implementado na linguagem de programação Java, pela portabilidade desta linguagem e pelo propósito de disponibilizar o sistema ANAC através da Internet.

O protótipo de sistema ANAC consiste de um processo de análise-síntese que recebe como entrada uma especificação algorítmica escrita numa linguagem Pascal-like pré-estabelecida e à medida que a análise sintática vai sendo efetuada, a equação de complexidade vai sendo construída. O processo de análise sintática ocorre de maneira *top-down* e ao ser identificada uma instrução, a sua equação de complexidade correspondente é construída em forma de árvore e as variáveis de complexidade são geradas e desenvolvidas até sua completa definição. Neste ponto o sistema retorna na árvore substituindo a variável pelo seu respectivo valor. Esse processo pode ser visto na seção de exemplo a seguir. Caso o

sistema esteja sintaticamente incorreto, o sistema emitirá mensagem de erro e irá abortar o processo de análise do algoritmo. Após concluído, com êxito, o processo de análise sintática do algoritmo, o sistema terá obtido a equação de complexidade do algoritmo. Essa equação, entretanto, poderá estar numa forma bastante complicada e o sistema irá simplificar a equação sempre que for possível fazê-lo.

O sistema interage com o usuário sempre que necessário. Antes de iniciar o processo de análise é necessário que o usuário defina em qual medida deseja calcular a complexidade: pior caso ou caso médio. Caso o usuário não faça esta definição, o sistema irá calcular a complexidade no pior caso. Ao se iniciar o processo de análise é solicitado que o usuário identifique a variável que irá representar o tamanho da entrada. Quando o usuário optar pelo cálculo da complexidade média, sempre que o sistema encontrar estruturas que apresentam mais de um caminho de execução, o sistema irá solicitar as probabilidades de cada um desses caminhos. Ao encontrar uma estrutura com iteração condicional, o sistema solicitará ao usuário uma avaliação pessimista para o número de vezes que essa instrução será executada na sua aplicação e a complexidade da avaliação de sua condição.

4.2 A Interface do Sistema ANAC

O sistema apresenta-se ao usuário como uma ferramenta para edição de textos bastante simples, conforme pode ser observado na Figura 1.

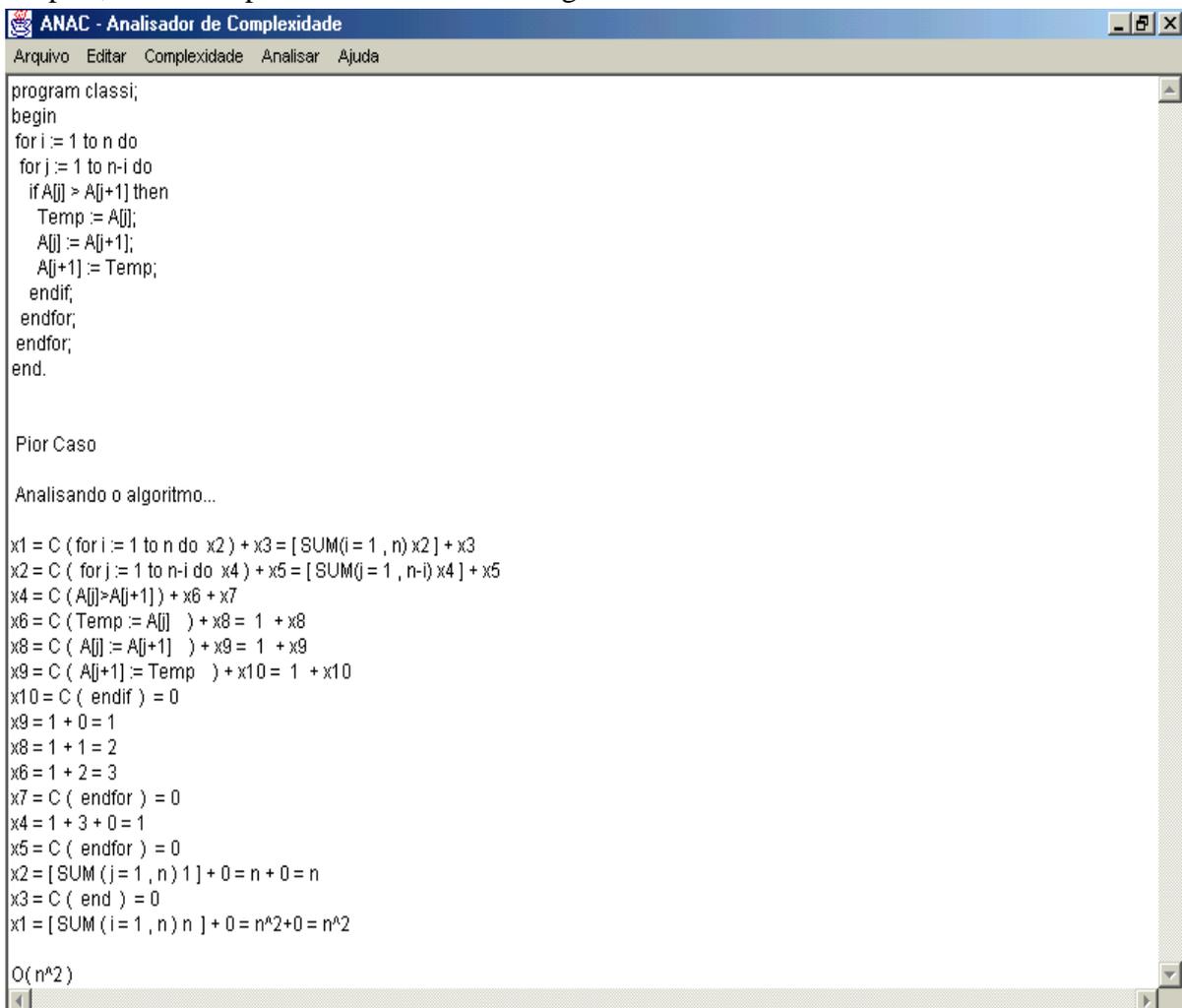


Figura 1 – A Interface do Sistema ANAC

O sistema possui uma janela com menu de opções com os itens **Arquivo**, **Editar**, **Complexidade**, **Analisar** e **Ajuda**. Na opção **Complexidade** estão presentes os subitens:

Pior Caso e Caso Médio. Para que o ANAC possa iniciar o seu processo de análise é necessário que um desses campos seja selecionado. A opção **Pior Caso** fica destacada por *default*. Para iniciar a análise, o usuário deve selecionar a opção **Iniciar** no menu **Analisar**.

4.3. Exemplos de Aplicação da Metodologia

Exemplo 1:

Na Figura 1, pode se ver na apresentação da interface do sistema um algoritmo que foi analisado pelo sistema. O algoritmo analisado tem por objetivo ordenar um vetor de dimensão n , varrendo-o n vezes. Na primeira varredura, coloca o maior elemento na primeira posição mais à esquerda; na segunda varredura, coloca o segundo maior elemento na segunda posição mais à esquerda e assim por diante.

No exemplo, pode ser vista a representação algorítmica, uma mensagem indicando a medida na qual a análise estava sendo efetuada (Pior Caso), uma mensagem de *status*, indicando que o algoritmo estava sendo analisado e logo abaixo, a análise efetuada pelo ANAC, que forneceu como equação final:

$$x1 = [\text{SUM} (i = 1 , n) n] + 0 = n^2 + 0 = n^2$$

e como resultado final, em ordem assintótica:

$$O(n^2)$$

que representa um polinômio de grau dois $O(n^2)$. A análise mostrada, neste exemplo, representou todo o processo realizado pelo ANAC para análise no Pior Caso. No entanto, para o sistema chegar a esse resultado houve interações com o usuário. Quando o sistema encontrou o comando condicional **if** $A[j] > A[j+1]$ **then**, foi solicitado que o usuário fornecesse a complexidade da avaliação da condição ($A[j] > A[j+1]$) para que essa estrutura pudesse ser avaliada. Sempre que o sistema encontrar comandos condicionais e iterações condicionais, por apresentar mais de um ramo de execução, o sistema irá solicitar que o usuário defina qual o ramo a ser seguido e a complexidade relativa à avaliação da estrutura condicional.

No exemplo 1 foi realizada a análise no pior caso. O processo de análise no caso médio é praticamente o mesmo, só diferindo nas probabilidades dos ramos de execução que também deverão ser informadas pelo usuário.

Exemplo 2:

O presente algoritmo tem por objetivo determinar os valores máximo e o mínimo de uma tabela, armazenada como vetor *Tab*, comparando cada elemento com candidatos.

```
program MaxMin;
begin
  Max := Tab[1];
  min := Tab[1];
  for i := 1 to n-1 do
    if Tab[i] > Max then
      max := Tab[i];
    endif;
    if Tab[i] < min then
      min := Tab[i];
    endif;
  endfor;
endprogram;
```

```

endif;
endfor;
end.

```

Abaixo está o resultado da análise do algoritmo Max_&_min:

```

x1 = C ( Max := Tab[1] ) + x2 = 1 + x2
x2 = C ( min := Tab[1] ) + x3 = 1 + x3
x3 = C ( for i := 1 to n-1 do x4 ) + x5 = [ SUM(i = 1 , n-1) x4 ] + x5
x4 = C ( Tab[i]>Max ) + x6 + x7
x6 = C ( max := Tab[1] ) + x8 = 1 + x8
x8 = C ( endif ) = 0
x6 = 1 + 0 = 1
x7 = C ( Tab[i]<min ) + x9 + x10
x9 = C ( max := Tab[1] ) + x11 = 1 + x11
x11 = C ( endif ) = 0
x9 = 1 + 0 = 1
x10 = C ( endfor ) = 0
x7 = 1 + 1 + 0 = 1
x4 = 1 + 1 + 1 = 1
x5 = C ( end ) = 0
x3 = [ SUM ( i = 1 , n-1 ) 1 ] + 0 = n + 0 = n
x2 = 1 + n = n
x1 = 1 + n = n
O ( n )

```

5. CONCLUSÃO

A análise automática de algoritmos tem como principal objetivo tornar o processo de cálculo da complexidade mais acessível. O surgimento das metodologias de cálculo de complexidade, baseado nas estruturas algorítmicas para o pior caso, proposta em [8] e para o caso médio, proposta em [9], tornaram o processo aplicável a uma classe maior de algoritmos, o que não ocorre nos sistemas [4], [5] e [6], o que restringe a utilização desses sistemas.

O sistema ANAC é uma ferramenta de apoio ao ensino de complexidade de algoritmos não-recursivos, constituindo-se num ambiente interativo entre o usuário e o sistema de forma que o usuário seja guiado durante o processo de análise.

O sistema proposto apresenta algumas vantagens em relação aos sistemas citados na seção 3:

fato da linguagem de especificação do algoritmo ser Pascal-like torna o ANAC um sistema mais utilizável, por ser o Pascal uma linguagem amplamente difundida no meio acadêmico, ao contrário de um sistema como METRIC que trabalha com a linguagem Lisp, cuja utilização é mais restrita;

possui um ambiente de trabalho mais simples de operar. Em sistemas como o Lambda-Upsilon-Omega o usuário necessita ter conhecimento do sistema operacional Unix, conhecer a linguagem de programação Lisp e ainda ter conhecimento do software matemático Maple;

é um sistema interativo que vai guiando o usuário durante o processo de análise, isto faz com que o usuário vá adquirindo perícia no processo de análise e venha a tornar o processo de análise um hábito durante o processo de desenvolvimento de um algoritmo;

com exceção do METRIC, todos os demais sistemas vistos apresentam a análise segundo uma única medida, ou no pior caso ou no caso médio. O ANAC é capaz de fornecer o resultado para ambas;

gera, sempre que possível, um resultado simplificado o que não é visto nos demais sistemas que podem gerar extensas e complicadas equações, que podem ser desestimulantes para quem não esteja habituado com o processo de cálculo de complexidade ou para quem está se iniciando no estudo da Teoria da Complexidade.

Ao contrário dos demais sistemas, que possuem uma abordagem teórica com a finalidade de encontrar uma relação entre a complexidade do algoritmo e a estrutura do algoritmo, o ANAC possui uma preocupação prática de solução, com o objetivo de chegar a uma ordem de complexidade.

A contradição entre a preocupação com a eficiência dos algoritmos e a não-preocupação em calcular a complexidade deles é uma situação que deve ser revertida. Assim, um resultado que se almeja alcançar com esse trabalho é o despertar da necessidade para essa importante tarefa no desenvolvimento de algoritmos, fazendo do cálculo da complexidade uma etapa do projeto do algoritmo, e então aumentar o número de algoritmos analisados e a geração de algoritmos mais eficientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Barbosa, Marco A. C.; Toscani, Laura; Ribeiro, Leila. “Ferramenta para a Automatização da Análise da Complexidade de Algoritmos”. In: SBIE2000–XI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação/SBC. Anais..., Maceió, 2000.
- [2] Aho, A.; Hopcroft, J.; Ullman, J. Data Structures and Algorithms. Addison-Wesley. 1982.
- [3] Horowitz, Ellis & Sahni, Sartaj. Fundamentals of Computer Algorithms. Computer Science Press Inc. 1978
- [4] Wegbreit, B. “Mechanical program analysis”. Communications of the ACM, 18(9):528-539, 1975.
- [5] Metayer, D. Le. “Ace: An automatic complexity evaluator”. ACM Transactions on Programming Languages and Systems, 10(2):248-266,1988.
- [6] Flajolet, Philippe; Salvy, Bruno & Zimmermann, Paul. “ $\Lambda Y \Omega$: An Assistante Algorithms Analyser”. In Proceedings AAIECC'6, Lecture Notes in Computer Science 357, pg. 201-212, 1988. Also available as INRIA Reserch Report 876, 1988.
- [7] Knuth, D. E. “The Art of Computer Programming”. Addison-Wesley, Menlo Park, California, 1968.
- [8] Toscani, L. V. & Veloso, Paulo A. S. “Uma metodologia para cálculo da complexidade de algoritmos”. Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software, 4. Águas de São Pedro/SP, out. 24-26. Anais, SBC 1990.

[9] Rosa, Débora Schuch da. “Complexidade Média Algorítmica: uma Metodologia para o seu cálculo”. - Dissertação de Mestrado - CPGCC / UFRGS, 1997.

[10] Silveira; Carlos Morelli D. “Analisador de Complexidade Média Baseado nas Estruturas Algorítmicas”. UFPEL – Pelotas, 1998.

CAFE – CONTROLE DE ALUNOS FORMANDOS E EGRESSOS DA URCAMP: PROJETO E IMPLEMENTAÇÃO COM SOFTWARE LIVRE

Guilherme Silva de Lacerda¹

Claudimir Zavalik²

Cristiano Cachapuz e Lima³

Luiz Cláudio Dalmolin⁴

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo descrever a implementação de um sistema que permita coletar e armazenar informações de alunos formandos e egressos da URCAMP. São abordados diversos conceitos da área da computação, de fundamental importância para o seu desenvolvimento.

Palavras-chave: Programação, Web, Banco de Dados, Engenharia de Software.

ABSTRACT

This work aims to describe the implementation of a system that allows collecting and maintaining information about graduate students from URCAMP. It presents many concepts in computer science, very important to its development.

Keywords: Programming, Web, Databases, Software Engineering.

1 INTRODUÇÃO

Obter informações sobre os alunos formandos e egressos da Universidade é de suma importância para a administração da Instituição, bem como para a avaliação do desempenho da Universidade perante o Ministério da Educação. A avaliação de cursos do Ministério da Educação e Cultura - Secretaria de Educação Superior (MEC/SESu) apresenta, como parte da avaliação da Instituição de Ensino Superior (IES), um item de acompanhamento do aluno egresso.

Devido à dificuldade de localização de inúmeros alunos egressos dos diversos cursos da Instituição, procurou-se solucionar o problema com a implementação de um sistema utilizando uma tecnologia atual e de fácil acesso, a Internet, também conhecida por *World Wide Web* ou simplesmente *Web*.

Resolveu-se desenvolver um sistema com características que realizassem transações via *Web*, devido ao contexto do trabalho. Quando se fez o levantamento de requisitos necessários para o desenvolvimento do sistema, notou-se que as ferramentas disponíveis eram de altíssimo custo para um trabalho acadêmico. Então, os esforços se voltaram para o estudo e desenvolvimento de um aplicativo utilizando ferramentas de software livre, constituindo uma grande inovação tecnológica.

¹ Mestrando Informática ênfase Sistemas de Informação (PPGC/II-UFRGS) - e-mail: guilherme_lacerda@bol.com.br

² Mestrando Informática ênfase Sistemas de Informação (PPGC/II-UFRGS) - e-mail: zavalik@bol.com.br

³ Mestrando em Ciências da Computação (PPGC/II-UFRGS), Co-orientador do Projeto - e-mail: ccl@urcamp.tche.br

⁴ Mestre em Informática (PUCRS), Orientador do Projeto - e-mail: dalmolin@urcamp.tche.br

2 ACESSO A BANCO DE DADOS VIA WEB

A grande necessidade de se armazenar informações e, mais importante que isso, distribuí-las para quem de fato as necessita, fez com que desenvolvedores se preocupassem com a utilização de mecanismos para armazenamento e gerenciamento de dados na *Web* [ROW 1998].

Muitas aplicações *Web* armazenam dados em arquivos convencionais, controladas por linguagens como C, C++ e *Perl*. Estas aplicações não são adequadas para o tratamento de um grande volume de informações [LIM 1997].

Para implementar o acesso a Banco de Dados via *Web*, pode-se analisar sob três níveis de abstração [ZAV 2000]: interação cliente-servidor, interação do *browser* com o Banco de Dados e estrutura interna dos programas.

2.1 Interação Cliente-Servidor

Para que ocorra a interação, devem-se relacionar alguns itens relevantes, que podem ser visualizados conforme figura 1 [BUT 1997], [ROW 1998], [ZAV 2000].



Figura 1: Interação Cliente-Servidor

2.2 Interação do Browser com o Banco de Dados

A interação do *browser* com o Banco de Dados pode se dar de duas formas [BUT 1997]: aplicações no cliente, através de *applets* [SUN 2000] ou através de aplicações armazenadas no servidor, como CGIs, SSIs e *servlets* [LIM 1997], [ROW 1998], [ZAV 2000].

As formas de acesso a Banco de Dados, via *Web*, são muitas, porém se faz necessário analisar a melhor forma para a implementação da solução. Devem-se levar em conta aspectos como desempenho do servidor, tempo de resposta da aplicação, integridade dos dados em tempo de execução cliente-servidor, entre outros. O acesso a Banco de Dados através de aplicações executadas no servidor, pode ser melhor representada pela figura 2 [ZAV 2000].

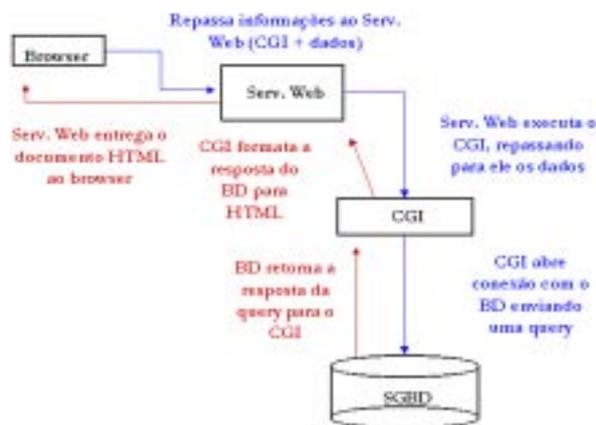


Figura 2: Interação do browser com o Banco de Dados, através de CGIs.

2.3 Estrutura interna dos programas

Em linhas gerais, um programa que necessite realizar uma conexão com um Banco de Dados via *Web*, deve, obrigatoriamente, ter a seguinte estrutura interna, proposta na figura 3 [ZAV 2000]. Cabe ressaltar que esta estrutura interna independe de sua estrutura de implementação, devendo manter estas características de qualquer forma.



Figura 3: Estrutura interna dos programas

3 O SISTEMA CAFE

O sistema CAFE (acrônimo de Controle de Alunos Formandos e Egressos) é formado por um conjunto de módulos, escritos em HTML, PHP e *JavaScript*, elaborados em consonância com técnicas de Orientação a Objetos, que permite a centralização e administração dos dados dos alunos formandos e egressos dos diversos *campi* da Universidade. As informações dos alunos da IES e administradores do CAFE estão armazenadas em um SGBD Cliente-Servidor Objeto Relacional denominado *PostGreSQL*. Essas informações estão centralizadas em um Servidor GNU/Linux, utilizando o Apache *Web Server*.

Para realização da análise e projeto do CAFE, primeiramente foi realizada a elicitación de requisitos junto às pessoas envolvidas no processo. Tendo o levantamento destes requisitos, partiu-se então para a formalização do modelo, realizada através de técnicas de modelagem de dados como normalização e modelo E-R [YON 1983], [DAT 1991], [KER 1994], [HEU 1998].

Após a realização das etapas de formalização do modelo de banco de dados, foi realizada a modelagem do sistema, utilizando a UML. A UML é definida como uma linguagem de modelagem de software OO, que agrega elementos de modelagem de metodologias como OOAD, de *Booch*, OMT, de *Rumbaugh* e OOSE, de *Jacobson* [RAT 2000]. Tanto a modelagem UML, quanto o modelo E-R estão implementados através da ferramenta *dia*, distribuída sob licença GNU/GPL.

O processo de desenvolvimento da aplicação iniciou com a criação das *home pages*, criação dos módulos *javascript* e desenvolvimento dos módulos PHP. Cabe salientar que, o mapeamento de uma solução orientada a objetos para um Banco de Dados Relacional deve ser muito cuidadoso, evitando perder semântica [RUM 1997]. Em [DEB 2000], deve se procurar definir os objetos persistentes, para então partir para a tradução do modelo em tabelas.

Segundo [GHE 1991], “As aplicações não devem somente suportar acesso fácil para os usuários, mas sim encorajar os usuários ativos na criação de simples aplicações”. Baseado nesta afirmativa, foi criado um editor de consultas para o CAFE. Esse editor suporta tanto *queries* SQL como módulos escritos em PHP. Esses módulos devem ser escritos para manter uma interface de parâmetros para consultas, enquanto consultas SQL

manipuladas pelo editor são estáticas. No desenvolvimento do CAFE utilizou-se uma técnica de teste de implementação denominada *white-box*. Em [GHE 1991], o teste de *white-box* é também chamado de teste estruturado, pois se usa a estrutura interna do programa para testar as informações fornecidas.

3.1 Funcionamento do CAFE

O Sistema CAFE apresenta em sua tela inicial a opção de escolha do tipo de usuário que irá utilizar o sistema (figura 4).

A cada página exibida no *browser*, existe sempre um *link* de ajuda, de forma a facilitar sua utilização, mantendo um *help* sensível ao contexto. Conforme [GHE 1991], a usabilidade é um campo da engenharia clássica, extensível nos estudos das necessidades e atitudes do usuário, procurando melhorar a interação produto/usuário.

O CAFE possui inúmeras funcionalidades como cadastro e atualizações de dados dos alunos, incluindo foto; controle dos diversos cursos e *campi* da IES; administração e consultas das informações dos alunos, e; extração de informações estratégicas, através do seu editor de consultas.



Figura 4: Tela inicial do CAFE

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mais importante do que armazenar informações de forma organizada e segura em um banco de dados, é disponibilizá-las a quem de fato as necessita. Nesse contexto, uma aplicação utilizando a *Web* como meio de comunicação entre o usuário e o sistema passa a ser indispensável para a obtenção de resultados eficientes.

Para a integração das tecnologias, faz-se necessário um amplo domínio de conhecimento em diversas áreas da computação, como Arquitetura de Sistemas Operacionais onde é importante conhecimento dos recursos, ferramentas disponíveis e limitações do Sistema Operacional a ser utilizado. Na área de Banco de Dados, é necessário avaliar características relevantes à aplicação, sendo fatores determinantes para a escolha do Banco de Dados que atendessem às exigências. Como se trata de uma aplicação que funciona via *Web*, o conhecimento sobre a área de Redes de Computadores é de suma importância. Outra área muito envolvida é a Engenharia de Software, onde é relevante a utilização de métodos e técnicas necessárias para assegurar o que o processo de desenvolvimento do software esteja sendo realizado com qualidade.

A adoção de ferramentas de software livre é uma alternativa tecnicamente eficiente e economicamente viável para a solução de problemas computacionais. Além desses aspectos, a disseminação do conhecimento através do software livre é um dos aspectos que tem incrementado sua utilização de forma significativa.

Como esta área de pesquisa é relativamente nova, pode-se relacionar inúmeros trabalhos para o aperfeiçoamento desta área como questões de segurança direcionados a aplicações *Web* com Banco de Dados, estudo de formas de modelagens de aplicações *Web* e Banco de Dados, estudos comparativos de modelos Cliente/Servidor entre aplicações *Web* e aplicações com Banco de Dados tradicional, estudos sobre performance de servidores *Web*,

suportando aplicações com Banco de Dados integrados, novas ferramentas de desenvolvimento de aplicações *Web*, estudo comparativo entre Banco de Dados com recursos para desenvolvimento de aplicações *Web*, entre outros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [BUT 1997] BUTZEN, Fred. FORBES, Dorothy. *Linux Banco de Dados – Como Projetar e Gerenciar*. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 1997.
- [DAT 1991] DATE, Cris J. *Introdução a Sistema de Banco de Dados*. Rio de Janeiro: Campus, 1991.
- [DEB 2000] DEBONI, José Eduardo. *Traduzindo Objetos em Banco de Dados Relacionais*. Disponível em <<http://www.voxxel.com.br/oobdr/oobdr.htm>> Acesso em 30 nov 2000.
- [GHE 1991] GHEZZI, Carlo. JAZAYERI, Mehdi. MANDRIOLI, Dino. *Fundamentals of Software Engeneering*. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1991.
- [HEU 1998] HEUSER, Carlos A. *Projeto de Banco de Dados*. Porto Alegre: Sagra Luzzato, Série Livros Didáticos, 4ª ed., 1998.
- [KER 1994] KERN, Vinícius. *Banco de Dados Relacionais: Teoria e prática de projeto*. São Paulo: Érica, 1994.
- [LIM 1997] LIMA, Iremar N. *O Ambiente Web Banco de Dados: Funcionalidades e Arquiteturas de Integração*. PUC-Rio: Rio de Janeiro, 2000. Dissertação de Mestrado. Disponível em: <<http://www.cecom.ufmg.br/~iremar/dissertacao/dissert.htm>>. Acesso em 19 out 2000.
- [RAT 2000] RATIONAL. *UML Documentation Resources*. Disponível em <<http://www.rational.com/uml/resources/documentation/index.jtml>> Acesso em 20 abr 2000.
- [ROW 1998] ROWE, Jeff. *Construindo Servidores de Banco de Dados Internet com CGI*. São Paulo: Makron Books, 1998.
- [RUM 1997] RUMBAUGH, J. BLAHA, M. PREMERLANI, W. EDDY, F. LORENSEN, W. *Modelagem e projetos baseados em objetos*. Rio de Janeiro: Campus, 1997.
- [SUN 2000] SUN MICROSYSTEMS. *The Source for Java Technology*. Disponível em <<http://java.sun.com>>. Acesso em 15 jul 2000.
- [YON 1983] YONG, Chu Shao. *Banco de Dados – Organização, Sistemas e Administração*. São Paulo: Atlas, 1983.
- [ZAV 2000] ZAVALIK, Claudimir. LACERDA, Guilherme S. *O Uso de Software Livre no acesso a Banco de Dados via Web*. I Fórum Internacional Software Livre 2000 – Anais do I Workshop de Software Livre WSL2000. Porto Alegre: UFRGS, 2000.

TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E MUDANÇA COMPORTAMENTAL: PESQUISA EXPLORATÓRIA SOBRE O USO INTERNET NA URCAMP

Léu Cardoso Carate¹

RESUMO:

Atualmente uma das tecnologias da informação e comunicação de crescimento extremamente acelerado e que tem causado mudanças no comportamento da sociedade é a Internet.

Este trabalho analisa as mudanças comportamentais observadas na estrutura organizacional, nos grupos, no indivíduo e também as barreiras que inibem ou dificultam o uso pleno desta tecnologia, na opinião do corpo docente e administrativo, da Universidade da Região da Campanha – URCAMP - BAGÉ/RS.

Foram coletados dados junto ao corpo docente (professores) e corpo administrativo (diretores, coordenadores, chefes e funcionários de apoio) pertencentes a quatro *campi* da Universidade (Bagé - Campus Sede, Alegrete, São Gabriel e Sant`Ana do Livramento), na tentativa de fazer um diagnóstico no ambiente acadêmico referente ao uso desta tecnologia.

Para atingir os objetivos propostos, efetuou-se uma pesquisa *survey*, sendo os dados coletados diretamente nos respectivos *campi*. Obteve-se uma amostra final de quinhentos e cinquenta e oito respondentes, que responderam a um conjunto de questões fechadas e escalares.

Palavras chave: Tecnologias da Informação, Mudança Comportamental, Mudanças Organizacionais e Internet.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, praticamente todo cidadão tem testemunhado uma invasão crescente do seu cotidiano por novas tecnologias de computação e comunicação, que causam mudanças dramáticas no papel, na qualidade e na velocidade de troca de informação com que ele lida no dia-a-dia. Uma destas tecnologias de crescimento extremamente acelerado que a sociedade está acompanhando é a Internet. Além do fascínio que esse mundo exerce sobre as pessoas, existe uma imensa e profunda mudança de paradigma em inúmeras áreas do conhecimento e de atuação do homem. Essas mudanças vão desde a forma de fazer negócios à forma de gerenciar equipes que jamais se reunirão fisicamente em algum tempo e lugar. Por isso, a Internet não é apenas a maior rede de comunicação construída pelo homem até hoje; ela é, antes de tudo, muitas coisas reunidas numa só entidade, ao mesmo tempo é concreta e abstrata.

A realização desta pesquisa justifica-se pela necessidade de obter-se uma avaliação sobre as mudanças comportamentais ocorridas e as barreiras encontradas em relação ao uso efetivo e intensivo da Internet. Segundo LEVY (1996), no campo acadêmico, a Internet é um dos principais instrumentos de conhecimento nos dias atuais e pode modificar inclusive a forma como as universidades funcionam.

Do ponto de vista do ensino, extensão e pesquisa, funções sobre as quais se ampara a Universidade, quer-se investigar como a tecnologia que permite ascender aos mais importantes e culturalmente desenvolvidos locais do mundo impactou a instituição de ensino superior a ser estudada, quais as mudanças comportamentais e quais as barreiras que foram detectadas. Do ponto de vista gerencial, quer-se investigar como a tecnologia

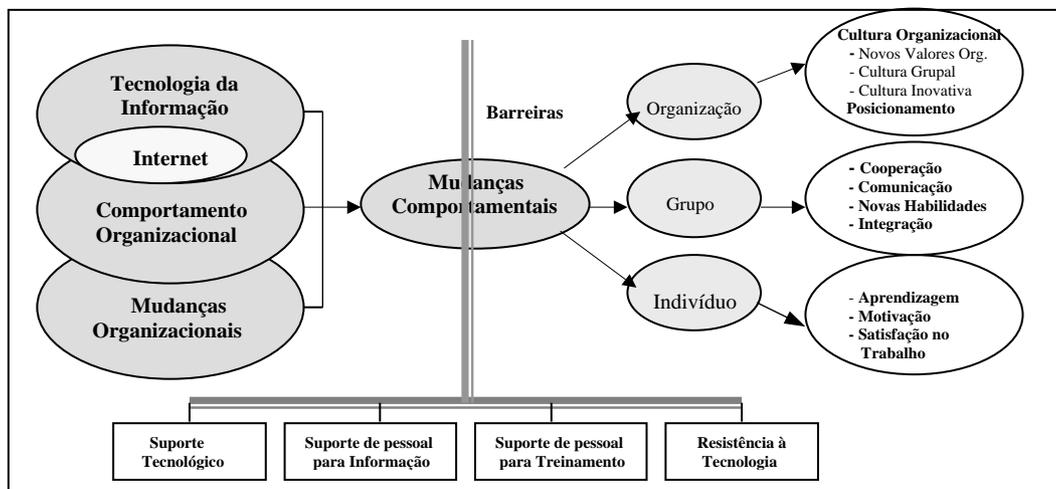
¹ Professor do Centro de Ciências da Economia e Informática, mestre em administração.
E-mail: carate@urcamp.tche.br

disponível poderia melhorar as atividades de gestão e se haveria possibilidade do desenvolvimento de trabalhos cooperativos.

O termo Tecnologia da Informação, neste trabalho, refere-se ao tipo de tecnologia que opera com informação e com comunicação entre redes de computadores: a Internet.

2. REFERENCIAL CONCEITUAL E AS VARIÁVEIS DE INVESTIGAÇÃO

Conforme demonstra a Figura 1, a partir das contribuições da literatura, Tecnologia da Informação, Internet, Comportamento Organizacional e Mudanças Organizacionais, foi possível elencar as mudanças comportamentais na organização, grupo, indivíduo e as barreiras percebidas, que foram analisadas através das opiniões do corpo docente e administrativo da URCAMP/BAGÉ-RS, com o uso da Internet.



Fonte: Modelo desenvolvido pelo autor a partir das contribuições da literatura

Figura 1 – Quadro referencial das principais contribuições teóricas da Literatura.

2.1. Tecnologia da Informação (TI)

No mundo atual, um dos mais fortes fatores de competitividade para qualquer organização, em qualquer ramo de negócios, é o uso da TI. Segundo TORRES (1995), os impactos da TI já foram suficientemente grandes para que alguns autores concluíssem que as mudanças trarão conseqüências muito mais profundas e rápidas que todas as revoluções tecnológicas anteriores, alterando drasticamente o perfil de toda a sociedade e de suas organizações.

Pode-se definir tecnologia da informação, segundo CAMPOS (1994, p.38), como “o conjunto de hardware e software que desempenha uma ou mais tarefas de processamento de informações. Faz parte do sistema de informações das organizações, tal como coletar, transmitir, estocar, recuperar, manipular e exibir dados e informações”.

CORNELLA (1994, p.138) afirma que as organizações precisam trabalhar melhor as informações internas e externas, para que possam não só ter as informações disponíveis, mas principalmente transformá-las em conhecimento. Conforme esse autor, “as empresas geram conhecimento como resultado da assimilação e gestão das informações internas e externas e da capacidade de seus membros”.

2.2. A Rede Internet

A Internet é uma das TI de maior crescimento nos últimos anos, principalmente no que se refere à sua utilização para fins comerciais e vem provocando um grande impacto na sociedade mundial (LYNCH e LUNDQUIST, 1996).

A comercialização da Internet cresceu em ritmo rápido: em 1991 havia cerca de 9 mil domínios comerciais (ou sub-redes) e no final de 1994 já existiam 21.700. Criaram-se

várias redes comerciais de serviços por computadores que ofereciam serviços baseados em uma grade organizada, com preços adaptados. Mas a capacidade da rede é tal que a maior parte do processo de comunicação era, e ainda é, grandemente espontâneo, não-organizado e diversificado na finalidade e adesão. De fato os interesses comerciais e governamentais são coincidentes quanto ao favorecimento da expansão do uso da rede: quanto maior a diversidade de mensagens e de participantes, mais alta será a massa crítica da rede e mais alto o valor. A coexistência pacífica de vários interesses e culturas na Rede tornaram a forma de *World Wide Web* – WWW (rede de Alcance Mundial), uma rede flexível, formada por redes dentro da Internet onde instituições, empresas, associações e pessoas físicas criaram os seus próprios *sites*, que servem de base para todos os indivíduos com acesso poderem produzir sua *homepage*, feita de colagens de variáveis de textos e imagens. Com a ajuda da tecnologia de *software*, primeiramente desenvolvida em Mosaico (programa para navegação na Web, inventado em 1992 por estudantes de Illinois no Centro de Nacional de Aplicações de Supercomputadores), a Web propiciava agrupamentos de interesses e projetos na rede, superando a busca caótica e demorada da Internet pré-WWW. Com base nesses agrupamentos, pessoas físicas e organizações eram capazes de interagir de forma expressiva no que se tornou, literalmente, uma Teia de Alcance Mundial para a comunicação individualizada, interativa. O preço a pagar por uma participação tão diversa e difundida é deixar que a comunicação espontânea, informal, prospere simultaneamente, conclui (CASTELLS, 1999).

2.3. Comportamento Organizacional (CO)

Essa área investiga o impacto que indivíduos, grupos e a estrutura têm sobre o comportamento dentro das organizações com o propósito de aplicar este conhecimento em prol do aprimoramento da eficácia de uma organização (ROBBINS, 1998, p. 6).

Segundo o mesmo autor, o comportamento organizacional é um campo de estudo. Essa afirmação significa que é uma área distinta, de especialidade com um campo comum de conhecimento. E o que estuda? Estuda três componentes do comportamento em organizações: indivíduos, grupos e o efeito da estrutura. Além disso, o CO aplica o conhecimento obtido sobre indivíduos, grupos e o efeito da estrutura no comportamento com o objetivo de fazer com que as organizações trabalhem mais eficazmente.

Resumindo esta definição, o CO está interessado no estudo do que as pessoas fazem numa organização e como este comportamento afeta o desempenho da organização. Como o CO está especificamente interessado em situações relacionadas a trabalho, não se deve ficar surpreso ao descobrir que ele se fixa no comportamento relacionado com cargos, trabalhos, absenteísmo, rotatividade no emprego, produtividade, desempenho humano e gerenciamento.

O CO está erigido sobre contribuições de importantes disciplinas comportamentais. As áreas predominantes são a **psicologia**, ciência que procura medir, explicar e algumas vezes mudar o comportamento humano e de outros animais. Psicólogos se preocupam em estudar e entender o comportamento individual; a **sociologia** que estuda pessoas em relação aos seus companheiros humanos. Especificamente, os sociólogos deram sua maior contribuição ao CO através de seu estudo de comportamento grupal nas organizações, principalmente em organizações formais e complexas; a **psicologia social** uma área dentro da psicologia que mistura conceitos de psicologia e sociologia. Esta se concentra na influência exercida por pessoas, umas sobre as outras. Uma das áreas principais que vêm recebendo uma investigação considerável de psicólogos sociais é a mudança – como implementá-la e como reduzir as barreiras para a sua aceitação; a **antropologia** que é o estudo da sociedade para aprender sobre seres humanos e suas atividades. O trabalho dos antropólogos em culturas e ambientes, por exemplo, tem nos ajudado a entender as diferenças fundamentais em valores, atitudes e comportamento entre pessoas de diferentes

países e dentro de organização diferentes. Torna-se importante neste contexto, para explicar e prever, acuradamente, o comportamento das pessoas em organizações, trazer uma perspectiva política à nossa análise; e a **ciência política**, embora freqüentemente não reconhecidas, as contribuições de cientistas políticos são significativas para o entendimento do comportamento em organizações. A ciência política estuda o comportamento de indivíduos e grupos dentro de um ambiente político.

2.4. Mudança Comportamental (MC)

Existem diferentes conceitos relativos à mudança comportamental. O conceito adotado neste trabalho é dado por NADLER, HACKMAN e LAWLER III (1983) que acreditam que "...modificar comportamento influenciando atitudes, percepções e capacidades individuais" é realizar uma mudança comportamental.

Deve-se considerar a relação entre as mudanças estruturais e as comportamentais, uma vez que estrutura e comportamento interagem fortemente: "obviamente, quando se tenta provocar mudanças importantes nos padrões de comportamento organizacional, ambos os pontos precisam ser considerados e utilizados, porque o comportamento é afetado tanto pelas características da pessoa quanto pelo ambiente no qual ela está trabalhando; a realização de mudanças no comportamento organizacional, em última instância, deve lidar com as pessoas e com o contexto organizacional" (NADLER, HACKMAN e LAWLER III, 1983). Esse contexto organizacional, naturalmente, engloba também a tecnologia.

3. METODOLOGIA DA PESQUISA

Este estudo pode ser classificado como uma pesquisa *survey*, definida como uma "coleta de informações sobre as características, ações ou opiniões sobre um grande grupo de pessoas, referidas como uma população" (TANUR, *apud* PINSONNEAULT E KRAEMER, 1993).

Desta forma, para atingir os objetivos propostos, a presente pesquisa foi desenvolvida em três fases, conforme mostra o fluxograma da pesquisa na figura 2.

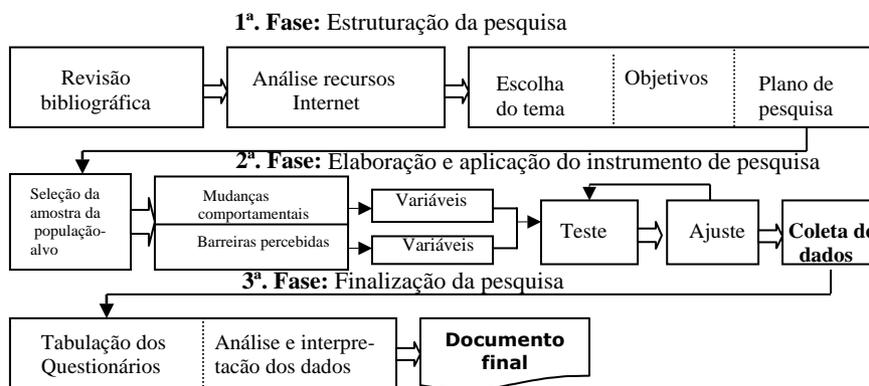


Figura 2 – Fluxograma da pesquisa

A população-alvo desta amostra inicial foi todo o corpo docente e administrativo (totalizando 900 pessoas, entre professores e diretores, coordenadores, etc.), dos quatro *campi* da Universidade da Região da Campanha - URCAMP. Alcançamos uma amostra final de 558 respondentes, isto significa 62% da amostra inicial, o que é considerado excelente percentual para uma pesquisa exploratória. Obteve-se desvio padrão de 1,2, margem de erro permitido de 0,061 e um nível de confiança em torno de 95%.

Neste trabalho, o tipo de instrumento foi o questionário², formado por questões fechadas e escalares (com cinco itens). Utilizamos a escala de Likert³, por apresentar uma série de vantagens, entre as quais a construção simples e informação com maior grau de precisão do que outras escalas (Thurstone,⁴ por exemplo), em função da amplitude de respostas permitidas ser maior GIL (1999, p. 146).

Após os testes, em que foram observados coeficientes de confiabilidade bastante significativos (na média de .90) de acordo com EVRARD(1997), (*alpha Cronbach*), os questionários foram aplicados diretamente (pela facilidade de contato do pesquisado com os campi do pesquisador e a necessidade de analisar-se os que não usam a Internet) nos quatro *campi* da Universidade da Região da Campanha – URCAMP nos meses de junho, julho e agosto de 2000. Posteriormente foi realizada a seleção dos questionários para tabular aqueles que estivessem completos. Terminada a tabulação, foi realizada a análise dos dados com apoio do sistema estatístico SPHINXplus2. A seguir, apresentam-se os principais resultados obtidos na análise e interpretação dos dados.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS

4.1. Uso da Internet na URCAMP

Com relação ao uso da Internet pela comunidade acadêmica, observa-se uma proporção maior de usuários de Internet, que percentuam 58,4%, enquanto os não-usuários totalizam um percentual de 41,6%, (Tabela 2).

Tabela 2 - Uso da Internet na URCAMP

Uso da Internet	N.º citação	Frequência
Sim	326	58,42%
Não	232	41,58%
TOTAL OBS.	558	100%

Fonte: Elaborado pelo autor, com base na pesquisa realizada.

A tabela 3, mostra o uso da Internet em cada campus, constatando-se que em Alegrete o número de usuários é menor do que o de não-usuários.

Tabela 3 - Uso da Internet por campi

Uso da Internet/Universidade	Alegrete	Bagé	Sant' Ana do Livramento	São Gabriel	TOTAL
Sim	9,51%	61,96%	11,04%	17,48%	100%
Não	15,52%	56,47%	10,78%	17,24%	100%
TOTAL	12,01%	59,68%	10,93%	17,38%	100%

A Tabela 4 representa o resultado do cruzamento das variáveis “uso da Internet X atividade”, referente ao uso da Internet pelo corpo docente e administrativo. Observa-se um índice maior referente aos *usuários* de Internet de 62,6% no corpo docente e no corpo administrativo o índice para os *usuários* é de 46% e o índice de 54% recai nos que *não usam* a Internet.

Tabela 4 - Uso da Internet por docentes e administração

Atividade/Uso da Internet	Sim	Não	TOTAL
Docente	62,60%	37,40%	100%
Administração	46,00%	54,00%	100%
TOTAL	58,42%	41,58%	100%

A Tabela 5 apresenta os resultados das variáveis (escala é de 1 para não-significativo e 5, para muito significativo) referente ao uso da Internet pelo corpo docente e administrativo

² O questionário se encontra no Anexo B

³ Também chamada de escala somatória, foi proposta por Rensis Likert, em 1932.

⁴ Escala proposta em 1929, na qual o respondente declara apenas a concordância ou discordância de cada conjunto de declarações.

nos quatro *campi* da URCAMP, para o seguinte questionamento: qual o seu grau de utilização dos serviços da Internet na URCAMP ou a serviço da URCAMP, porém em outros locais?

Tabela 5 - Serviços mais usados pelo corpo docente e administrativo

SERVIÇOS	1 não-significativo	2 pouco significativo	3 médio	4 significativo	5 muito significativo
Email	6,79%	12,96%	19,75%	24,07%	36,42%
WWW	2,45%	9,20%	15,95%	26,99%	45,40%
FTP	32,39%	20,07%	19,37%	13,73%	14,44%
Lista de Discussão	40,14%	23,18%	16,26%	9,34%	11,07%
Base de dados	31,80%	17,67%	17,67%	17,67%	15,19%

Os valores da tabela são os percentuais em linha estabelecidos sobre 558 observações.

Fonte: elaborado pelo autor, com base na pesquisa realizada.

As tabelas abaixo apresentam os resultados das variáveis referentes às mudanças comportamentais percebidas na organização, grupo, indivíduo e as barreiras percebidas com o uso da Internet pelo corpo docente e administrativo nos quatro *campi* da URCAMP.

4.2. Mudanças comportamentais percebidas na Organização com o uso da Internet

CONCEITO / VARIÁVEIS	Não respostas	1 Não significativo	2 pouco significativo	3 médio	4 significativo	5 muito significativo	Médi a	Desvio Padrão
Novos valores organizacionais								
- Trabalho Cooperativo	243	5,91%	13,98%	18,10%	11,47%	7,17%	3,00	1,17
- Rel. Comunidade Organizacional.	249	3,23%	14,52%	18,64%	15,59%	4,30%	3,06	1,03
Cultura Grupal								
- Participação na Tomada de Decisão	248	5,91%	14,87%	17,74%	12,01%	5,20%	2,92	1,13
- Recursos Humanos	245	3,58%	8,42%	18,10%	19,71%	6,45%	3,30	1,06
Cultura Inovativa								
- Criatividade	245	0,72%	4,12%	17,20%	20,97%	13,26%	3,75	0,94
- Qualidade Trabalhos	242	0,36%	4,48%	11,47%	23,66%	16,85%	3,92	0,93
Posicionamento								
- Imagem URCAMP	243	0,54%	8,24%	15,23%	15,77%	16,85%	3,71	1,07

4.3. Mudanças comportamentais percebidas nos grupos, com o uso da Internet

CONCEITOS / VARIÁVEIS	Não respostas	1 não significativo	2 pouco significativo	3 médio	4 significativo	5 muito significativo	Média	Desvio Padrão
Comunicação								
-Barreiras geográficas de comunicação	248	1,43%	4,66%	10,93%	17,38%	21,86%	3,95	1,07
-Comunicação com colegas e superiores	245	4,30%	10,04%	16,85%	16,31%	9,14%	3,28	1,07
-Colaboração em projetos conjuntos	242	3,94%	14,52%	17,03%	15,95%	4,30%	3,04	1,07
Novas habilidades								
-Facilidade nas tarefas acadêmicas	243	0,54%	5,38%	14,70%	21,51%	14,70%	3,78	0,97
-Acesso a dados atualizados	245	0,72%	3,76%	7,35%	15,41%	29,75%	4,22	0,99
Integração								
-Interação entre as unidades acadêmicas	241	3,58%	11,83%	19,00%	15,77%	6,09%	3,16	1,08

4.4. Mudanças comportamentais percebidas nos Indivíduos, com o uso da Internet

CONCEITOS / VARIÁVEIS	Não respostas	1 não significativo	2 pouco significativo	3 médio	4 significativo	5 muito significativo	Media	Desvio Padrão
Aprendizagem								
-Intercâmbio informação regularmente	243	2,51%	8,42%	17,56%	20,43%	7,71%	3,40	1,04
-Novos resultados nos trabalhos	243	1,08%	6,63%	12,37%	22,76%	13,80%	3,73	1,02
Motivação								
-Satisfação na realização das tarefas	242	1,61%	4,66%	16,85%	20,61%	13,08%	3,68	1,01
-Aquisição de novos conhecimentos	242	0,54%	1,61%	5,20%	24,19%	25,27%	4,27	0,82
Satisfação no Trabalho								
-Contatos face a face	246	6,45%	13,26%	23,66%	10,39%	2,33%	2,80	1,01
-Relacionamento interpessoal	245	4,48%	12,54%	22,58%	12,01%	4,66%	3,00	1,04

4.5. Barreiras percebidas com a adoção da Internet

BARREIRAS / VARIÁVEIS	Não Respostas	1 Discordo	2 Discordo pouco	3 Concordo médio	4 Concordo	5 Concordo plenamente	Média	Desvio Padrão
Suporte Tecnológico								
- Insuficiência de Equipamentos	18	8,96%	10,22%	31,54%	28,32%	17,92%	3,37	1,17
- Lentidão Rede	26	7,71%	14,70%	27,06	29,21%	16,85%	3,34	1,17
- Distribuição equipamentos	25	19,18%	14,70%	31,90%	23,30%	6,63%	2,83	1,20
Suporte para Informação								
- Suporte em panes	27	10,57%	15,95%	30,65%	23,84%	14,34%	3,16	1,20
- Suporte para dúvidas	35	12,37	16,67	25,63%	23,12%	16,13%	3,15	1,27
Suporte para Treinamento								
- Treinamento de pessoas	32	5,38%	15,23%	26,70%	28,14%	19,00%	3,43	1,15
Resistência à Tecnologia								
- Receio no uso	22	39,78%	15,59%	15,05%	20,61%	5,20%	2,33	1,34
- Segurança informações	31	17,20%	19,89%	27,78%	21,15%	8,60%	2,83	1,22

Estes resultados correspondem a 558 respondentes

5. CONCLUSÕES

Com o objetivo de analisar as “**mudanças comportamentais percebidas na organização**”, através do conceito Cultura Organizacional, que agrega os conceitos - novos valores organizacionais explicado pelas variáveis “Trabalho cooperativo” e “relacionamento organizacional”, cultura grupal pelas variáveis “participação na tomada de decisão” e “Recursos humanos” e cultura inovativa pelas variáveis “relacionamento nas ações dos grupos” e “qualidade dos trabalhos”- constatou-se que, de um modo geral, o corpo docente e administrativo da URCAMP percebem que a Internet tem contribuído pouco no que diz respeito a novos valores organizacionais e à cultura grupal. Outra contribuição, ainda mais significativa, é sobre a cultura inovativa explicada pelo número significativo de citações da variável “aumentou a criatividade nas tarefas acadêmicas e administrativas”.

Ainda nesse grupo, pode-se observar que o conceito “posicionamento” também apresenta resultados significativos na variável “imagem da URCAMP” denotando que a Internet é uma ferramenta importante nesse processo de diferenciação através de imagem que o público percebe. Segundo KOTLER (1998), posicionamento é o ato de desenvolver a oferta e a imagem da empresa, de maneira que ocupem uma posição competitiva distinta e significativa nas mentes dos consumidores.

Os resultados referentes às “**mudanças comportamentais percebidas nos grupos**”, ou seja, a integração da Internet ativamente nos grupos de trabalho, observados pelos conceitos comunicação, cooperação, novas habilidades e integração, demonstram que os referidos docentes percebem que a Internet apresenta resultados satisfatórios de comunicação, diminui barreiras geográficas e facilita a comunicação entre os grupos da instituição. Analisando o conceito “novas habilidades”, explicado pelas variáveis “facilidade nas tarefas” e “acesso a dados atuais”, os docentes percebem que, através da Internet, torna-se mais fácil a execução das tarefas e rápido o acesso às informações atualizadas.

No que se refere às “**mudanças comportamentais percebidas no indivíduo**”, observadas através dos conceitos aprendizagem, motivação e satisfação no trabalho, constatou-se, assim, que a Internet tem proporcionado uma significativa contribuição nos aspectos intercâmbio de informações, novos resultados nos trabalhos do indivíduo e uma média contribuição para a redução de contatos face a face e no relacionamento interpessoal. Destaca-se, nesta análise, o conceito motivação, pois a maioria dos docentes percebe que a Internet é uma ferramenta muito importante para a realização das tarefas e, principalmente, na aquisição de novos conhecimentos. Também se destaca, na análise deste grupo, a frequência significativa para o conceito “aprendizagem”, significando que a Internet proporciona através do processo de aprendizagem uma maior competência das pessoas na organização, concordando com GOUILLART e KELLY (1995): vive-se numa rede

interconectada, tanto de indivíduos quanto de empresas, e toda esta conectividade poderá levar a um maior isolamento ou a um maior senso comunitário.

Com relação à opinião do corpo docente e administrativo sobre as **barreiras** que dificultam o uso da Internet nas atividades acadêmicas, constatadas na pesquisa, refere-se ao aspecto suporte tecnológico, tal como a distribuição dos equipamentos ligados à Internet, isto é, falta de pontos da rede na sala dos professores, centros de pesquisas, etc. RAMOS (1997) concluiu, em sua recente pesquisa, que é necessário dispor da gestão local dos recursos de TI, promovendo uma infra-estrutura adequada (hardware, software e estrutura física) e que atenda aos principais requisitos para o acesso rápido à Internet, ou seja, ter disponível equipamentos, conexões de qualidade, software, de forma adequada às necessidades dos docentes. Torna-se, então, recomendável uma gestão local de recursos de TI, promovendo a redistribuição adequada de *hardware*, *software* e estrutura física e, que atenda aos principais requisitos para o acesso rápido à Internet. Outro obstáculo salientado, quanto ao uso eficaz da Internet, diz respeito à falta de suporte de recursos humanos que atenda às necessidades de informação e treinamento sobre a Internet.

Destaca-se, nesta pesquisa, que boa parte do corpo docente e administrativo não tem receio de usar a Internet e confia nos dados eletrônicos, mas por outro lado, deve haver uma preocupação, pois se encontrou um número razoável de pessoas que, dentro de um ambiente acadêmico, ainda tem receio de usar a Internet.

A seguir serão relatadas algumas conclusões referentes aos objetivos específicos que nos levaram a atingir o objetivo principal desta pesquisa. **Analisando o uso da Internet** em quatro *campi* da URCAMP, pôde-se observar um percentual maior (58,4%) de usuários, embora os cadastrados sejam 50%. Com relação aos usuários da Internet, a análise estatística mostrou que a *www* é o serviço de maior preferência do corpo docente e administrativo, vindo, logo a seguir o *e-mail*. Por outro lado, foi constatada a baixa utilização da lista de discussão, um dos serviços cujo uso está crescendo, principalmente pela possibilidade de discussão organizada por grupos e áreas de concentração. Torna-se necessário, então, ampla divulgação nos *campi* da URCAMP deste serviço e da importância da Internet nas atividades acadêmicas.

Comparando-se o uso da Internet entre corpo docente e administrativo nos respectivos *campi*, observa-se uma proporção maior de uso para os docentes, o que significa o incentivo à pesquisa, o que vem de acordo com o que diz LEVY (1996): no campo acadêmico, a Internet é um dos principais instrumentos de conhecimento em nossos dias.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BUENO, L.S. O impacto do uso da Internet no trabalho : um estudo exploratório em empresas que atuam no Estado do Paraná. Dissertação de Mestrado da UFRGS, PPGA, 2000.

CAMPOS FILHO, M.P. Os sistemas de informação e as modernas tendências da tecnologia e dos negócios. In: Revista de Administração de Empresas. São Paulo : Nov/dez., 1994.

CASTELLS, M. A sociedade em rede. São Paulo : Paz e Terra, 1999.

CORNELLA, A. Los recursos de informacion. Madrid : McGraw-Hill, Interamericana de Espanna, 1994.

EVARD, Y. - P. Market: e trides et recherches en marketing. Paris : Nathan, 1997.

GATES, B. A Empresa na velocidade do pensamento. São Paulo : Companhia das Letras, 1999.

GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 4.ed. São Paulo : Atlas, 1999.

- GOUILLART, F.; KELLY, J.N. Transformando a organização. São Paulo: Makron Books, 1995.
- KOTLER, P. Administração de marketing. São Paulo : Atlas, 1998.
- LANGENBERG, D.N. Information technology and the university: integration strategies for the 21st century. In: Journal of the Ammerican Society for Information Science, v. 45, n. 5, 1994.
- LEVY, P. Entrevista feita à Gisele Beiguelman, Folha de São Paulo, 23/11/1996.
- LYNCH, D.C.; LUNDQUIST, L. Dinheiro digital: o comércio na Internet. Rio de Janeiro: Campus, 1996.
- NADLER, D.; HACKMAN, J.R.; LAWLER III, E. Comportamento organizacional. Rio de Janeiro: Campus, 1983.
- PINSONNEAULT, A.; KRAEMER, K. Survey research methodology in management information systems: an assessment. In: Journal of Management Information Systems, Aug. 1993.
- RAMOS, A.S.M. Análise Fatorial da Percepção do Uso da Internet em Organizações acadêmicas : 22º. ENANPAD, Anais... 1998.
- RESENDE, D.A.; ABREU, A.F. Tecnologia da Informação aplicada a Sistemas de Informação Empresarial. São Paulo: Atlas, 2000.
- ROBBINS, S. P. Comportamento organizacional. Rio de Janeiro: LTC S.A. 1998.
- TORRES, N. Tecnologia da informação e competitividade empresarial. São Paulo : Makron Books, 1995.

M-COMMERCE APLICADO AO COMÉRCIO DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

Rodrigo Gesing Camargo ¹

Angelo Augusto Frozza, Esp.²

RESUMO

Este artigo apresenta um modelo de aplicação utilizando a tecnologia WAP, integrada com a Internet tradicional. Neste modelo, lojas de materiais de construção civil poderão disponibilizar aos seus clientes um serviço de compras de produtos a partir de um telefone celular. Inicialmente, são apresentados alguns conceitos sobre essa nova tecnologia. Logo após, é apresentado o problema da venda de materiais de construção, seguido da proposta de uma aplicação para o mesmo.

ABSTRACT

This article presents a model of application using the Wap technology integrated with the Internet, where the business of civil construction materials can dispose to his clients a buy service of his products of a cellular telephone. At the beginning, are presented some concepts about this new technology. After a presented the raised a problem in the sell of construction materials, in order that was proposed an application using this technology.

1. INTRODUÇÃO

A Internet é o meio de comunicação mais revolucionário desta última década. Nasceu em 1969 por uma das divisões do Departamento de Defesa dos Estados Unidos: a Agência de Projetos de Pesquisa Avançada em Defesa (DARPA), com a intenção de interligar bases militares nos Estados Unidos, foi ampliada para Universidades e Centros de Pesquisa Americanos e mais tarde difundiu-se por todo o mundo.

Fazer uma estimativa de quantas pessoas, hoje em dia, têm acesso à Internet é uma tarefa difícil. No Brasil, várias instituições de renome apresentam números diferentes, que variam entre 4 e 8 milhões de usuários. Nesta mesma linha, existem vários números que tentam prever quantas pessoas em 2003 estarão utilizando a rede, além de sugerir que a maior parte dos acessos serão por aparelhos móveis, como celulares, palms, notebooks, etc.

O M-Commerce nasceu para ser uma nova forma de fazer negócios, também chamado de *comércio móvel*, onde uma das principais características é permitir que o usuário se conecte à Internet onde quer que se encontre.

Empresas de todo o mundo estão aderindo a esta nova forma de se fazer negócio, como Ericson, Nokia, Phone.Com, Gradiente, Folha de São Paulo, Global Telecom, Tim Telesc Celular, entre outras.

2. A INTERNET E O CELULAR

O acesso tradicional à Internet é feito através do protocolo TCP/IP. Quando se fala em telefones celulares acessando a Internet, é necessário fazer com que o celular converse com este protocolo.

¹ Acadêmico do curso de Informática da Universidade do Planalto Catarinense – UNIPLAC. E-mail: rodrigo@uniplac.rct-sc.br

² Professor do Departamento de Ciências Exatas e Tecnologia da UNIPLAC. Mestrando em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.

Para este tipo de aplicação foi necessário criar um protocolo mais simples, chamado WAP – Wireless Application Protocol, que consiste em uma série de especificações para aplicações Web no ambiente de redes móveis.

Além do protocolo WAP, uma série de outras tecnologias surgiram para o desenvolvimento de aplicações, como, por exemplo: as linguagens de programação WML (Wireless Markup Language - uma extensão do XML) e WML Script (CARVALHO, 2000).

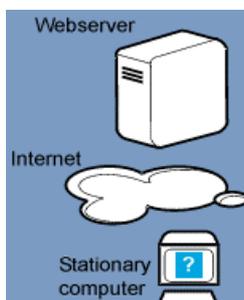


Figura 1. Acesso tradicional à Internet (Fonte: CARVALHO,2000).

Não é todo telefone celular que pode conectar-se à Internet. Como a tecnologia surgiu há pouco tempo, somente os novos aparelhos que já tem implementado o protocolo WAP são capazes de fazê-lo.

Ainda, para ter acesso à Internet, os telefones celulares WAP usam de um microbrowser já instalado que acessa as páginas escritas em WML, que é uma linguagem de programação parecida com o HTML (usado nas páginas tradicionais) e baseada no padrão XML.

No acesso tradicional à Internet, o usuário faz uma ligação, via modem/rede de telefonia fixa, ao provedor de acesso que lhe abre uma “porta” para a grande rede (figura 1).

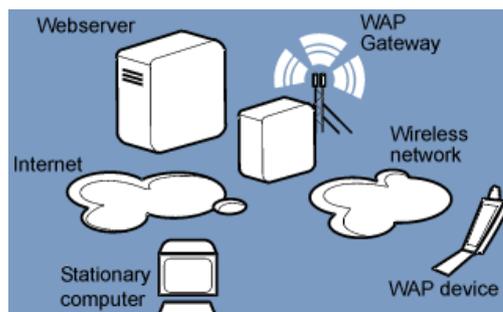


Figura 2. Acesso à Internet via WAP (Fonte: CARVALHO,2000).

Na conexão via telefone celular, o usuário acessa o microbrowser e informa o endereço da página WAP que quer visitar. O aparelho irá se conectar a um Gateway WAP, através da rede de telefonia celular (rede wireless). Por sua vez, esse Gateway irá conectar o usuário à rede da Internet, onde está o servidor que hospeda a página procurada (figura 2).

Para esse acesso, utilizam-se aparelhos móveis como celulares que passaram por evoluções no decorrer de sua história, essas evoluções foram divididas em gerações:

1ª Geração: passado – sistemas analógicos com uma transmissão de cada chamada num canal separado de frequência, onde o único serviço seria para a transmissão de voz.

2ª Geração: presente – sistemas digitais com uma transmissão de mais de uma chamada no mesmo canal, pela divisão do tempo de uso deste, nesta geração pode-se oferecer mais serviços, como por exemplo: Short Message Service (SMS), dados e fax, localização geográfica e roaming voz e dados.

3ª Geração: futuro – sistemas de banda larga com acesso à World Wide Web com uma maior capacidade de transmissão em conjunto com uma alta mobilidade pessoal e por fim a unificação das redes.

3. PROPOSTA DE UMA APLICAÇÃO UTILIZANDO A TECNOLOGIA WAP

O campo de pesquisa para a proposta descrita neste trabalho, caracteriza-se por uma empresa varejista do setor de materiais de construção civil, da qual pode-se retirar o problema abaixo:

“O cliente que está construindo uma casa ou edifício, eventualmente se depara com a falta de algum material necessário para o andamento dos trabalhos (cimento, tijolo, areia, etc). Quando isso acontece, ele precisa se deslocar até uma loja especializada para encomendar esse material”.

A idéia é facilitar a vida desse cliente, eliminando o transtorno do deslocamento, por disponibilizar uma aplicação na qual ele possa fazer a aquisição do material em qualquer lugar que ele se encontre, através de algumas informações digitadas no seu telefone celular.



Figura 3. Tela de apresentação.

A implementação do protótipo seguirá uma linha híbrida de internet tradicional e internet via celular, terá a função de gerência da aplicação ficará hospedada no servidor LINUX, por ser um sistema operacional robusto e seguro, PHP (SOARES, 2000) como linguagem de desenvolvimento do aplicativo e por ser multi-plataforma e MySQL (MYSQL, 2000) como banco de dados. A parte da Internet via telefone celular deverá interagir com o cliente da loja de materiais de construção, onde esta tecnologia utilizará a linguagem WML - para definir a interface da aplicação no aparelho celular(MACHADO, 2000).

Um outro ponto que pretende-se abordar refere-se à forma de comercialização da aplicação. Atualmente, a venda de licenças aos usuários vem sendo criticada por diversos autores, (SCAGLIA, 2000, p. 36) por uma série de fatores, sendo que um dos mais significantes é o custo de atualização do software. Neste trabalho, será proposto um modelo de negócios baseado nos conceitos de Application Server Provider – ASP, Que consiste no aluguel do software desenvolvido, sendo assim tornando-se um provedor de aplicação.

Assim, as lojas de materiais de construção que desejarem ter acesso ao serviço, poderão fazê-lo através de contratos de prestação de serviços. Este modelo garante ao desenvolvedor uma renda permanente, enquanto que o cliente tem, a uma pequena taxa

mensal, acesso a uma ferramenta de última geração com garantia permanente de atualização.

Conforme mencionado em GLOBAL (2000) e em relatos retirados de listas de discussão³, um dos maiores problemas encontrados no acesso à Internet através de um aparelho celular é a definição da interface com o usuário. Essa interface deve ser robusta o suficiente para combinar o maior número de informações possíveis, com a menor quantidade de teclas a serem digitadas. Ou seja, deve-se procurar fazer com que o usuário trabalhe o mínimo possível, de preferência utilizando apenas as teclas numéricas e “rolagem de tela”.

Com base no parágrafo acima, pode-se sugerir que o usuário ao acessar a aplicação, facilmente informe uma senha numérica, para em seguida escolher o(s) produto(s) que necessita através da rolagem de tela, além de digitar a quantidade desejada para cada produto. Terminada essa etapa, ele confirmaria o pedido informando a senha novamente.

Porém, percebe-se aqui um problema crítico na definição da aplicação: uma loja de materiais de construção, por sua natureza, possui centenas ou até milhares de tipos diferentes de produtos a serem oferecidos. Como disponibilizar ao cliente uma solução, na qual ele não fique perdido em uma enorme lista de produtos, e ao mesmo tempo não perca muito tempo apertando teclas no celular?

A solução seria criar uma base de dados personalizada para cada cliente, onde fosse possível dividir sua obra em etapas a serem vencidas. Para cada etapa, seriam associados somente aqueles produtos (de uso geral) utilizados na etapa, e que o usuário tenha interesse em adquirir via celular. Assim, quando o cliente informa em qual etapa estaria sua construção, ele só terá acesso aos produtos utilizados naquela etapa. Além disso, etapas que já estivessem concluídas não precisariam ser disponibilizadas para o cliente.

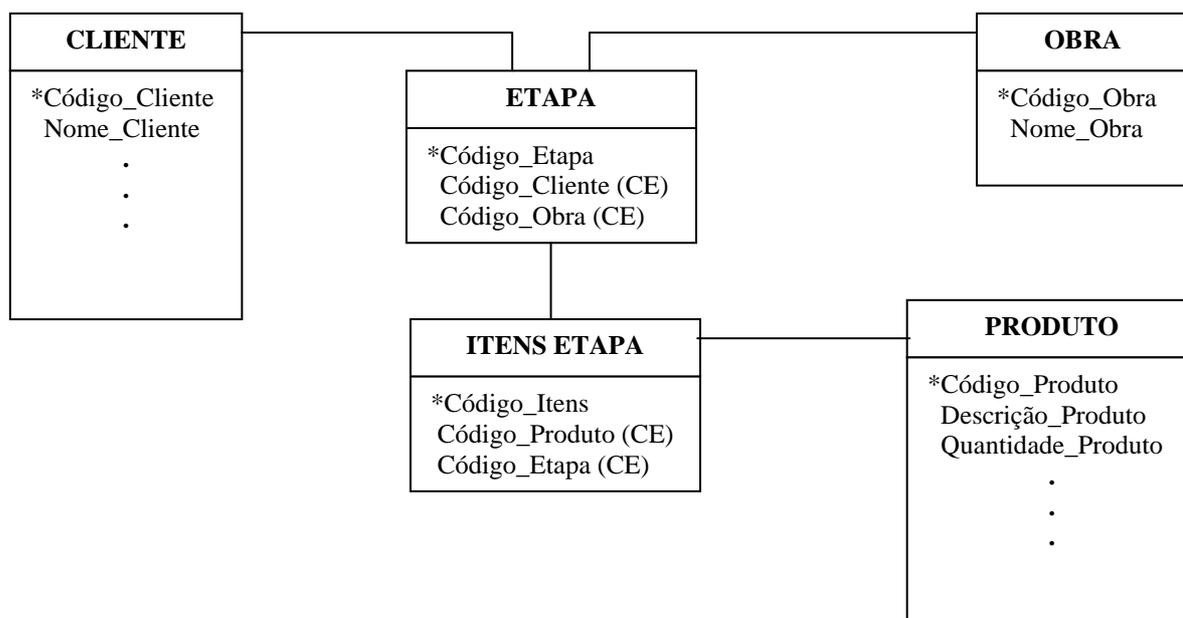


Diagrama 1: diagrama de entidade-relacionamento.

O funcionamento da aplicação seguirá o seguinte roteiro:

- Na tela inicial do sistema existem duas opções: cliente e loja. Na opção loja, são cadastrados os clientes, e a opção cliente ficará a cargo do cliente para qualquer mudança em seu cadastro de obras ou etapas, além de poder cadastrar novas obras.

³ Wap Brasil (www.e-groups.com/groups/wapbrasil); WapBr (www.e-groups.com/groups/wap-br); Wap (www.e-groups.com/groups/wap); Wap Fórum (www.wapforum.com).

- A loja cadastra o cliente em seu banco de dados, em uma interface desenvolvida para a Web tradicional. Nessa etapa, o cliente informa, além de seus dados cadastrais, em qual estado está a sua obra (fundação, levantamento de paredes, reboco, acabamento, etc.), as formas de pagamento de sua preferência (cheque, bloquete, etc.), prazos, tipo de transporte, local de entrega do material, etc.
- Após seu cadastramento, o cliente recebe uma senha de acesso ao sistema, para ser utilizada tanto em seu aparelho celular como no acesso pela Internet tradicional. Se o usuário desejar, a informação sobre o estado da obra poderá ser adicionada, posteriormente, com mais calma, em casa ou no escritório, através de um computador conectado à Internet e de sua senha pessoal. Da mesma forma, ele poderá alterar qualquer informação de seu cadastro, referente à sua obra (a etapa em que se encontra, quais os produtos que ele necessita em cada etapa, etc.).

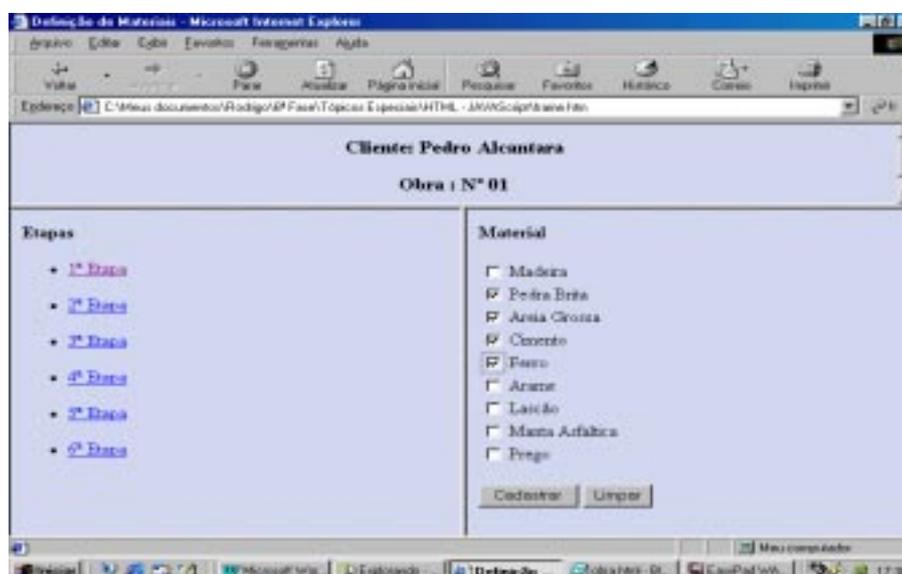


Figura 4. Tela para descrição das etapas da obra.

- A qualquer momento, se o cliente precisar fazer alguma compra de material de construção, não importando a sua localização, ele faz um acesso à aplicação da loja através de seu celular WAP e informa sua senha de acesso (figura 5a).
- Uma vez liberada a conexão com a aplicação, ele informa qual etapa quer consultar, (Figura 5b), para em seguida receber a lista de produtos cadastrados para aquela etapa (figura 5c).
- Na tela apresentada na figura 5c, o cliente escolhe qual material quer comprar e a quantidade. Ao final do pedido, ele fornece a senha novamente para confirmar a compra.
- A loja, por sua vez, além do registro no banco de dados de pedidos receberá uma cópia do pedido do cliente por e-mail e providenciará a entrega. A forma e prazo de pagamento, o tipo de transporte e local de entrega já foram acertados, anteriormente, quando o cliente visitou a loja e fez seu cadastro no sistema.



Figuras 5. Exemplos de telas da interface usuário/celular.

4. CONCLUSÃO

Este trabalho está sendo desenvolvido para prover uma solução alternativa para as pessoas responsáveis pela construção de casas e edifícios. Onde a comodidade de fazerem a compra do material de construção civil pelo telefone celular, irá dispensá-las da tarefa de se deslocarem até uma loja especializada para fazer as compras. Ele vem ao encontro do estudo de aplicações e serviços da Internet tradicional, que poderão ser customizados para aparelhos móveis (celulares, palms, etc.).

Em uma primeira etapa falou-se sobre a tecnologia Wap, sua aplicabilidade em comércio móvel e suas facilidades de prover acesso ao usuário de Internet. Em uma segunda etapa, procurou-se demonstrar as vantagens de aplicar este conhecimento em situações do mundo real, mais especificamente, propondo uma aplicação para lojas de materiais de construção.

Nesta proposta, foram criadas algumas interfaces para o cliente da loja acessar através da Internet tradicional, e algumas interfaces para o acesso via aparelho celular, pelas quais o cliente fará seus pedidos de materiais de construção.

Finalmente, como trabalhos futuros, a aplicação será concluída e colocada ao alcance de empresas que, por ventura, vierem a se interessar por este serviço. A qualidade da aplicação também deverá ser tratada, através de um estudo ergonômico, para melhor definir as interfaces que serão utilizadas nos aparelhos celulares.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DIAS, Adilson de Souza, **“WAP – Wireless Application Protocol: A Internet sem fios”**, Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2000.

CARVALHO, Alan *et al.* **“O que é WAP?”**. *Aprenda WAP - Recursos para desenvolvedores WAP*. Agosto 2000. <<http://www.aprendawap.com.br>> (20/08/00).

DIAS, Adilson de Souza, **“PHP & WML - Acesso a Banco de Dados parainiciantes.”** Set. 2000. <<http://www.wapmaster.com.br>>(01/08/00).

GLOBAL Telecom. **WAP – Curso para desenvolvedores**. Curitiba, Global Telecom, 2000.

SOARES, Walce, **“Programando em PHP Conceitos e Aplicação”**, São Paulo, Érica Editora Ltda. Edição 1, 2000.

MySQL AB, **“MySQL Manual”**. Agosto 2000. <www.mysql.com>

SCAGLIA, Alexandre. **Sistemas sob Medida**. InformationWeek Brasil. São Paulo, It
Mídia Editora Ltda, nº 16, 26 Jan 2000.

MACHADO, Carlos. **Como montar um site WAP**. Info Exame. São Paulo, Abril Editora,
nº 171, Jun 2000.

DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS UTILIZANDO ANÁLISE ESSENCIAL: UMA VISÃO GERAL

Heitor Augustus Xavier Costa¹

RESUMO

Este artigo tem como objetivo apresentar a Análise Essencial abordando sua estrutura de modelagem que é composta pelo Modelo da Essência, Modelo de Implementação e Modelo de Automação bem como os seus instrumentos de modelagem. Além disso, são apresentados diversos trabalhos que utilizaram esta análise e apresentaram resultados bastante satisfatórios, incluindo um estudo de caso para realmente avaliar os benefícios.

Palavras Chave: Desenvolvimento de Sistemas, Análise Essencial, Modelo da Essência, Modelo de Implementação, Modelo da Automação

ABSTRACT

This paper presents Essential Analysis showing its modeling structural that is composite for Essential Model, Implementing Model and Automation Model. For each model is studied its modeling instruments. Furthermore, many papers are present which used this analysis and obtain satisfactory results, inclusive a study case to value really the benefits.

Key Words: System Development, Essential Analysis, Essential Model, Implementing Model, Automation Model

1. INTRODUÇÃO

A engenharia de software é uma disciplina que relaciona três fases durante o processo de desenvolvimento do software: elicitação, construção e manutenção. O processo de desenvolvimento de um software engloba tarefas desde a elicitação das necessidades a serem atendidas pelo sistema até a etapa de manutenção do produto construído, cobrindo tarefas de controle (verificação e validação) e de gerenciamento de projetos (planejamento, controle e execução).

Desenvolver um sistema de software não é tarefa fácil pois é preciso saber conciliar os vários fatores intrínsecos aos seres humanos de modo que todos os envolvidos aceitem as medidas tomadas para executar o projeto. Esses fatores podem ser agrupados em: i) dificuldades técnicas do trabalho, pois projetos exigem que o engenheiro de software seja um profundo conhecedor da tecnologia; ii) dificuldades políticas que requerem, em projetos grandes, que o sistema atenda a muitos grupos cujos interesses são conflitantes; e iii) problemas de comunicação que surgem em situações onde pessoas com experiências diferentes e com diferentes pontos de vista e vocabulários diversos tenham de trabalhar juntas.

Por isso e pelo compromisso de produzir um sistema de qualidade visando aumentar a produtividade do usuário, dois fatores devem ser considerados: o metodológico (ferramentas, técnicas, notações, regras e procedimentos para o desenvolvimento de um sistema) e o tecnológico.

[DUARTE] menciona alguns princípios básicos da engenharia de software, a saber: gerenciar usando um plano baseado no processo de desenvolvimento do sistema, realizar validação contínua, manter controle disciplinado do projeto, usar práticas modernas de programação, manter um registro claro dos resultados obtidos, utilizar pouco pessoal e de alta qualidade e manter equipe encarregada de melhorar o processo.

¹ Professor Assistente do Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Lavras (DCC/UFLA) – heitor@esal.ufla.br

Um sistema visa atender às necessidades de um cliente/usuário, portanto seu desenvolvimento deve ser iniciado pelo entendimento do problema, isto é, pela elaboração de uma especificação completa e rigorosa das necessidades a serem atendidas.

Foram propostas inúmeras ferramentas conceituais e técnicas de análise e especificação que auxiliam a identificação dos requisitos de um sistema e estabelecem uma forma de registrá-los ([LOH] e [OLIVEIRA]). Infelizmente, muitas dessas ferramentas e técnicas apresentam limitações não produzindo resultados satisfatórios ([BOEHM], [CARVALHO FILHO], [GI-MDS], [HEIMDAHL] e [LOH]).

Além disso, existem outros fatores que dificultam o processo de elicitação de requisitos, tais como: i) diferenças culturais existentes entre o cliente/usuário (conhecedor do problema e do seu vocabulário característico) e a pessoa responsável pela especificação de requisitos (um analista especializado em linguagem da área de computação); ii) ao fazer a análise/especificação de requisitos de um sistema, dependendo do método utilizado, apenas uma parte do problema é apresentada pelo cliente/usuário, não sendo isso uma omissão proposital e sim esquecimento (as outras partes do problema só ficam claras à medida que o analista trabalha na construção do sistema); e iii) o cliente/usuário sabe mais do que é capaz de informar, pois usa um conhecimento tácito, difícil de ser verbalizado, isto é, trata-se de conhecimento trivial para o cliente/usuário, nunca lembrado como importante e que, portanto, não é transmitido.

Nos anos 70, a especificação de requisitos dos sistemas em desenvolvimento era feita, em grande parte, de forma textual ([YOURDON]). A utilização da linguagem natural favorecia a introdução de ambigüidades e inconsistências que refletiam o não entendimento e a má interpretação do problema dificultando a própria especificação da solução pretendida.

De um ponto de vista técnico, os erros incorridos na fase de especificação de requisitos são os principais responsáveis pelas falhas graves observadas em sistemas de computação. Verifica-se, ainda, que o custo para remover esses erros é muito maior do que remover erros introduzidos em fases posteriores do processo de desenvolvimento ([SANCHEZ¹]).

A existência de redundâncias não controladas implica uma manutenção precária da especificação de requisitos, pois ao efetuar uma alteração em uma especificação, é praticamente impossível determinar todas as partes redundantes que também devem ser alteradas, facilitando a introdução de inconsistências ([MCMENAMIM]).

Um novo paradigma para a elicitação/especificação de requisitos foi introduzido por [MCMENAMIM], segmentando o processo segundo um critério de relevância para atender as necessidades dos clientes/usuários. Esse critério classifica os requisitos em essenciais e não essenciais.

Os requisitos essenciais visam a atingir apenas os objetivos de eficácia do sistema, sendo portanto independentes de: alternativas específicas de *design* selecionadas para definir as fronteiras da automação e formas particulares através das quais sua parte manual ou automatizada se expressam em termos de uma tecnologia específica. Portanto, os requisitos essenciais estão estritamente ligados a uma solução abstrata do problema (abstrata em relação a aspectos de implementação) e são invariantes em relação a qualquer forma de caracterização específica de uma solução concreta. Juntamente com a definição do problema, constituem o **Modelo da Essência** do sistema.

Os requisitos não-essenciais são os que incorporam alternativas de implementação para o sistema como, por exemplo, qual parte será automatizada e qual será manual, objetivos de desempenho e tecnologia a empregar. Apesar de sua importância para obtenção de um produto final que satisfaça plenamente o cliente/usuário, a especificação desses requisitos não altera a solução do problema quando esta é formulada em termos de objetivos da

eficácia. Os requisitos não-essenciais estão ligados à solução concreta do problema, direcionada a uma alternativa particular para a concretização da solução abstrata e visam a objetivos de eficiência e adaptabilidade.

Essa segmentação da especificação de requisitos facilita a identificação completa dos requisitos essenciais. A especificação de requisitos não-essenciais indevidamente imersos no **Modelo da Essência**, tais como a incorporação de algum tipo de característica tecnológica de um sistema já existente ou uma imposição arbitrária do cliente/usuário, pode ocultar requisitos essenciais não contemplados em sistemas anteriormente desenvolvidos devido a limitações tecnológicas da época ou à evolução das necessidades do cliente/usuário.

Ferramentas conceituais e técnicas de modelagem para a elaboração de uma especificação de requisitos essenciais totalmente abstraída das alternativas possíveis de implementação do sistema foram propostas por [MCMENAMIM] e complementadas por [MAFFEO³] e [WARD], permitindo a construção de um modelo conceitual ([ISO695]) que representa a definição do problema e sua solução abstrata de forma precisa, completa e não ambígua.

A aplicação dessas ferramentas e técnicas foi testada e refinada em diversos experimentos controlados ([AZEVEDO], [BAND], [BARBOSA²], [CLEMENTE] e [SANCHEZ²]). Os resultados destes experimentos confirmam a hipótese de que as especificações resultantes obedecem a critérios de completeza, precisão e não ambigüidade. Também reforçam as hipóteses, listadas a seguir, consideradas pré-condições para a seleção de ferramentas conceituais e técnicas de modelagem para gerar uma especificação de requisitos completa. São elas ([MAFFEO³): i) empregar ferramentas de modelagem gráfica como forma eficaz e eficiente de comunicação; ii) utilizar um conjunto de instrumentos de modelagem que caracterizem perspectivas diferentes sobre o problema e a solução e que, através da introdução controlada de alguma redundância, facilitem a descoberta de omissões/erros no processo de modelagem; e iii) estabelecer níveis diferenciados de abstração que permitam tratar conceitualmente a solução e dividir a especificação dos aspectos de implementação.

2. ESTRUTURA DE MODELAGEM

Modelar um sistema consiste em priorizar características mais importantes sobre as características menos importantes à luz de uma finalidade analítica específica. No caso de modelagem conceitual, os requisitos essenciais são priorizados em relação aos requisitos não-essenciais, e estes são excluídos do modelo.

A modelagem proposta por [MAFFEO³] e [WARD], baseada nos Métodos Estruturados e utilizando como critério para a segmentação entre solução abstrata e concreta do problema, estabelece três modelos de diferentes níveis de abstração que auxiliam na concepção e implementação do sistema. Os modelos são:

- Modelo da Essência (ME): é o modelo mais abstrato, seu objetivo é definir o problema a ser resolvido e especificar todos os detalhes de uma solução conceitual abstraída de aspectos de implementação. Representa o resultado da elicitação, análise e especificação de requisitos essenciais. As pessoas envolvidas são especialistas no domínio do problema a ser resolvido e na construção de soluções abstratas;
- Modelo da Implementação (MI): é a ponte entre o Modelo da Automação e o Modelo da Essência, auxiliando a superar o desnível de abstração existente entre esses dois modelos de sistema. Especifica as estruturas de implementação (processadores, processos, módulos, classes/objetos), ainda abstratas em relação ao uso específico dos recursos tecnológicos, e representando a alocação dos elementos do ME a essas estruturas. As pessoas envolvidas são especialistas na busca de soluções computadorizadas e clientes/usuários, articulando-se para as estimativas de risco,

custos, cronogramas e para a definição das interfaces usuário máquina. Nesse modelo faz-se a planta da automação (design);

- **Modelo da Automação (MA):** é o modelo menos abstrato, representando a alocação dos requisitos essenciais e não-essenciais que caracterizam a alternativa de design selecionada para os aspectos tecnológicos específicos da alternativa de implementação adotada, necessários para o sistema funcionar. As pessoas envolvidas na construção deste modelo são especialistas na busca das soluções computadorizadas empregando equipamentos, programas, normas e procedimentos específicos.

A seqüência lógica existente entre esses modelos não representa necessariamente a seqüência cronológica de sua elaboração. Com efeito, cada modelo é sucessor lógico do modelo anterior e, por isso, engloba o conteúdo do modelo que o precede. Para sistemas de elevada complexidade, a confiança de que o processo de desenvolvimento de software dará origem a produtos de alta confiabilidade, eficácia, eficiência e adaptabilidade, pressupostamente ocorrerão a partir do momento em que esse processo baseie-se no **ME** e no **MI**. Esses modelos, de nível de abstração elevado em relação à tecnologia empregada para a implementação do sistema permitem a superação dos principais desafios encontrados durante esse processo. A Figura 1 apresenta a estrutura de modelagem de um sistema sócio-técnico.

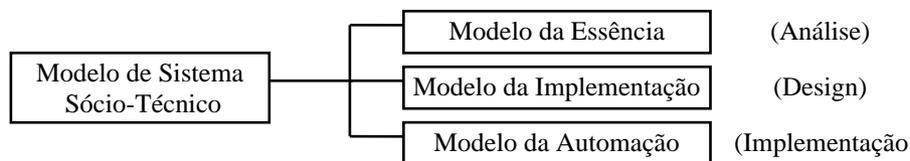


Figura 1 - Visão da Estrutura de Modelagem

2.1 Modelo da Essência

As ferramentas conceituais e as técnicas de modelagem empregadas na elaboração do **ME** constituem um conjunto eficaz no que tange à especificação dos requisitos essenciais de um sistema sócio-técnico. A correta utilização dessas ferramentas permite a obtenção de uma especificação correta, completa e precisa. Tal representação é primordialmente gráfica com sintaxe e semântica bem definidas e, portanto, formalizável. Emprega técnicas e linguagens rigorosas e reflete com clareza o atendimento das necessidades do cliente/usuário, permitindo a distinção entre comportamentos desejados e não-desejados. O **ME** emprega um conjunto de ferramentas de modelagem que, a partir de visões diferentes sobre o sistema e com introdução de pequeno nível de redundância, facilita a descoberta de omissões/erros no modelo. Nesta etapa, o critério principal de segmentação/abstração consiste na “pertinência ao sistema”, o que determina a segmentação do **ME** em dois submodelos (Figura 2):

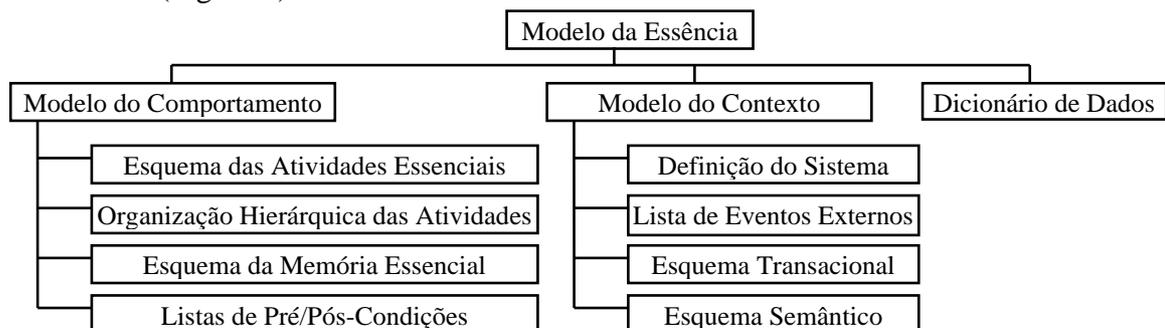


Figura 2 - Estrutura do Modelo da Essência

- **Modelo do Contexto (MCTX):** com enfoque sobre o ambiente externo, visando à definição do problema a ser resolvido, via a análise de seu domínio;

- **Modelo do Comportamento (MCPM):** com enfoque sobre o sistema, visando à especificação de uma menção abstrata, invariante em relação a quaisquer alternativas de implementação.

O **MCTX** tem por finalidade representar, de maneira completa e precisa, o enunciado do problema a ser resolvido pelo sistema. O termo problema é entendido considerando-se o sistema como parte de um mecanismo de estímulo-resposta. O **MCTX** é composto de ([MAFFEO³] e [SANCHEZ³]):

- **Definição do Sistema:** descrevendo os objetivos e as operações "caixa-preta" do sistema. Emprega-se a Linguagem Natural com estrutura e vocabulário controlados;
- **Lista de Eventos Externos:** identificando os eventos que ocorrem no ambiente externo ao sistema e suscitam reações planejadas por parte desse sistema. Essa lista constitui o instrumento básico de modelagem das necessidades a serem atendidas pelo sistema. Emprega-se a Linguagem Natural com estrutura e vocabulário controlados para cada descritor de evento contido na lista;
- **Esquema Transacional:** modelando a interface do sistema com as entidades externas com as quais interage diretamente. Emprega-se a **ESML** (*Extended Systems Modeling Language*) ([BRUYN] e [MAFFEO²]);
- **Esquema Semântico:** ([MAFFEO¹] e [MAFFEO³]) modelando individualmente cada transação implícita no **Esquema Transacional** e revelando a natureza e a composição dos fluxos e depósitos externos presentes nessa representação gráfica do contexto do sistema. Para modelar cada transação, emprega-se um Diagrama de Entidades e Relacionamentos (**DER**) constituído por uma árvore de hierarquias semânticas do tipo "é-um" e "é-composto".

O **MCPM** tem por finalidade representar de maneira completa, concisa e rigorosa os elementos funcionais ativos e passivos do sistema, que produzem os resultados esperados pelo ambiente externo. Essa representação é invariante em relação a qualquer forma de uso da tecnologia a ser utilizada na implementação e abstrai qualquer referência à mesma. As definições de sintaxe e semântica ([MAFFEO³] e [WARD]) propostas para o **MCPM** permitem afirmar que esse modelo é rigoroso e totalmente formalizável matematicamente. Visando melhorar seu poder de comunicação, o modelo utiliza anotações informais, compreendendo descritores sugestivos associados a elementos formais de modelagem, cuja interpretação ligada ao mundo "real" restringe-se à definição dos dados presente no dicionário de dados. O **MCPM** é composto de ([MAFFEO³] e [SANCHEZ³]):

- **Esquema das Atividades Essenciais:** que utiliza a **ESML**, modelando todas as atividades essenciais em um mesmo diagrama de rede, não-hierárquico;
- **Organização Hierárquica das Atividades Essenciais:** que utiliza a **ESML**, modelando os elementos funcionais ativos do sistema em termos de uma hierarquia de atividades até o nível das atividades operacionais primitivas, estas representando as funções do sistema que reagem às ocorrências de eventos externos e não são mais detalhadas graficamente;
- **Esquema da Memória Essencial:** onde a linguagem de representação é o **DER** ([CHEN]), incluindo toda a parte esquemática da modelagem conceitual dos elementos funcionais passivos armazenados no sistema (atributos, tipos de entidade e tipos de relacionamento entre entidades);
- **Lista de Pré/Pós-Condições:** uma para cada atividade operacional primitiva, constituindo sua especificação formal.

Completando os dois modelos, constrói-se um **Dicionário de Dados** que consiste em um registro das informações relevantes para a definição do problema, referentes ao ambiente

externo e sua interface com o sistema, e para a sua solução abstrata, referentes aos elementos funcionais ativos/passivos pertencentes à visão conceitual do sistema.

Esses submodelos são baseados em perspectivas diferentes sobre o ambiente externo e sobre o sistema. Isso introduz uma redundância na representação global, controlada por imposição da consistência que deve garantir a precisão e a não-ambigüidade do modelo resultante. A verificação da consistência interna do modelo é facilitada pela construção de uma **Tabela de Verificação de Consistência** para cada modelo ([MAFFEO³]). No **MCTX**, permite fazer uma verificação preliminar deste modelo e faz o mapeamento dos eventos externos do **MCTX** em função do **MCPM**. No **MCPM**, possibilita controlar a redundância ocasionada pela representação global, garantindo a precisão e a não-ambigüidade. Ela relaciona entradas, reações e respostas do sistema associadas a cada evento externo.

2.2 Modelo da Implementação

O nível de abstração do **ME** é muito alto, acarretando um desnível grande, em relação ao **MA**, a ser superado durante a construção do sistema. Existe a necessidade de incluir um modelo com nível de abstração intermediário visando atenuar esse desnível, que sirva como base para a construção/elaboração dos aspectos tecnológicos do sistema ([AZEVEDO], [BARBOSA¹], [MAFFEO³] e [SANCHEZ²]). Esse modelo é o **MI** e utiliza o **ME** como base lógica (não necessariamente cronológica) reorganizando-o e expandindo-o conforme as necessidades de incorporar elementos não-essenciais.

A construção do **MI** consiste de uma reorganização do **ME** atribuindo ações programadas para as atividades essenciais e para as unidades de execução (processadores, processos e módulos; classes/objetos) e partes da memória essencial para as unidades de armazenamento (estruturas de dados e arquivos; classes/objetos). Acrescenta também outras atividades não explícitas no **ME** por serem não-essenciais, objetivando substituir o pressuposto não-realista de tecnologia ideal empregado na construção do **ME**. Esse acréscimo pode introduzir distorções no **MI** em relação ao **ME**.

O **MI** (Figura 3) foi decomposto em três submodelos ([MAFFEO³] e [WARD]):

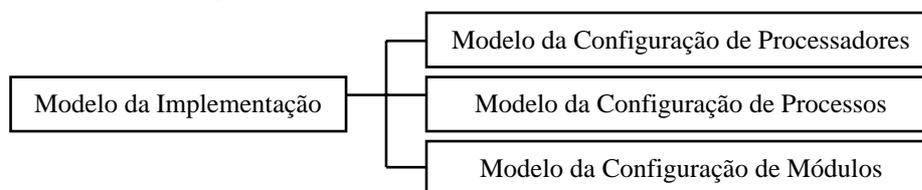


Figura 3 - Estrutura do Modelo da Implementação

- **Modelo da Configuração de Processadores (MCPR):** seu objetivo é associar atividades e aspectos informacionais/funcionais contidos no **ME** e novas atividades e novos aspectos que surgirem, a partir da expansão do mesmo, a um processador. O processador é o componente básico desse submodelo ([BARBOSA¹] e [MAFFEO³]) e representa uma unidade de execução que pode significar pessoa(s) ou dispositivo(s) capazes de realizar tarefas e armazenar/processar dados. Nesse submodelo pode ocorrer concorrência real, isto é, todos os processadores podem estar ativos ao mesmo tempo e são descritas interfaces: i) entre processadores; e ii) entre processadores e o ambiente externo.
- **Modelo da Configuração de Processos (MCP):** seu objetivo é associar a parte do **ME** que foi destinada a um processador e os elementos não-essenciais alocados, às: i) unidades de execução e armazenamento características de cada processo executado pelo processador; e ii) descrições das interfaces entre os processos alocados a cada processador. As tarefas alocadas ao processador podem ser distribuídas a diversas unidades de execução chamadas processo ([AZEVEDO], [BARBOSA¹], [MAFFEO³] e

[SANCHEZ²]). Cada unidade é composta de um lote de instruções de aplicação tratado como unidade pela arquitetura de software. No **MCP** ocorre concorrência, mas de maneira simulada (multiprogramação). Por exemplo, quando um processo está esperando um recurso, o controle pode mudar para outro processo, essa troca é realizada pelo sistema operacional do processador.

- **Modelo da Configuração de Módulos (MCM):** seu objetivo é reorganizar as ações e informações alocadas a cada processo estabelecido no **MCP**, visando facilitar a construção do código interpretável por processadores digitais ([AZEVEDO], [BARBOSA¹] e [MAFFEO³]). A unidade de execução desse submodelo é o módulo, que corresponde a conjuntos de instruções pré-definidas. Ao contrário dos outros submodelos, não há concorrência de módulos. O sincronismo é base de relacionamento entre os módulos, o módulo chamado retorna o controle para o módulo chamador ao final de sua execução.

2.3 Modelo da Automação

[MAFFEO³] sugere a seguinte apresentação do **MA**:

- Hardware, arquitetura de software e código associado a cada processador digital programável (detalhes do hardware e de suas interfaces, detalhes da arquitetura de software – sistema operacional, compilador/interpretador, gerenciador de banco de dados, gerenciador de telecomunicações etc. –, código comentado da aplicação);
- Detalhes de hardware associados a cada processador não-digital e/ou não-programável (engloba características de processadores humanos);
- Definição de características específicas de processadores humanos (detalhes do processador e de suas interfaces, descrição detalhada dos procedimentos associados a cada processador humano, dicionário de dados – engloba e estende o dicionário produzido no **ME** –).

3. CONCLUSÃO

A engenharia de software tem dominado a complexidade do processo de desenvolvimento de sistemas através da sistemática de segmentação desse processo em etapas com resultados bem definidos. Durante cada etapa, o domínio da complexidade se dá através da segmentação de sistemas em subsistemas de acordo com a abordagem característica dessa etapa.

Além dos experimentos de [AZEVEDO], [BAND], [BARBOSA²], [CLEMENTE] e [SANCHEZ²], em [COSTA] foi escolhido um novo estudo de caso para avaliar melhor a Análise Essencial e ficou constatado que realmente os resultados confirmam a hipótese de que as especificações resultantes obedecem a critérios de completeza, precisão e não-ambigüidade, como também às pré-condições para a seleção de ferramentas conceituais e técnicas de modelagem para gerar uma especificação de requisitos completa

Além disso foi percebido que, embora a Análise Essencial ofereça perspectivas diferentes sobre o problema e a solução, introduzindo controle de redundância, facilita a descoberta de omissões/erros no processo de modelagem. Como, também, níveis diferenciados de abstração permitiram tratar conceitualmente a solução separando os aspectos de implementação, a comunicação tornou-se mais fácil devido ao uso de elementos de modelagem gráficos de maneira eficaz e eficiente.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, J. B. G. de O. Modelagem dos Aspectos Sócio-Técnicos de um Sistema de Transporte Terrestre: um Estudo de Caso, Dissertação de Mestrado, PUC-Rio, 1991.

- BAND, S. Modelagem de Aspectos Sócio-Técnicos Associados a um Centro de Informações: Estudo de Caso, Dissertação de Mestrado, PUC-Rio, 1991.
- BARBOSA¹, E. Modelo da Implementação (Design) de um Sistema de Controle para uma Área de Linhas de Engarrafamento, Monografia, PUC-Rio, 1995.
- BARBOSA², E. Modelagem de Sistemas de Tempo-Real. Estudo de Caso de um Sistema de Controle de Engarrafamento de Compostos Químicos, Dissertação de Mestrado, PUC-Rio, 1995.
- BOEHM, B. W. Software Engineering Economics, Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1981.
- BRUYN, W.; Jensen, R.; Keskar, D. e Ward, P. T. ESML: An Extended System Modelling Language Based on Data Flow Diagram, ACM Sigsoft, Software Engineering Notes, 13(1): 58-62; janeiro de 1988.
- CARVALHO FILHO, M. B. Um Estudo sobre Desenvolvimento de Sistemas de Programação à Fase da Definição de Requisitos, Dissertação de Mestrado, PUC-Rio, 1980.
- CHEN, P. P. S. The Entity-Relationship Model - Toward a Unified View of Data, ACM Transactions on Database Systems, 1(1): 9-36; 1976.
- CLEMENTE, K. Modelagem de Sistemas Sócio-Técnicos: Estudo de Caso de um Piloto Automático para Automóveis, Dissertação de Mestrado, PUC-Rio, 1992.
- COSTA, H. A. X. Sistema de Apoio a Concursos Vestibular — CONVEST —, Projeto Final de Programação, PUC-Rio, 1996.
- DUARTE, M. A. G. Um Sistema para Representação do Conhecimento de Métodos de Desenvolvimento de Software, Dissertação de Mestrado, UFRJ, 1991.
- GI-MDS, Grupo de Interesse em Metodologia de Desenvolvimento de Sistemas, Implantando um Metodologia, Simpósio e Feira sobre Metodologia de Desenvolvimento de Sistemas, SUCESU-RJ, 1991.
- HEIMDAHL, M. P. E. e Leveson, N. G. Completeness and Consistency in Hierarchical State-Based Requirements, IEEE Transactions on Software Engineering, June 1996, Vol. 22, N. 6, pp 363-377.
- ISO695 – Griethuysen, J. J. Concepts and Terminology for the Conceptual Schema and the Information Base, International Standartization Organization (ISO), ANSI, Secretaria ISO/TC97/SC5; New York, nº 695.
- LOH, S.; Poeta, C. R. e Castilho, J. M. V. Apoio Automatizado a Elicitação de Requisitos: Proposta e Protótipo de Ferramenta, VI Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software, Gramado, 1992.
- MAFFEO¹, B. e Ritto, A. C. A. O Esquema Semântico no Modelo do Contexto de um Sistema Computacional, XXIII Congresso de Informática da SUCESU, 1990.
- MAFFEO², B. ESML: Uma Revisão de Apresentação, Estrutura, Notação e Conteúdo, Monografia, PUC-Rio, RJ, 1991.
- MAFFEO³, B. Engenharia de Software e Especificação de Sistemas, Editora Campus, 1992.
- MCMENAMIM, S. M. Essential Systems Analysis, Yourdon Press, 1984.
- OLIVEIRA, A. de P. A. SERBAC: uma Estratégia para Definição de Requisitos, Monografia, PUC-Rio, 1994.
- SANCHEZ¹, M. L. D'A. Modelo da Essência de um Sistema de Controle e Monitoramento de Litografia por Feixe de Elétrons – COMONLIFE, Monografia, PUC-Rio, RJ, 1995.

SANCHEZ², M. L. D'A. Um Método de Design de Sistemas de Tempo Real Fundamentado por Experimentação, Tese de Doutorado, PUC-Rio, RJ, 1996.

SANCHEZ³, M. L. D'A. Software Design Baseado em Encapsulamento de Dados e Troca de Mensagens entre Subsistemas Autônomos, Monografia, PUC-Rio, RJ, 1996.

WARD, P. T.; Mellor, S. J. Structured Development for Real-Time Systems, Yourdon Press, 1985.

YOURDON, E. Análise Estruturada Moderna, Campus, 1991.

INOVAÇÃO, GERAÇÃO DE ENERGIA E COMPETITIVIDADE MEDIANTE UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS

Carlos Eduardo Gerzson de Souza¹

Thadeu José Francisco Ramos²

RESUMO

Este artigo pretende demonstrar como a geração de energia elétrica através da queima da casca de arroz pode contribuir para a gestão ambiental e, ainda, de que forma pode gerar inovação e competitividade para a empresa que utiliza a tecnologia. Pretende-se, também, contribuir para uma maior difusão do uso da tecnologia. O método de pesquisa utilizado foi o estudo de caso. O estudo foi realizado junto à empresa Urbano Agroindustrial Ltda, localizada no município de São Gabriel-RS, atuando no setor da agroindústria, como beneficiadora de arroz utilizando a nova tecnologia desde 1995. Os resultados apurados indicam a redução de custos com energia elétrica, diminuição de resíduos (casca de arroz), geração de inovação de processo e competitividade..

Palavras Chave: Casca de Arroz, Geração de Energia, Gestão Ambiental, Inovação e Competitividade.

ABSTRACT

This article intends to demonstrate as the electric power generation through it burns her of the hull of rice can contribute for the environmental management and, still, that form can generate innovation and competitiveness for the company that uses the technology. It is intended, also, to contribute for a larger diffusion of the use of the technology. The research method used was the case study. The study was accomplished together the company Urbano Agroindustrial Ltda, located in the municipal district of São Gabriel-RS, acting in the section of the agribusiness, as improvement of rice using the new technology since 1995. The select results indicate the reduction of costs with electric power, decrease of residues (hull of rice), generation of process innovation and competitiveness.

Keywords: Hull of Rice, Generation of Energy, Environmental Management, Innovation and Competitiveness.

1. INTRODUÇÃO

O cenário atual caracteriza-se pelo elevado grau de competitividade, sendo que as capacidades necessárias aos ganhos de competitividade não são estáticas. As mudanças dos padrões são dinâmicas, pressionam os agentes econômicos para a inovação de seus processos, produtos e tecnologias, como forma de garantir a sobrevivência nesse ambiente turbulento.

Aliado a estes fatos, emerge, no Brasil, um relevante problema macroeconômico ocasionado pela deficiência na produção de energia elétrica que afeta diversos setores da economia brasileira. Não obstante, todos os problemas mencionados, as empresas necessitam administrar alguns paradigmas emergentes, como é o caso da questão ambiental, que é atualmente um elemento fundamental na questão de negócios.

¹ Bacharel em Ciências Econômicas, Mestre em Administração - PPGA/UFRGS, Professor do CCEI - URCAMP Campus Universitário de São Gabriel, e-mail: gerzson@sgnet-rs.com.br.

² Bacharel em Ciências Econômicas, Mestre em Administração - PPGA/UFRGS, Professor do CCEI - URCAMP Campus Universitário de São Gabriel, e-mail: tjramos@gabriel.sg.uncamp.tche.br.

Para Kotler (1998), as empresas, ao invés de se oporem a todas as formas de regulamentação, devem ajudar a desenvolver soluções aceitáveis aos problemas, de material e de energia que o país enfrenta.

Segundo Donaire (1996), as portas do mercado e do lucro ficam cada vez mais estreitas para aquelas empresas que desprezam as questões ambientais na tentativa de maximizar seus lucros e socializar os prejuízos. Atitudes e medidas para não poluir ou poluir menos tornam-se condição básica para bons negócios e mesmo para a própria sobrevivência da empresa no mercado. Ao contrário do que se via no passado, a despreocupação com as exigências da legislação ambiental pode se traduzir em redução de lucros pela perda da competitividade no mercado, descrédito institucional e, até, a paralisação das atividades.

A questão do aproveitamento dos resíduos industriais é abordada por Frosch (1996), quando afirma que ao invés de serem automaticamente enviados para o lixo, os resíduos deveriam ser percebidos como suprimento de matéria-prima e, portanto, fontes úteis de material e energia para outros processos e produtos industriais.

Inserida nesse ambiente, a empresa Urbano Agroindustrial Ltda, que trabalha com produtos (arroz e seus sub-produtos) originados do *agribusiness*, teve por seus administradores, a percepção das mudanças que estão ocorrendo no mundo dos negócios. E, com uma visão de longo prazo, os administradores passaram, então, a enfrentar o imperativo, buscando criar uma nova relação entre a atividade operacional e o ambiente natural, com o objetivo de alterar e adequar as práticas passadas ao novo cenário.

O objetivo principal do trabalho consiste em analisar a tecnologia da geração de energia elétrica por meio da queima da casca de arroz, como instrumento de gestão ambiental e fator de inovação e competitividade. Nesta pesquisa, busca-se atingir os seguintes objetivos específicos: (1) descrever o uso da tecnologia; (2) identificar os principais benefícios econômicos e ambientais a partir da introdução da inovação tecnológica. (3) verificar, a relação entre a inovação tecnológica e o incremento da competitividade da empresa. (4) difundir a alternativa de geração de energia elétrica a partir da utilização de resíduos agroindustriais (casca de arroz).

2. METODOLOGIA

Esta pesquisa caracteriza-se como sendo um estudo de caso realizado na empresa Urbano Agroindustrial Ltda., localizada no município de São Gabriel, Estado do Rio Grande do Sul.

Para Young, o estudo de caso, como método de pesquisa, pode ser definido como sendo *“um conjunto de dados que descrevem uma fase ou a totalidade do processo social de uma unidade, em suas várias relações internas e nas suas fixações culturais, quer seja essa unidade uma pessoa, família um profissional, uma instituição social, uma comunidade ou uma nação”* (Young *apud* Gil, 1991, p.59).

A pesquisa foi realizada mediante visitas à empresa alvo do estudo, onde foram coletados os dados. Para a coleta dos dados, adotaram-se as técnicas referidas por Roesch (1996): entrevistas, questionário, testes e a observação.

3. INOVAÇÃO

Inovar é um processo gradual, cumulativo, formado pela aplicação de conhecimentos e idéias para resolver problemas, que é, basicamente, geração de técnicas e tecnologias, a fim de assegurar o desenvolvimento sócio-econômico, a nível microeconômico de uma empresa e, cumulativamente, passando para um nível macroeconômico, do país como um todo.

A inovação, segundo Drucker “*é o uso sistemático das oportunidades criadas por mudanças: na sociedade e na economia, em fatores demográficos e em tecnologia*” (Drucker, P., 1996, p.187).

Para Zawislak (1995), as inovações, até em função do tipo de processo que está na sua origem, podem ser de diferentes graus de importância face ao conjunto de conhecimentos em voga. Na realidade, uma inovação é uma combinação de conhecimentos para gerar um novo, porém um novo conhecimento que tenha valor de troca e não só valor de uso. Em síntese, a inovação é a solução economicamente viável do problema.

3.1. Inovação de Produto e de Processo

Segundo Clark (1985), a inovação de produto está associada a momentos de expansão econômica, onde novas demandas mercadológicas foram identificadas.

Já a inovação de processo, geralmente ocorre quando há uma queda na atividade econômica, onde a capacidade resultante de um determinado produto, pode auxiliar a empresa a ultrapassar e vencer esta fase de dificuldades e de estagnação. Pode-se dizer que a inovação de processo consiste de um sistema que reúne a força de trabalho e a informação, que são empregados com o fim de produzir um determinado produto ou serviço (Utterback *apud* Faggion, 1995).

Em resumo, o progresso das técnicas em geral deve incluir todo e qualquer tipo de inovação, mas o desenvolvimento tecnológico será principalmente (e diretamente) influenciado pelos avanços nos “*modos de fazer*”. Os produtos têm um papel de estímulo às inovações de processos. Portanto, uma empresa ao investir na constituição de capacitação tecnológica, investe antes de mais nada, na capacidade de adequar o seu processo às normas e às exigências de qualidade, competitividade e produtividade. (Zawislak, 1995).

3.2. A Competitividade

Para ser competitiva neste ambiente, onde o mercado atual tornou-se uma verdadeira aldeia global, as empresas necessitam, além de possuir uma visão estratégica voltada para o futuro, buscar estratégias de produto ou processo direcionando todos os fatores para a consecução de seus objetivos.

Lawer *apud* Bateman & Snell (1998) afirma que “*uma empresa para sobreviver e vencer precisa obter vantagem sobre seus concorrentes. [...] Obtêm-se vantagem competitiva pela adoção de abordagens de administração que satisfaçam as pessoas por meio de competitividade em custos, produtos de alta qualidade, velocidade e inovação*” (Bateman & Snell, 1998, p.35).

Segundo Coutinho e Ferraz (1994), a competitividade de uma empresa está na sua capacidade de formular e implementar estratégias concorrenciais, que lhe permitam conservar uma posição sustentável no mercado de forma duradoura.

Essas estratégias concorrenciais foram alvo de um grande estudo de Porter (1990), que propõe um modelo de análise do ramo de negócios em que a empresa atua, com o objetivo de desenvolver uma estratégia para a empresa. O método concentra-se na concorrência existente no ramo em que atua a empresa. A concepção de concorrência de Porter não se restringe à consideração das empresas que, num dado momento, concorrem num dado ramo e de seu comportamento, mas é muito mais ampla, abrangendo a estrutura econômica e institucional dentro da qual a concorrência se desenvolve naquele ramo de negócios.

O cenário atual leva a concluir que a competitividade adquirida com base em recursos naturais abundantes e de baixo custo é impraticável. Atualmente a competição ocorre via recursos tecnológicos, flexibilização da produção, preço e qualidade dos bens e/ou serviços

produzidos para o domínio dos mercados, cada vez mais exigentes. Neste contexto, a vantagem competitiva somente poderá ser mantida através de melhorias contínuas, uma vez que, a maioria das inovações podem ser copiadas pelos concorrentes.

4. O CASO DA URBANO AGROINDUSTRIAL

4.1. Descrição da Empresa

Em 1985 ocorre a instalação da Filial da empresa no município de São Gabriel - foco deste estudo, a qual está assim caracterizada:

- Razão Social: URBANO AGROINDUSTRIAL LTDA.
- Endereço: BR 290 – Km 420 – CEP : 97300.000
- Http: //www.urbano.com.br
- Ramo de Atividade: Beneficiamento de arroz em casca
- Número de Empregados: 150 (cento e cinquenta)
- Quantidade de resíduo (casca) produzido: 3.000 t/mês

4.2. Descrição da Tecnologia

A Tecnologia de geração de Energia Elétrica a partir de elementos de biomassa não é uma tecnologia nova, principalmente em termos de cana-de-açúcar (praticamente todos os engenhos açucareiros do nordeste a utilizam) e resíduos/sobras (cavacos) de madeira. A geração de Energia Elétrica através da queima da Casca de Arroz é a tecnologia que propicia o maior aproveitamento energético disponível em todo o mundo, com perfeito controle ambiental, gerando a partir de 1 (uma) tonelada de Casca de Arroz, 1 (um) Mw de energia. E, ainda, como subproduto, o vapor produzido pode ser utilizado na parboilização do arroz; as cinzas remanescentes, por possuírem alto teor de silicato³, podem ser comercializadas por U\$ 40,00 a tonelada.

O processo de geração de Energia Elétrica implantado na empresa teve seu início no ano de 1995, quando funcionou de forma experimental. No ano de 1996, iniciou-se o processo de geração, que passou ainda por uma série de ajustes, vindo a funcionar plenamente a partir do ano de 1997.

A utilização da Tecnologia de Geração de Energia Elétrica, através da queima da Casca de Arroz, pela empresa Urbano Agroindustrial Ltda, originou-se dos seguintes fatos:

- Falta constantes no fornecimento de energia, ocasionando com isso paradas na indústria e, por conseqüência, afetando a utilização das máquinas, além da ociosidade de mão-de-obra;
- Elevado custo operacional para o transporte da casca;
- Alto custo da utilização de energia cedida pela então CEEE;
- Problema ambiental ocasionado pela falta de local para destinar a Casca de Arroz;

Esta tecnologia, então, serve para Gerar Energia Elétrica, reduzir o custo operacional da empresa e suprir as constantes interrupções no fornecimento de energia por parte da empresa concessionária. A geração de Energia Elétrica se dá (como faz) através da queima de biomassa, no caso casca de arroz, um subproduto originado do beneficiamento do Arroz. As fases de execução do processo de geração de Energia Elétrica podem ser representadas de forma genérica, pelo fluxo abaixo:

³ Numeroso grupo de substâncias minerais constituídas pela combinação da sílica com um ou mais óxidos metálicos e água.

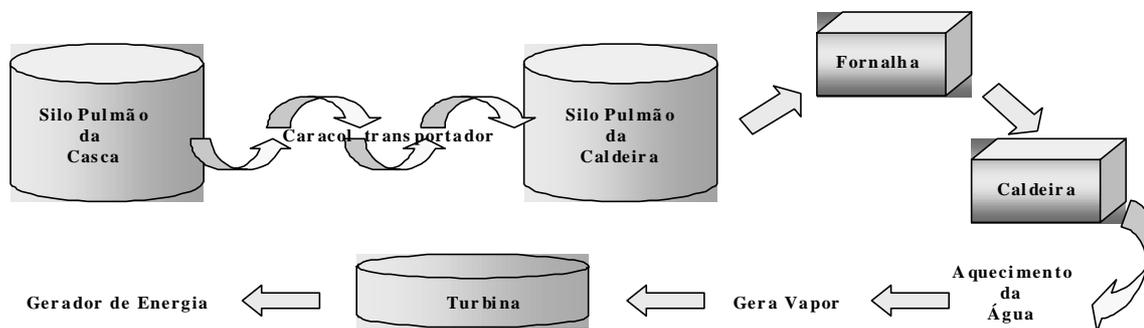


Figura nº 01: Fluxo de Geração de Energia Elétrica.

Ao final do processo de descasca do arroz, a matéria-prima do processo (casca de arroz), que é o resíduo do processo produtivo da empresa, é armazenada em um silo, tipo reservatório, posteriormente transportada num sistema tipo caracol, até o silo que abastece uma fornalha de queima da casca, cujo calor proporciona o aquecimento da caldeira de água, gerando o vapor necessário para impulsionar uma turbina associada a um gerador síncrono⁴ de energia.

O sistema possui autocontrole, utilizando-se de vários dispositivos de segurança, tais como: interrupção da queima em caso de falha na geração de energia ou de queda de energia, controle automático de pressão através de transmissor pneumático de pressão, um sistema de retenção de fuligem, sistema de descarga rápida, além de estojos de segurança na fornalha contra superaquecimento.

A estrutura utilizada para a geração de energia elétrica, a partir da queima da casca de arroz, é composta pelos seguintes equipamentos: forno, caldeira, turbina, gerador e equipamento de distribuição.

O Sistema de Geração de Energia trabalha em paralelo com o Sistema da AES Sul, de modo a proporcionar a transferência de energia entre os dois sistemas. Quando o gerador da empresa gera energia superior ao consumo desta, ela é transferida para a AES Sul. Desse modo, além da empresa não estar exposta a interrupções no fornecimento de energia externa, ela fornece a energia excedente à AES Sul ou gera saldos com esta, principalmente nas entressafras do arroz em que o consumo de energia da empresa é menor. Em épocas da safra do arroz, quando o consumo de energia é maior e a empresa demanda mais energia do que produz, ela pode abater do saldo que tem com a AES Sul.

4.3. A Inovação

Constata-se que a empresa, a qual, atua no setor de *agribusiness*, age dentro de perspectivas realistas das forças econômicas, institucionais, organizacionais e tecnológicas que regem e condicionam as decisões dos agentes econômicos num ambiente de competição extremamente acirrado.

A iniciativa empreendedora dos diretores da empresa, o investimento na capacidade de adequar o seu processo às novas normas ambientais, de qualidade, competitividade e produtividade, a conjugação do fator trabalho à informação, fez com que a empresa fosse a primeira a utilizar a tecnologia (geração de energia através da queima da casca de arroz) no Brasil, alterando assim, a origem de um relevante componente do processo produtivo, no caso, a energia elétrica.

⁴ Máquina rotativa que opera com uma velocidade de rotação proporcional à frequência da tensão alternada que alimenta, e pode funcionar como um gerador.

4.4. A Competitividade

A empresa pesquisada é, atualmente, uma das maiores beneficiadoras de arroz do estado do Rio Grande do Sul. Não obstante, a concorrência no mercado é bastante acirrada, fato esse, que levou a empresa a inovar no processo de produção visando tornar o seu produto mais competitivo.

Considerando que o processo de produção gera 3.000 t/mês de resíduo (casca de arroz), a direção da empresa começou a buscar alternativas para transformar essa área, que inicialmente só lhe propiciava despesas, em uma atividade para a redução de seus custos de produção.

Sendo a energia elétrica um significativo componente da sua matriz de custos, a empresa passa, a partir de 1995, a gerar energia elétrica mediante a queima da casca do arroz por ela beneficiado atingindo, efetivamente, a geração de 97% da capacidade do equipamento (2.750 Kwa/mês) ao final do ano de 2000, propiciando uma redução de custos de energia elétrica em torno de 70%, diminuindo significativamente o seu custo total de produção. E isto, gerou para a empresa vantagem competitiva em relação a seus concorrentes.

4.5. A questão Ambiental

As atividades produtivas estão a preocupar-se com as questões ambientais por vários motivos, como por exemplo: obediência às leis, eficácia em custos, vantagem competitiva e a imagem perante a opinião pública.

Engajada no pensamento sistêmico, e por meio de atitudes inovadoras, a empresa passa a perceber os resíduos como uma forma de reduzir custos, transformando-os em uma importante fonte de energia, capaz de solucionar o problema ambiental de destino das 3.000 t/mês de casca de arroz, as quais, na sua maioria eram depositadas na periferia da cidade, causando sérios problemas à comunidade.

Outro fato relevante a ser destacado em relação à questão ambiental, é o de que a utilização da casca do arroz impede a derrubada e queima de milhares de árvores, que seriam utilizadas como fonte de geração de calor nas fornalhas dos secadores de cereais.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento tecnológico visa atender às necessidades da empresa em produzir cada vez mais, com melhor qualidade, menor custo e menor impacto ambiental. A empresa pesquisada, ao vislumbrar a oportunidade de utilização da casca de arroz como fonte geradora de energia elétrica, objetivou solucionar o problema referente à questão ambiental, bem como reduzir seus custos de produção.

Com relação aos benefícios econômicos, obteve-se informações junto à empresa de que a redução nos custos com energia elétrica é de 70%, e o retorno do investimento ocorre em um período de aproximadamente seis anos. Não foi possível obter outras informações como, por exemplo, o valor do investimento total inicial.

A adoção da inovação tecnológica possibilitou a empresa a reduzir significativamente o problema de gestão ambiental, ou seja, o destino da casca oriunda do processo de beneficiamento, a qual, anteriormente era simplesmente depositada na periferia da cidade, causando vários problemas à comunidade, que protestava constantemente.

Sobre o enfoque da competitividade, vivencia-se uma nova realidade caracterizada por um ambiente turbulento, onde as forças competitivas assumem dimensão mundial, e a empresa poderá valer-se de algum tipo de inovação, para conseguir assimetrias em forma de vantagem competitiva. A empresa estudada inovou o seu processo de produção, obtendo redução de custos e melhorias significativas na gestão dos problemas ambientais, construindo para si uma importante vantagem competitiva. No entanto, a vantagem

competitiva só é mantida através de melhorias contínuas, visto que grande parte das inovações tendem a ser copiadas pelos concorrentes. Diante disso, a empresa pesquisada está buscando sanar os problemas operacionais apresentados pela tecnologia, bem como, ampliar a produção de energia elétrica, com o objetivo de utilizar a totalidade da casca e comercializar o excedente de energia junto à concessionária local.

Um outro resultado, este de caráter social, que merece ser destacado, é o de que a iniciativa inovadora da empresa está a gerar nove empregos no município de São Gabriel, fato de grande relevância, principalmente, por tratar-se da Metade Sul do Estado, onde o desemprego é hoje um dos maiores problemas da região.

6. BIBLIOGRAFIA

BATEMAN, Thomas S. e SNELL, Scott A. *Administração – Construindo Vantagem Competitiva*. São Paulo: Atlas, 1998.

CLARK, Norman. *The Political economy of science and technology*. Oxford: Camelot Press, 1985.

DONAIRE, Denis. *A internalização da gestão ambiental na empresa*. Revista Brasileira de Administração. São Paulo: v.31, 1996.

DRUCKER, Peter Ferdinand. *Administrando para o futuro : os anos 90 e a virada do século*. São Paulo: Pioneira, 1996.

FAGGION, Gilberto Antônio. *Fontes de tecnologia das empresas exportadoras do Rio Grande do Sul – Brasil*. Porto Alegre, 1995. Tese de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995.

FROSCH, Robert A. *As reflexões sobre uma nova ecologia das empresas*. Revista Bahiana de Tecnologia. Camaçari: v.12, 1997.

GIL, Antônio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1991.

KOTLER, Philip. *Administração de marketing : análise, planejamento e controle*. Traduzido por Ailton Bomfim Brandão. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1998.

PORTER, Michael E. *Vantagem Competitiva: Criando e sustentando um desempenho superior*. Rio de Janeiro: Campus, 1990.

ROESCH, Sílvia Maria Azevedo. *Projetos de Estágio do curso de administração – guia para pesquisas, projetos, estágios e trabalhos de conclusão de curso*. São Paulo: Atlas, 1996.

ZAWISLAK, Paulo Antônio. *A relação entre conhecimento e desenvolvimento: essência do progresso técnico*. Porto Alegre: UFRGS, 1995.

UMA ABORDAGEM EVOLUCIONÁRIA PARA A GERAÇÃO DE QUADROS DE HORÁRIOS

Jean Fretta Pereira¹

M. Eng. Wilson Castello Branco Neto²

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo propor uma forma de solução para o problema de geração do quadro de horários dos professores. A necessidade de uma solução automatizada deve-se à grande quantidade de tempo e esforço dispendidos para resolvê-lo manualmente. O trabalho busca encontrar o melhor horário, obedecendo um quadro pré-determinado pelos professores, no qual priorizam, através de valores de disponibilidade, os horários em que desejam lecionar. A principal dificuldade deste trabalho é quanto aos inúmeros choques de horários que dificultam e, até mesmo, infactibilizam o problema em certos casos. Visto isso, torna-se necessária a utilização de técnicas de Inteligência Artificial para otimizar a solução.

Palavras-chave: algoritmos genéticos, inteligência artificial, problema de geração do quadro de horários.

ABSTRACT

This work has as propose a solution way to the timetabling problem of the teachers. The necessity of a automatized solution due it to big quantity time and struggle used to solve it manually. The work searches the best schedule, obeying a table predestinate for the teachers, where they priority through of availability values the schedules what they desire to teach. The main difficulty of this work is how to the innumerable timetable, what it hards and, although, it unapproachable the problem in any case. With this, become necessary the use of Artificial Intelligence techniques to restrict the solution.

Keywords: genetic algorithms, artificial intelligence, timetabling.

1. INTRODUÇÃO

A Inteligência Artificial tem sido um dos ramos da ciência da computação que mais tem avançado nos últimos tempos, devido à expectativa criada com relação a criação de máquinas que podem se comportar como humanos.

Dentro desse contexto encontra-se o Problema de Geração de Quadros de Horários ou *Timetabling*, que consiste em determinar uma seqüência de encontros entre estudantes e professores em um espaço de tempo pré-definido (tipicamente uma semana), satisfazendo um conjunto de restrições de vários tipos (SCHAERF, 1995).

Através da cognição humana, pelas existências adquiridas sobre o problema, nota-se que as técnicas utilizadas para resolvê-lo, dificultam e, até mesmo, infactibilizam o problema em certos casos pela grande quantidade de professores, turmas e outras variáveis que envolvem a geração de quadro de horários. Para contornar este problema, é utilizada uma técnica de Inteligência Artificial, Algoritmos Genéticos, o qual pode encontrar soluções para um problema rapidamente em um grande espaço de busca.

Este trabalho apresenta-se dividido em cinco seções: a seção 1 faz um breve comentário sobre o problema de geração de quadros de horários e os seus objetivos. Na seção 2, são os

¹ Professor do Centro de Educação Profissional “Renato Ramos da Silva” CEDUP (CIS) e aluno do curso de Informática – Bacharelado na UNIPLAC. – jfp@uniplac.rct-sc.br

² Professor do Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas da UNIPLAC. – castello@uniplac.rct-sc.br

apresentados princípios da Inteligência Artificial abordando definições, histórico e classificações. Na seção 3, são apresentadas características de Algoritmos Genéticos. Na seção 4, é definido o problema, sendo detalhadas as características que determinam o domínio do problema, e é mostrado, também, o Diagrama de Entidades e Relacionamento utilizado nesse trabalho e alguns aspectos sobre o modo como a implementação é realizada para o problema de geração de quadros de horários para instituições de ensino. Na seção 5, são apresentadas algumas considerações sobre o problema, bem como sobre o modelo proposto para sua resolução.

2. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

2.1 Definições

Apesar dos grandes esforços destinados à Inteligência Artificial ao longo das últimas décadas, seus pesquisadores ainda não foram capazes de chegar a um consenso sobre o seu conceito.

Segundo RICH (1991), “Inteligência Artificial é o estudo de como fazer os computadores realizarem coisas as quais, no momento, as pessoas fazem melhor”. Já para FONSECA FILHO (1999), “Inteligência Artificial é a área da computação voltada para o estudo de técnicas de construção de programas que permitam ao computador simular aspectos do comportamento da inteligência”.

Com base nessas duas definições, pode-se concluir que Inteligência Artificial é a maneira de fazer o computador solucionar problemas baseando-se no comportamento humano.

A Inteligência Artificial pode, também, ser definida como um conjunto de técnicas e metodologias de programação utilizadas para tentar resolver os problemas de forma mais eficiente e simples que complexos algoritmos, utilizando uma lógica semelhante a dos seres humanos.

O problema, ainda em aberto, é a difícil tarefa de se representar o conhecimento, aliás nome de uma nova área surgida dentro da IA para solucionar os inúmeros problemas surgidos principalmente o de como representar o “senso comum”, o “sexto sentido” ou ainda, a intuição, termos que resistem a uma conceituação clara (FONSECA FILHO, 1999).

2.2 Histórico

O interesse em Inteligência Artificial não é atual. Antigamente já se tinha “o desejo de criar artefatos capazes de reproduzir um comportamento inteligente”(BARRETO,1999). Como exemplo disso, conhecemos o mito de Frankenstein, que foi criado utilizando-se partes de cadáveres, querendo torná-lo um ser inteligente.

Em 1950, foi proposto o teste de Turing. Este teste, definido por Alan Turing, buscava determinar se uma máquina conseguia pensar ou não. Para o teste, eram necessárias 2 pessoas e 1 máquina, a qual seria avaliada. Uma pessoa interrogaria a outra pessoa e a máquina, sem poder vê-los. As respostas viriam datilografadas e o objetivo era fazer com que o interrogador não conseguisse distinguir quem era pessoa e quem era máquina, conforme diagrama abaixo:

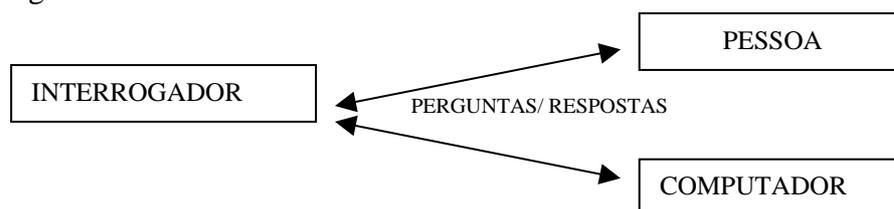


Figura 1: Diagrama do teste de Turing

Para isso, a máquina teria total liberdade de tentar enganar o interrogador, demorando a responder e respondendo errado, quando julgasse necessário. O maior problema enfrentado pelos criadores da máquina seria a quantidade de conhecimento que uma máquina precisaria ter para passar no teste. Neste teste, a máquina era condicionada a uma resposta conforme especificação anterior.

Esse modo de utilização começou a mudar quando, em 1952, Arthur Samuel mostrou que os computadores são capazes de aprender e não fazer somente o que lhes foi definido. Durante os anos de 1966 a 1974 começou a se encontrar dificuldades no mundo da IA, provada pelos estudos de Minsky e Papert, no qual eles mostram os problemas relacionados ao modelo de McCulloch e Pitts que pretendiam representar a forma como o cérebro humano trabalha através de aplicações de redes neurais. A década de 1970 foi marcada pelo grande avanço dos sistemas baseados em conhecimento e pelos sistemas especialistas, que segundo DURKIN (1994), “é um programa projetado para modelar a habilidade de um especialista para resolver problemas”. Na década de 1980 a robótica teve um avanço, marcando a introdução da IA na indústria. Também, nessa época, houve o retorno ao uso das redes neurais. (FONSECA FILHO, 1999)

Muitos pesquisadores hoje acreditam que Inteligência Artificial é uma tecnologia chave para o software do futuro. As pesquisas em Inteligência Artificial estão relacionadas com áreas de aplicação que envolvem o raciocínio humano como: processamento de linguagem natural, diagnósticos, manipulações matemáticas, ensino, etc.

2.3. Classificação

Diante da grande variedade de aplicações da IA, existe a necessidade de diferenciá-las.

“Dependendo da abordagem de IA adotada, tanto o modo de manipular o conhecimento quanto como adquiri-lo, armazená-lo, empregá-lo diferem” (BARRETO, 1999).

Para isso, a IA nos fornece 3 formas diferentes para resolver problemas: Inteligência Artificial Simbólica (IAS), Inteligência Artificial Conexionista (IAC) e Inteligência Artificial Evolucionária (IAE).

2.3.1. Inteligência Artificial Simbólica (IAS)

A IAS é utilizada quando o problema é bem delimitado, ou seja, as peculiaridades relativas ao problema são bem definidas e que uma seqüência lógica de passos leva a uma solução. Esses passos são definidos baseando-se na forma de raciocínio humano.

As principais ferramentas utilizadas na IAS são: lógica, regras de produção, heurísticas, sistemas especialistas, etc.

2.3.2. Inteligência Artificial Conexionista (IAC)

A IAC tem por objetivo investigar a possibilidade de simulação de comportamentos inteligentes através de modelos baseados na estrutura e funcionamento do cérebro humano (BITTENCOURT, 1998).

Esta caracteriza-se por: ter capacidade de aprender através de exemplos, condições de ter um bom desempenho em tarefas mal definidas e simular o raciocínio impreciso. As técnicas utilizadas para representar a IAC são as redes neurais artificiais.

2.3.3. Inteligência Artificial Evolucionária (IAE)

Este ramo da IA baseia-se no mecanismo natural de evolução das espécies, conforme a teoria da evolução natural descoberta e formalizada por Darwin. Essa teoria define os processos de: reprodução, mutação e seleção natural, como requisitos para a sobrevivência de uma espécie em ambiente variável. A IAE utiliza os princípios da evolução humana para a resolução de problemas de busca e otimização, através dos algoritmos genéticos.

3. ALGORITMOS GENÉTICOS

A primeira referência a Algoritmos Genéticos foi na dissertação de John Holland, “Adaptação em Sistemas Naturais e Artificiais”, de 1975. Logo após, outros trabalhos validaram e consolidaram a técnica.

Segundo GOLDBERG (1989), Algoritmo Genético “é um algoritmo de procura baseado nos mecanismos de seleção natural e genética natural. Ele combina a sobrevivência feita por uma função de avaliação entre uma cadeia de caracteres com uma estrutura de informações mudadas aleatoriamente, para formar um algoritmo de procura com algum talento inovador, o mesmo de uma procura de um ser humano”.

Já para TANOMARU (1995), “em Algoritmos Genéticos, uma população de possíveis soluções para o problema em questão evolui de acordo com operadores probabilísticos concebidos a partir de metáforas biológicas, de modo que há uma tendência de que, na média, os indivíduos representem soluções cada vez melhores à medida que o processo evolutivo continua”.

Hoje, está evidente a importância da utilização dos Algoritmos Genéticos em busca de soluções complexas, e na combinação com outras técnicas de Inteligência Artificial, representando aplicações híbridas, principalmente no aprendizado de máquina.

3.1. Aplicações

Algoritmos Genéticos tornou-se um campo difundido e aplicável a diversas áreas do conhecimento. Eles funcionam com simplicidade, são de fácil implementação e realizam buscas altamente eficazes em amplos espaços, aplicando-os em situações onde não se conhece claramente o modo de se chegar à solução.

Os Algoritmos Genéticos são amplamente utilizados como otimizadores, onde métodos de busca tradicionais falham e é necessário o uso de uma busca aprimorada. No campo de engenharia, a sua utilização é ampla em processos produtivos. Suas vantagens em relação a outros métodos é o alto grau de adaptabilidade ao problema proposto, robustez e capacidade de paralelismo.

3.2. Operadores Genéticos

Os operadores genéticos compreendem a base do funcionamento de um Algoritmo Genético.

Em seguida, é feita uma descrição dos 4 operadores genéticos utilizados neste trabalho de geração de horários.

3.2.1. Reprodução

O operador genético de reprodução é responsável pela geração de novas populações. Conforme BARRETO (1999), reprodução “é típico de seres mais evoluídos e se dá pela aproximação dos cromossomos dos dois indivíduos (pais) que trocam entre si partes de seus cromossomos.” Isso resulta em dois cromossomos diferentes que, porém, ainda guardam influências dos pais, como segue figura abaixo:

Como se pode ver na figura 2, são escolhidos 2 cromossomos (pais) e, trocados alguns genes de suas estruturas resultando em 2 cromossomos filhos, cada um guardando características de seus pais. O ponto onde é feita a quebra dos cromossomos pais é escolhido aleatoriamente.

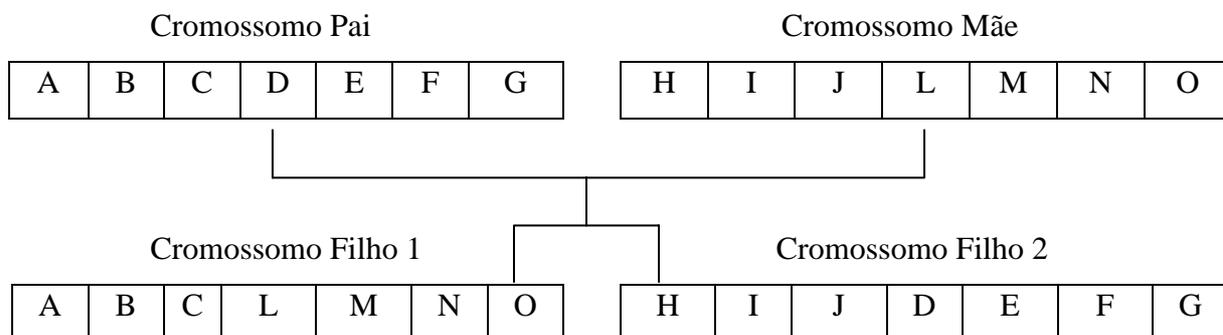


Figura 2: Exemplo de Reprodução.

3.2.2. Seleção

Para garantir a qualidade da população da nova geração, cromossomos são selecionados previamente, mediante uma função, que irá identificar os cromossomos com maior grau de aptidão ao ambiente proposto, para poderem prosseguir na geração de populações. “A seleção tem por objetivo fazer com que somente os elementos mais adaptados da geração anterior participem do processo que irá gerar a nova população” (BARRETO, 1999).

O método utilizado para selecionar cromossomos mais adaptados é a roleta, que consiste em sortear cromossomos conforme a sua aptidão, ou seja, os cromossomos que tiverem um maior grau de aptidão, terão mais probabilidade de serem sorteados. A roleta possui 2 variantes: a roleta simples e a roleta ponderada.

Na roleta simples, cada cromossomo da população tem um valor de aptidão. Esse valor, gera a probabilidade de ser sorteado. Já na roleta ponderada, cada cromossomo recebe uma nota pela sua aptidão, que varia de 1, para o cromossomo com pior aptidão, até o número do tamanho da população para o melhor cromossomo da população; sendo que a diferença de valores entre cromossomos vizinhos é 1. Em seguida são somadas as notas obtidas por cada cromossomo da população, e, para cada cromossomo será pego esse total e diminuído pela soma das notas de todos os demais cromossomos da população, gerando assim uma nota acumulada que representa as chances do cromossomo ser sorteado.

A vantagem de se utilizar a roleta ponderada em vez da roleta simples, é que na roleta simples se um cromossomo tem um grau de aptidão muito elevado em relação aos demais, é muito provável que este seja sorteado, e na roleta ponderada as chances do melhor cromossomo ser sorteado ainda são maiores do que os outros cromossomos, só que com uma vantagem menor. Isso evita que o algoritmo seja guiado à uma convergência para um máximo local.

3.2.3. Mutação

O operador de mutação consiste em realizar alterações genéticas no cromossomo. Essas perturbações nas cadeias dos cromossomos darão origem à uma nova cadeia. A razão para a sua utilização é fazer com que esta nova cadeia guarde pouca ou nenhuma informação da cadeia mãe, pois podem ocorrer locais do cromossomo que não sofrem alterações ou mantêm a ordem de seqüência da geração inicial.

Os pontos de mutação ocorridos nos cromossomos são escolhidos aleatoriamente, conforme figura abaixo:

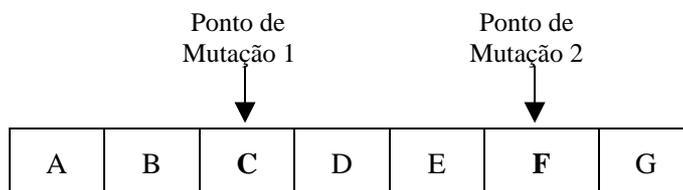


Figura 3: Pontos de Mutação no cromossomo.

Depois de sorteados os pontos de mutação, os genes são trocados. Neste caso, foram escolhidos a terceira e a sexta posição do cromossomo para serem alterados. O resultado da mutação é visto na figura 4:

A	B	F	D	E	C	G
---	---	---	---	---	---	---

Figura 4: Resultado da mutação no cromossomo.

Este operador faz com que o cromossomo não perca informações, porque há somente uma troca das posições dos genes, sem alteração dos seus conteúdos.

3.2.4. Elitismo

Foram vistos até agora, operadores genéticos que têm por finalidade realizar alterações dos genes de cada cromossomo, em busca de melhores soluções. Mas, deve-se separar cromossomos com melhores soluções que o resto da população. Para evitar a perda da melhor ou das n melhores soluções é comum o uso de um operador chamado elitismo. Este operador consiste na colocação imediata dos n melhores elementos da população na nova geração.

O elitismo garante que a melhor solução ou as melhores soluções encontradas nunca sejam perdidas. Os melhores cromossomos, definidos por uma função de avaliação, sempre são repassados para a população seguinte.

4. PROBLEMA DE GERAÇÃO DE QUADROS DE HORÁRIOS

O problema de geração de quadros de horários consiste em alocar recursos (combinados ou não) em intervalos de tempo. Solucionar esse problema significa encontrar a melhor configuração para esse quadro de horário, satisfazendo restrições e buscando realizar certos objetivos (MICHALEWICZ, 1992).

A solução manual pode requerer muitos dias de trabalho e, mesmo assim, não ser satisfatória. Com isso, torna-se necessária a automatização da geração do quadro de horários dos professores, buscando uma maior satisfação por parte dos professores e evitar que um grande tempo seja dispendido para a sua elaboração.

4.1. Delimitação do Problema

A cada processo de matrícula, a universidade depara-se com um complexo problema, a elaboração da grade de horários dos professores. Para a sua elaboração, torna-se necessário um comprometimento rígido com suas limitações, as quais incluem objetivos didáticos e pessoais.

O processo de geração de horários é muito difícil de ser feito, pelo fato de que muitas pessoas são afetadas pelos seus resultados. A administração da instituição fixa padrões mínimos para os quais o horário deve se ajustar, onde pode-se dividi-los em restrições e critérios de satisfação.

As restrições do modelo são as seguintes:

- 1) A grade de horários das turmas será montada para o espaço de tempo de uma semana, levando em consideração o turno em que estão sendo oferecidas;
- 2) Professores não poderão ministrar mais de uma disciplina no mesmo intervalo de tempo;
- 3) Um professor tem de ministrar toda a disciplina;
- 4) As carga horária das disciplinas devem ser respeitadas;
- 5) As disciplinas de uma mesma turma não podem ter horários coincidentes;
- 6) Todas as disciplinas devem ser ministradas;

7) As disciplinas deverão ser ministradas sem intervalos de tempo entre as aulas do mesmo dia.

Os critérios de satisfação que definem a qualidade das soluções são os seguintes:

8) Número consecutivo de aulas de uma mesma disciplina;

9) Intervalo entre aulas de um professor;

10) Número de horários satisfeitos dos professores.

Os critérios de satisfação aumentam a qualidade da solução dependendo da maior quantidade deles que for satisfeita.

4.2. Metodologia de Solução

Inicialmente, têm-se somente as informações iniciais a respeito do problema. Agora, é necessário estabelecer uma estrutura para encontrar uma solução que atenda aos critérios estabelecidos e que seja satisfatória. Para isso, optou-se por desenvolver um modelo com base em Algoritmos Genéticos.

A escolha de Algoritmos Genéticos deve-se ao fato de este poder resolver problemas complexos de forma rápida e confiável em amplos espaços de busca. Deve-se, também, ao fato de outras técnicas apresentarem características onde a solução encontrada não seria satisfatória.

4.2.1. Módulos do Sistema

O sistema proposto tem 3 módulos principais: cadastro de informações, definição dos horários de disponibilidade dos professores e a busca pela solução.

O cadastro de informações tem por finalidade cadastrar as informações relativas à instituição, aos departamentos, aos cursos, às turmas, às disciplinas e aos professores.

A definição dos horários de disponibilidade dos professores é realizada através de um formulário, onde eles definem os seus horários de disponibilidade. Para a definição dos horários, são atribuídos valores para cada horário em que serão realizadas as aulas, estes que variam entre: 1 para horários em que os professores não possam lecionar; 2 para horários em que não gostariam de lecionar e 3 para horários em que possam lecionar. Esta distinção faz-se necessária devido ao fato de professores que definem horários que não gostariam de lecionar (2), como horários que não possam lecionar (1), o que dificulta a resolução do problema.

As informações cadastradas, bem como os valores que definem a disponibilidade dos professores, serão armazenados em um banco de dados organizado conforme a figura 5.

No banco de dados, serão armazenadas todas as informações necessárias para realizar a busca pela solução. Nele estão envolvidos a instituição, departamentos, cursos, professores, turmas, disciplinas e horários. A “tabela turma” define que as disciplinas que pertencerem àquela turma, estarão em um mesmo conjunto, onde os elementos desse conjunto não poderão estar em horários iguais. Na tabela horário, o professor define os seus horários de disponibilidade para lecionar, definindo assim, o espaço onde será realizada a busca.

O processo de busca pela solução será realizado com Algoritmos Genéticos, procurando soluções nos horários pré definidos pelos professores. Para representar os horários, é utilizada a estrutura de um cromossomo, composto por uma cadeia de genes. O cromossomo compreende uma possibilidade de solução, mesmo com alguma restrição violada, e a partir desse estado inicial, serão realizadas as melhorias.

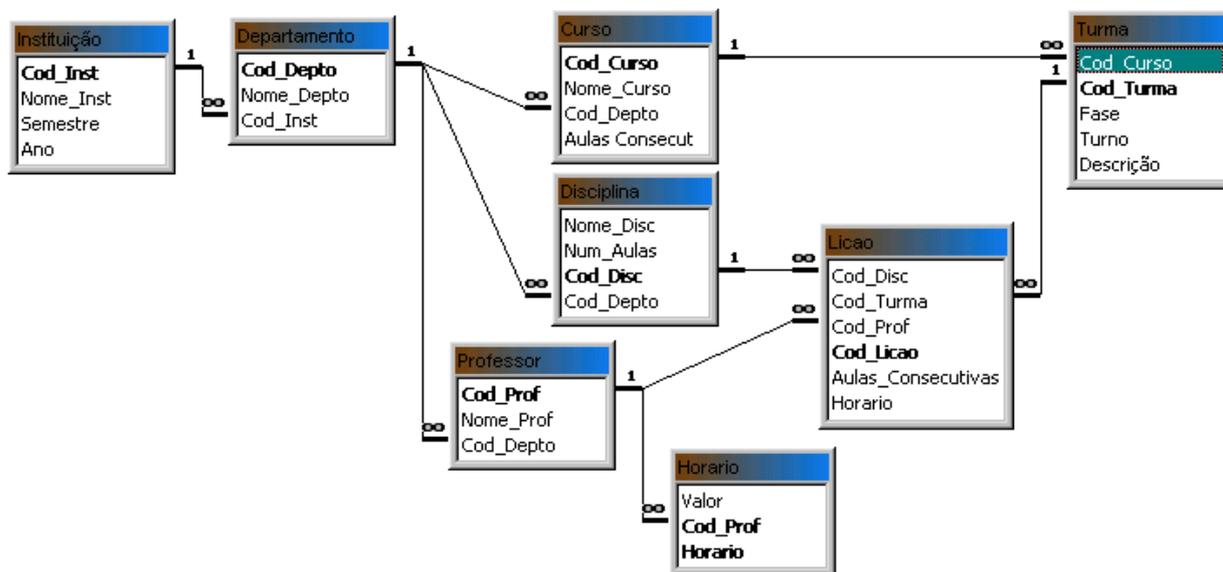


Figura 5: Banco de Dados do Sistema

O processo de busca inicia-se gerando uma população inicial, conforme uma função heurística, que busca posições onde se encontre bons valores para os horários selecionados, mesmo que estes apresentem alguma restrição violada. A função de avaliação é que definirá a possibilidade de evolução da cadeia de horários (cromossomo), sendo que, se uma disciplina que está sendo avaliada contiver o mesmo horário de outra disciplina que já esteja alocada, a função de avaliação diminui de forma expressiva o seu valor de aptidão, evitando que haja sobreposição de disciplinas nos horários. A seguir é feito um critério de parada (**enquanto** solução não seja satisfatória **faça**), onde é testado se o valor de aptidão é satisfatório; se for, a solução foi encontrada; se não for, o processo entra em uma estrutura repetitiva que tem por função alterar a população até que seja encontrada uma solução satisfatória. Nessa alteração, a cada repetição o número de populações é incrementado. Através do valor de aptidão são selecionadas algumas cadeias de horários que se sobressaem para serem reproduzidas, ou seja, são selecionados cromossomos que serão reproduzidos em forma de casais gerando 2 cromossomos filhos que conterão parte dos seus dados do pai e outra parte da mãe. A seguir, os horários são perturbados, causando alterações na seqüência dos horários previamente alocados. Calculada uma nova aptidão, são selecionados os cromossomos que continuarão na busca por possuírem valores de aptidão altos. Os horários que forem excluídos serão trocados por novos horários gerados através de uma função heurística. O processo retorna ao critério de parada, testando o grau de satisfação do seu estado. Se ainda não for satisfatório, serão repetidos todos esses passos.

5. CONCLUSÃO

Apesar de não ter como avaliá-lo de forma geral, as restrições e os critérios de satisfação que já foram levantados provam que o sistema está se concretizando de forma correta e coerente, levando em consideração todos os pontos necessários para a sua perfeita implementação.

A dificuldade de se montar automaticamente a grade de horários está relacionada ao tempo gasto para processar essa busca. Para isso, deve-se definir cuidadosamente os critérios a serem obedecidos para se chegar a uma solução. Uma definição errada ou, apenas, incoerente desses passos, levaria, provavelmente, a busca a uma solução inviável de ser encontrada. Espera-se com o modelo proposto, que o sistema tenha condições de realizar

uma busca em um intervalo de tempo razoável e que encontre uma solução que satisfaça as restrições impostas.

Como citado anteriormente, o sistema ainda está em fase de desenvolvimento. Posteriormente será realizada a sua implementação, os testes e, com os resultados obtidos, serão traçadas novas linhas para o aprimoramento do sistema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARRETO, Jorge Muniz. **Inteligência Artificial no Limiar do Século XXI**. 2ª Ed. Florianópolis, 1999.

BITTENCOURT, Guilherme. **Inteligência Artificial: ferramentas e teorias**. Florianópolis. Editora da UFSC, 1998.

DURKIN, John. **Expert Systems Design and Development**. Prentice-Hall, Inc., New Jersey, 1994.

FONSECA FILHO, Clézio. **História da Computação – Teoria e Tecnologia**. São Paulo: Ltr, 1999.

GOLDBERG, D. E. **Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning**. Addison-Wesley Publishing Company Inc, 1989.

MICHALEWICZ, Z. **Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs**. Springer-Verlag. USA, 1992.

RICH, E. **Artificial Intelligence**. McGraw-Hill Book Company, 1983.

SCHAERF, A. **A Survey of Automated Timetabling**. Tech. Rep. CS-R9567, CWI, Amsterdam, NL, 1995.

TANOMARU, J. **Motivação, Fundamentos e Aplicações de Algoritmos Genéticos**. Congresso Brasileiro de Redes Neurais, Curitiba, 1995.

APRESENTAÇÃO DO COMPILADOR RS 5.0

Giovani Rubert Librelotto¹

Simão Sirineo Toscani²

RESUMO

Este trabalho tem o objetivo de apresentar uma nova versão para o compilador RS, que possibilita a compilação de programas reativos distribuídos. As modificações foram incorporadas na linguagem através de um novo compilador escrito em C, chamado Compilador RS 5.0. O protótipo implementado oferece a geração de três tipos de código: código no formato padrão da linguagem RS, código na linguagem C para a simulação do sistema e código no formato portátil OC, que está se tornando um padrão para as linguagens reativas.

Palavras-chave: Compiladores, Linguagem RS, Sistemas Reativos, Sistemas Distribuídos.

ABSTRACT

The main objective of this work is to describe a new version for the RS compiler, that makes possible the execution of distributed reactive programs. The modifications in the language had been accomplished through a new compiler written in C, called RS Compiler 5.0. The implemented archetype allows the generation of three types of code: the standard code format of the RS language, C code for system simulation, and the OC portable format, that is becoming a standard object code for reactive languages.

Keywords: Compilers, RS Language, Reactive Systems, Distributed Systems.

1 INTRODUÇÃO

Numa aplicação reativa (sistema reativo), o computador está ligado a processos de um ambiente externo e deve responder (reagir) de forma imediata aos sinais provenientes desse ambiente [7]. Uma aplicação desse tipo envolve a implementação de (a) uma interface de comunicação com o ambiente externo, para receber os estímulos externos e conduzir os sinais de saída, (b) um núcleo, para manipular os sinais de entrada, realizar as reações e gerar os sinais de saída, e (c) um conjunto de procedimentos, responsáveis pelo tratamento dos dados requeridos pela aplicação. A linguagem RS [13] destina-se à programação de núcleos reativos que constituem a parte central e mais difícil do sistema. Tais núcleos são responsáveis por toda a lógica de um sistema reativo [7].

A linguagem RS adota a hipótese de sincronismo entre os estímulos de entrada e os sinais de resposta, ou seja, a reação do sistema é instantânea (em tempo zero) e o tempo só passa durante a atividade do ambiente externo [2]. Tal como acontece com outras linguagens reativas síncronas, por exemplo Esterel [3], RS não é uma linguagem de propósitos gerais, nem auto-suficiente. As camadas de interface e de manipulação de dados devem ser especificadas em alguma linguagem hospedeira. O compilador RS foi implementado em Prolog, que é sua linguagem hospedeira. RS compila seus programas para um autômato finito, isto é, para um conjunto de tabelas que descrevem uma máquina de estados finita, similar à máquina de Mealy. Como o código gerado não é um arquivo executável, é necessário utilizar um interpretador em tempo de execução [12].

Um programa RS é formado por um conjunto de módulos; cada módulo é formado por um conjunto de caixas e cada caixa é formada por um conjunto de regras de reação. Os

¹ Professor e pesquisador da UNICRUZ – Universidade de Cruz Alta, RS – Mestre em Ciência da Computação pela UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul) – giovani@unicruz.tche.br

² Professor e pesquisador da UNICRUZ – Universidade de Cruz Alta, RS – Doutor em Ciência da Computação pela UNL (Universidade Nova de Lisboa – Portugal) – simao@unicruz.tche.br

módulos e as caixas permitem estruturar o programa, mas a rigor, não são necessários, pois qualquer programa pode ser especificado por um único conjunto de regras. Um programa pode ser organizado em diferentes módulos independentes, os quais atuam em paralelo sobre conjuntos privativos de variáveis e sinais. A organização modular é vantajosa, principalmente na programação de sistemas de maior porte.

A versão atual da linguagem, denominada RS 5.0 [10], é uma extensão da versão RS 4.0 [13]. A nova versão ampliou a capacidade da linguagem e melhorou a sintaxe de seus programas, facilitando a programação dos mesmos. O compilador foi escrito em C padrão ANSI e, como tal, é multiplataforma. O objetivo principal do novo compilador é oferecer ao projetista uma ferramenta de especificação de sistemas reativos distribuídos com elevado nível de abstração.

2 O COMPILADOR RS

O compilador RS 5.0 [9] foi desenvolvido em C-ANSI e, portanto, é multiplataforma. O compilador recebe como entrada um arquivo com um programa fonte RS, que pode ser um programa distribuído, um programa centralizado ou um módulo RS.

O compilador pode gerar três formatos de código: o formato padrão da linguagem RS (arquivos com as tabelas *autômato* e *regras*), código C padrão ANSI para a simulação do sistema reativo (um ou mais programas C, gerados tanto para programas RS distribuídos como não-distribuídos), e código no formato OC (*Object Code*), que está se tornando padrão para a representação dos autômatos gerados pelas linguagens reativas síncronas.

O formato OC é usado pelas linguagens Lustre [6] e Esterel [3], entre outras, e permite tradução eficiente em várias linguagens de programação, como por exemplo, C, ADA, EMC, etc., usando pós-processadores apropriados. Os arquivos com código OC gerados pelo compilador RS 5.0 têm as mesmas características dos arquivos gerados pelas linguagens Esterel e Lustre.

Na geração de código C para sistemas distribuídos [5], definiu-se que dois processos sempre serão gerados: o RS_IO e o RS_Main. O primeiro tem a tarefa de simular a interface com o ambiente externo. Ele recebe os sinais digitados pelo usuário (que simula os estímulos do ambiente externo) e os repassa ao segundo processo, RS_Main. O processo RS_IO só existe em tempo de depuração, podendo ser descartado quando da instalação real do sistema, ocasião em que os sinais do ambiente externo passam a ser enviados diretamente ao RS_Main. O processo RS_Main, por sua vez, tem a função de repassar os sinais provenientes do RS_IO aos autômatos, bem como gerenciar o sistema, cuidando da sua finalização, casos de pane, inicialização dos autômatos RS distribuídos, etc.. Como se vê, o sistema segue os moldes de um sistema mestre-escravo. Além desses dois processos, é gerado um programa C para cada componente distribuído especificado no código fonte RS 5.0. Esses componentes distribuídos utilizam primitivas de comunicação do sistema MDX [9].

2.1 A Construção do Compilador RS

Com exceção da parte de geração de código, o compilador foi construído utilizando técnicas de compilação tradicionais [1]. O Analisador Léxico foi desenvolvido manualmente (isto é, sem utilizar a ferramenta Lex) e o Analisador Sintático foi programado utilizando a técnica de Análise Preditiva Tabular [11]. A maior parte do trabalho esteve concentrada na obtenção da tabela de análise LL(1), a partir da gramática de RS. Aqui será apresentada apenas a parte de geração de código, a qual não é convencional.

2.2 Gerador de Código

O gerador de código [14] é acionado após as etapas de análise, quando o programa está sintaticamente correto. Este componente gera um código intermediário que corresponde à representação de um autômato RS. Esse código intermediário é usado para gerar arquivos nos outros dois formatos, ou seja, o arquivo C, para a simulação do sistema, e o arquivo no formato portátil OC, que torna o código RS compatível com as linguagens Lustre e Esterel. Nas próximas seções, são descritos o processo de geração dos autômatos e os tipos de formatos de arquivos gerados pelo compilador RS 5.0.

2.3 O processo de geração dos autômatos

O autômato correspondente a um programa pode ser obtido através da análise da rede RS [13] que lhe corresponde³. O processo de geração é esboçado a seguir. Chamam-se *estados de espera* os estados da rede no final de cada reação (estados nos quais a rede fica à espera de estímulos do exterior). Nesses estados, nenhuma transição tem os seus lugares de entrada completamente marcados. Chamam-se *sinais significativos* para um estado de espera os sinais do exterior que são aguardados nesse estado (sinais que podem desencadear uma reação nesse estado).

O algoritmo gerador do autômato percorre e numera os distintos estados de espera da rede, associando cada um deles a um estado do autômato. Como os lugares são finitos e podem ter no máximo uma marca, o número de estados que uma rede pode assumir é finito. Supõe-se que a ação de inicialização do programa realize a marcação inicial da rede, originando o *estado de espera* inicial para a mesma. A geração do autômato consiste, então, em analisar (e memorizar) os comportamentos da rede para todos os pares <estado de espera, sinal significativo> possíveis, começando pelo estado de espera inicial.

Para cada estado de espera, é verificado como a rede reage para cada um dos sinais externos significativos. A seqüência de transições que disparam quando a rede, no estado de espera n , é estimulada por um sinal s , determina a seqüência de ações que o autômato deve executar quando, no estado n , é estimulado por s . Essa seqüência é formada por subseqüências ou trechos que correspondem a passos de execução (disparo paralelo de transições). Cada trecho é uma seqüenciação das ações paralelas de um passo (todas as seqüenciações possíveis são equivalentes).

Cada seqüência de execução resulta numa nova marcação para a rede e num novo estado de espera a ser examinado. Na realidade, as transições condicionais originam bifurcações nos caminhos de execução e fazem com que, ao invés de seqüências, se tenham árvores de execução. No final, o autômato estará representado por triplos < n ; s ; a > que indicam, para cada estado n e sinal significativo s , a árvore de execução a que lhe corresponde. A árvore conterá todos os caminhos alternativos possíveis, assim como as condições a serem avaliadas em tempo de execução para decidir pelo caminho correto. A cada caminho corresponderá um próximo estado para o autômato e esse novo estado estará indicado no final do caminho, na folha da árvore.

Todas as combinações de condições estarão previstas (representadas na árvore) e cada caminho completo (da raiz a uma folha) representará uma possível reação (cada reação é uma seqüência de ações acompanhada de uma mudança de estado) para o autômato. Obviamente, além das condições booleanas para escolher o caminho correto, deverão estar acessíveis, em tempo de execução, as representações das variáveis e sinais cujos valores podem ser alterados durante as reações.

³ A todo programa RS corresponde um tipo especial de rede de Petri, a qual possui ações associadas às suas transições.

Embora os valores das variáveis e sinais utilizados em um caminho possam variar durante a reação, os trechos correspondentes às seqüenciações de ações paralelas trabalham com valores fixos para esses elementos (isto é necessário para que se tenha determinismo). Isto obriga que, na representação do autômato, os caminhos de execução sejam particionados explicitamente em trechos (estes trechos são separados por asteriscos, conforme será visto adiante). Em tempo de execução, as regras de cada trecho utilizarão valores únicos de variáveis e sinais, como deve ser.

2.4 O Código C para a simulação de Autômatos RS Distribuídos

Nesta seção serão explicadas as principais características do código C gerado pelo Compilador RS 5.0. Detalhes de implementação, como nomes de funções e chamadas de sub-rotinas, serão deixados de lado para nos concentrarmos especificamente nos detalhes de maior interesse.

A geração do código C passa por duas fases distintas: a geração de regras e a geração do autômato. Na primeira fase, são identificadas todas as variáveis e é feita a tradução de comandos RS para a linguagem C. Em uma segunda fase, a ordem de execução das regras é definida. Partindo da definição do autômato RS, constrói-se a rotina *autômato* (código C), que basicamente contém chamadas a procedimentos e funções anteriormente traduzidos.

2.4.1 Tratamento das ações paralelas

Os asteriscos, na representação de um autômato RS, têm o objetivo de separar ações que podem ser executadas em paralelo. Para o correto funcionamento dessas ações, deve-se garantir que todas elas tenham acesso aos mesmos valores de sinais e variáveis. Isso significa que as mudanças que uma ação realiza em um sinal não devem ser visíveis em outra ação paralela. Entretanto, no fim do passo de reação, marcado pelo próximo asterisco, os valores dos sinais devem ser atualizados corretamente. Em relação às variáveis, o compilador RS não aceita programas nos quais ações paralelas modificam uma mesma variável (este controle é feito em tempo de compilação).

Para realizar o controle sobre os valores dos sinais, é usado o mesmo esquema adotado pelo compilador RS 4.0, que consiste em utilizar uma cópia extra para cada sinal. Valores sempre são lidos do sinal original e escritos na cópia. Quando o passo de reação acaba, a cópia é usada para atualizar o sinal original.

2.4.2 Representação do autômato em C

Para exemplificar a codificação de um autômato RS distribuído, vamos utilizar o exemplo de um *mouse* distribuído. O programa RS correspondente verifica se o botão de um *mouse* foi pressionado com um *click* duplo ou simples. Ele possui apenas dois sinais de entrada: *tick*, que corresponde a um impulso de relógio, e *click*, que corresponde ao pressionamento do botão do *mouse*. Possui, também, apenas dois sinais de saída: *single*, que indica um click simples e *double*, que indica um click duplo.

Os trechos da tabela 1 foram retirados dos arquivos *mouseD1.aut* e *mouseD1.rul*. Eles correspondem ao autômato *mouseD1* e representam o que deve ser feito quando o autômato está no estado 2 e ocorre o estímulo *tick*. A variável *delta* representa a quantidade de *ticks* provenientes do ambiente externo. Quando *delta* for maior que 0, o seu valor será decrementado em uma unidade e o autômato continuará no estado 2. Quando *delta* for igual a 0, o sinal *relax* será emitido e o autômato passará para o estado 1.

(Arquivo <i>mouseD1.aut</i>)	<pre> 2 tick {delta>0} [4, *, go_to(2)] 2 tick {else} [5, *, go_to(1)] </pre>
(Arquivo <i>mouseD1.rul</i>)	<pre> 4. [] ==> [delta:=delta-1] 5. [] ==> [emit(relax)] </pre>

Tabela 1 – Trechos de código retirados de um exemplo RS distribuído

Na figura 1 é apresentado o código C correspondente aos trechos anteriores. Notar que a variável *user* tem o sinal que vem do ambiente externo. A função *RS_EMIT* é responsável por emitir o sinal *relax* para quem o está esperando, no caso, o autômato *mouseD2*.

```

if(est_atual == 2)
if(!strcmp(user, "tick")) {
if(delta > 0) {
delta = delta - 1;
est_atual = 2;
}
else {
RS_EMIT("relax");
est_atual = 1;
}
}
}

```

Figura 1 – Trecho de programa C gerado pelo compilador

2.4.3 Tratamento de exceções internas

Considera-se exceção interna qualquer falha na comunicação ou na própria execução, como, por exemplo, a falta de uma ação em um comando *case*. Em tal situação, o código C emite uma mensagem de exceção ao processo *RS_Main* e fica à espera de uma resposta, a qual poderá ser uma ordem de finalização ou uma indicação para que o processamento continue normalmente.

A espera pela resposta é síncrona, de forma que o autômato RS distribuído não executa comando algum até a chegada da resposta. Desta forma, o *RS_Main* é obrigado a responder em tempo hábil, para que não ocorra prejuízo no processamento. Na versão atual, a resposta é sempre um pedido para continuar o processamento. Entretanto, o programador pode criar outras exceções e associar decisões mais complexas sem a necessidade de reprogramação dos escravos – apenas do mestre.

2.5 O Formato OC

As principais linguagens para programação de sistemas reativos são Esterel [3], Lustre [6], Signal [8], Statecharts, SML, Saga e Argos. Quase todas utilizam a hipótese do sincronismo e compilam seus programas para autômatos finitos. Esses autômatos podem ser implementados em várias linguagens de programação, tais como C, ADA, EMC, etc. A idéia de utilizar uma mesma descrição abstrata de autômato para todas as linguagens fez surgir o formato portátil OC [4]. Este formato permite uma tradução eficiente em várias linguagens de programação, usando pós-processadores apropriados. Inicialmente, OC foi adotado como formato comum de saída pelos compiladores Esterel, Lustre e Argos. Recentemente este formato também foi adotado pelas linguagens Signal e Saga.

O nome de um arquivo portátil OC deve ser posfixado por “.oc”. Um arquivo desse tipo descreve uma lista de módulos. Um módulo consiste de um cabeçalho, uma série de tabelas que descrevem os objetos que o autômato pode referir, um autômato e um terminador. O

cabeçalho indica em qual versão do formato portátil o módulo foi escrito. A figura 2 apresenta o modelo de um código OC escrito na versão 5.

```
oc5:
module: ROLETA
  tabelas
  autômato
end module:
```

Figura 2 – Modelo de um código no formato OC

O formato portátil é projetado para ser usado por pós-processadores que irão traduzir um autômato em uma linguagem de programação seqüencial. Além disso, o formato pode acomodar extensões para satisfazer exigências de outros processadores. Por exemplo, um depurador ou uma verificação de sistema precisa de informações extensas sobre os nomes de variáveis e sinais, bem como sobre os valores levados por essas entidades durante a execução. Este tipo de informação é altamente dependente da linguagem. O código gerado pelo compilador RS 5.0, no formato OC, tem características semelhantes às dos arquivos gerados por Esterel e Lustre.

2.5.1 As tabelas

As tabelas descrevem os objetos que o autômato pode referir. Esses objetos podem pertencer a várias classes (por exemplo, tipos, variáveis, etc.). Dentro de cada classe, podem haver alguns objetos pré-definidos como, por exemplo, o tipo inteiro e a função *mod*.

Cada tabela começa com uma linha de cabeçalho, identificando a classe de objeto e mostrando o número de entradas, e termina com *end*. Se a tabela não está vazia, o cabeçalho é seguido por uma série de linhas de entrada, uma por objeto.

Há 13 tabelas, as quais aparecem em uma ordem fixa: *instances*, *types*, *constants*, *functions*, *procedures*, *signals*, *implications*, *exclusions*, *variables*, *tasks*, *execs*, *actions* e *halts*. Cada linha de entrada inicia com um índice seguido por um “:”, sendo que um índice identifica unicamente uma entrada em uma dada tabela.

2.5.2 O autômato

Um autômato é completamente descrito por estruturas de transições, que consistem de uma série de ações. As ações de teste causam uma bifurcação binária na estrutura da transição, seguindo para sucesso ou falha do teste. No fim de todo caminho, é indicado para qual estado o autômato deverá seguir. Uma estrutura de transição pode ser representada, no caso geral, por um grafo acíclico dirigido, ou *dag*.

No formato OC, o autômato é descrito por um conjunto de *dags*. Cada estado do autômato é dado por uma codificação *dag* de todas as possíveis transições desse estado. Um *dag* pode referir outros *dags* que não representam estados, mas que podem ser referenciados por vários estados, ou que podem ser referenciados por um mesmo estado várias vezes. Os *dags* compartilhados são agrupados dentro da tabela *dags*, enquanto os *dags* associados aos estados são agrupados dentro da tabela *states*.

3 CONCLUSÃO

O trabalho descrito neste artigo teve o objetivo de construir um novo compilador para a linguagem RS, que oferecesse ao usuário (projetista de sistemas reativos) uma ferramenta de especificação para sistemas reativos distribuídos com elevado nível de abstração.

O Compilador RS 5.0 foi implementado em C-ANSI e, como consequência, pode ser facilmente executado em diversos ambientes. Praticamente, todos os sistemas existentes (como por exemplo, PC, Macintosh, Amiga, etc.) possuem um compilador que aceita comandos C-ANSI.

O Compilador RS 5.0 gera como saída três tipos de códigos. O primeiro tipo é o autômato padrão RS, o qual também é gerado pela versão RS 4.0. O segundo tipo é um código que está se tornando padrão entre as linguagens reativas síncronas, sendo conhecido como formato OC. Trata-se de um formato de arquivo que descreve completamente um autômato reativo (seus sinais de entrada e de saída, seus sinais internos e também as ações a serem executadas). O terceiro tipo de código corresponde a um programa fonte C, que faz a simulação do autômato. O código C é gerado para programas RS distribuídos ou não. No caso de sistemas não-distribuídos, o programa C que pode ser compilado e executado em qualquer plataforma, desde que a mesma possua um compilador C-ANSI. Para sistemas distribuídos, é gerado um código mais complexo. Nesse caso, o compilador cria os arquivos RS_Main e RS_IO, além de um arquivo para cada um dos autômatos especificados no código fonte RS. Para a execução desses autômatos distribuídos é necessária a presença de um ambiente de execução apropriado que inclua o núcleo de comunicação MDX_RS.

Como continuação do trabalho, pretende-se criar um ambiente de execução mais apropriado, que permita a simulação e teste de programas RS distribuídos. Numa comparação com a versão anterior da linguagem, pode-se dizer que a versão RS 5.0 deixa a desejar em relação às facilidades para depuração de programas. Tanto a linguagem como o ambiente de execução deverão ser melhorados neste aspecto. Adicionalmente, a utilização da linguagem no desenvolvimento de aplicações práticas de maior porte poderá mostrar novas necessidades ou aperfeiçoamentos, os quais serão introduzidos em versões subsequentes da linguagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AHO, Alfred; SETHI, Ravi; ULLMAN, Jeffrey D. Compiladores, princípios, técnicas e ferramentas. [S.l.]: Addison-Wesley, 1986. 796p.
- [2] BERRY, G. Real Time Programming: Special Purpose or General Purpose Languages, Sophia-Antipolis: INRIA, 1989. (Research Report 1065).
- [3] BERRY, G. GONTHIER G. The Esterel Synchronous Programming Language: Design, Semantics, Implementation. Science of Computer Programming, [S.l.], v.19, n.2, p.87-152, 1992.
- [4] COURONNE, P. The LUSTRE-ESTEREL Portable Format – In: Ecole Nationale Supérieure Des Mines. Paris. Proceedings... Paris: INRIA, Sept. 1998.
- [5] GIORGI, Ulisses Ponticelli. A Distribuição da Linguagem RS. Porto Alegre: CPGCC da UFRGS, 1998. Dissertação de Mestrado.
- [6] HALBWACHS, N. et al. The synchronous data flow programming language Lustre. [S.l.]: Proceedings of the IEEE, New York, v.79, n.9, p.1305-1320, Sept. 1991.
- [7] HALWACKS, Nicolas. Synchronous Programming of Reactive Systems. Dordrecht: Klumer Academic, 1993.
- [8] LE GUERNIC, P. et al. Programming real time applications with SIGNAL. Paris: INRIA, 1991. (Research Report 1446).
- [9] LIBRELOTTO, Giovani; TOSCANI, Simão. Um compilador para a Linguagem RS Distribuída. Porto Alegre: PPGC da UFRGS, 2001. Dissertação de Mestrado.

- [10] LIBRELOTTO, Giovani; TOSCANI, Simão. A Definição da Linguagem Reativa Síncrona RS 5.0. Curitiba. Anais... Curitiba: SBLP 2001, V. UFPR, Maio, 2001.
- [11] PRICE, Ana Maria; TOSCANI, Simão S. Compiladores - Implementação de Linguagem de Programação. Porto Alegre: Sagra Luzzato, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.
- [12] RUBIN, Rodrigo; LIBRELOTTO, Giovani; TOSCANI, Ambiente Gerador de Programas JAVA para a Simulação de Autômatos RS, Bagé: Revista do CCEI, Bagé, v.5, n.7, p.15-22, Março, 2001.
- [13] TOSCANI, Simão S. RS: Uma Linguagem para a Programação de Núcleos Reactivos. Lisboa: Universidade Nova de Lisboa, 1993. Tese de Doutorado.
- [14] TREMBLAY, Jean-Paul, SORENSON, Paul G. The Theory and Practice Compiler Writing. [S.l.]: McGraw-Hill, 1985.

PROBLEMAS INERENTES A ADOÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO.

Cláudio S. Albano¹

RESUMO

O presente artigo tem, como objetivo, caracterizar os principais problemas enfrentados pelos administradores da tecnologia da informação, nas organizações, quando da adoção de novas tecnologias. A pesquisa que originou este artigo foi desenvolvida junto às Cooperativas Agropecuárias do Rio Grande do Sul. O conjunto de problemas, utilizado na pesquisa, é originário de uma pesquisa norte-americana, que foi adaptado e validado para a realidade brasileira.

Palavras-chaves: Adoção, informação, problemas e tecnologia.

1 INTRODUÇÃO

O atual desenvolvimento tecnológico impacta todos os segmentos da sociedade, em especial, o ambiente empresarial, onde muitas vezes a tecnologia torna-se um fator diferencial em seu mercado de atuação. Dentre as novas tecnologias, destaca-se a tecnologia da informação, que passa a ser um importante componente competitivo para a organização. Paralelamente a sua crescente importância, essa tecnologia é, sem dúvida, uma das que maiores evoluções sofre continuamente. Dessa forma, é extremamente importante conhecermos como as organizações estão enfrentando sua constante e crescente evolução tecnológica.

Tal fato torna a sua administração extremamente complexa, pois seus gestores devem aliar os objetivos e interesses da organização às plataformas tecnológicas disponíveis. Segundo Laudon e Laudon (1999): "tecnologia da informação contemporânea vai além do computador isolado e abrange as redes de comunicações, equipamentos de fax e copadoras "inteligentes", workstations (estações de trabalho), processamento de imagens, processamento de gráficos, aplicações multimídia e comunicações em vídeo". Durante este trabalho utilizaremos o termo TI, para designar tecnologia da informação.

2 TI: IMPORTÂNCIA ATUAL, EVOLUÇÃO E COMPLEXIDADE

A utilização da TI por uma empresa, independente do seu porte e ramo de negócio, vem a cada dia se tornando não só um fator estratégico, mas acima de tudo, um fator de sobrevivência da empresa em um mercado cada vez mais competitivo. A informação integra produtos e serviços como um dos seus principais componentes e já não pode ser deixada à margem dos processos, até na própria concepção dos mesmos. Muitos autores afirmam que a sociedade de informação já é uma realidade econômica, não uma abstração intelectual.

À medida que a importância da TI aumenta, como recurso de apoio à atividade nuclear da empresa, vai se tornando estratégica. Nos últimos anos, a TI e os sistemas baseados nos computadores não podem simplesmente ser vistos como meios de realizar as operações de forma mais eficiente, mas como ferramentas que possibilitam à organização realizar inovações e desenvolver novas estratégias (Galiers e Baets, 1998).

Com esta visão da importância estratégica da TI, a preocupação essencialmente técnica do seu desenvolvimento tem aberto espaço para uma preocupação de caráter prático quanto ao

¹ Bacharel em Administração de Empresas. Especialista em Ciências da Computação e Mestre em Administração de Empresas. Professor da Urcamp (Bagé/RS). Endereço: csa@alternet.com.br

modo de administrar a disponibilidade e diversidade tecnológica atual e futura, alinhando-a às estratégias organizacionais.

Sendo assim, para que uma empresa possa tirar total vantagem do uso de modernas TIs, visando ganhar competitividade, é necessário que sejam tomadas atitudes para o bom gerenciamento da implementação e do impacto que uma nova tecnologia causa na empresa, pois o valor da TI dependerá da forma como foi utilizada e implementada na organização. Entretanto pouco é conhecido sobre a administração e organização de TI face à profusão de novos produtos que surgem das rápidas mudanças nesta tecnologia. Como resultado disso, o gerenciamento de TI teve rapidamente um aumento de importância. Segundo Galiers e Baets (1998), "os profissionais de TI obtiveram rapidamente uma importância sobre suas ações, pela importância atual desta tecnologia".

Um estudo realizado por pesquisadores norte-americanos, focou mudanças na TI (Lederer e Mendelow, 1990; Benamati, Lederer e Singh, 1997; Benamati e Lederer, 1998a; Benamati e Lederer, 1998b). A partir de uma amostra de profissionais de TI de diversas organizações, observaram-se os efeitos de mudanças da TI e a resposta do gerente de TI a esses efeitos, o estudo sugeriu problemas e ações comuns presenciados nas empresas. Através da análise da descrição dos problemas vivenciados pelos profissionais e das ações tomadas por eles na sua resolução, foram definidos 34 problemas e 39 ações quando da adoção de novas TIs. Neste artigo abordaremos apenas os problemas.

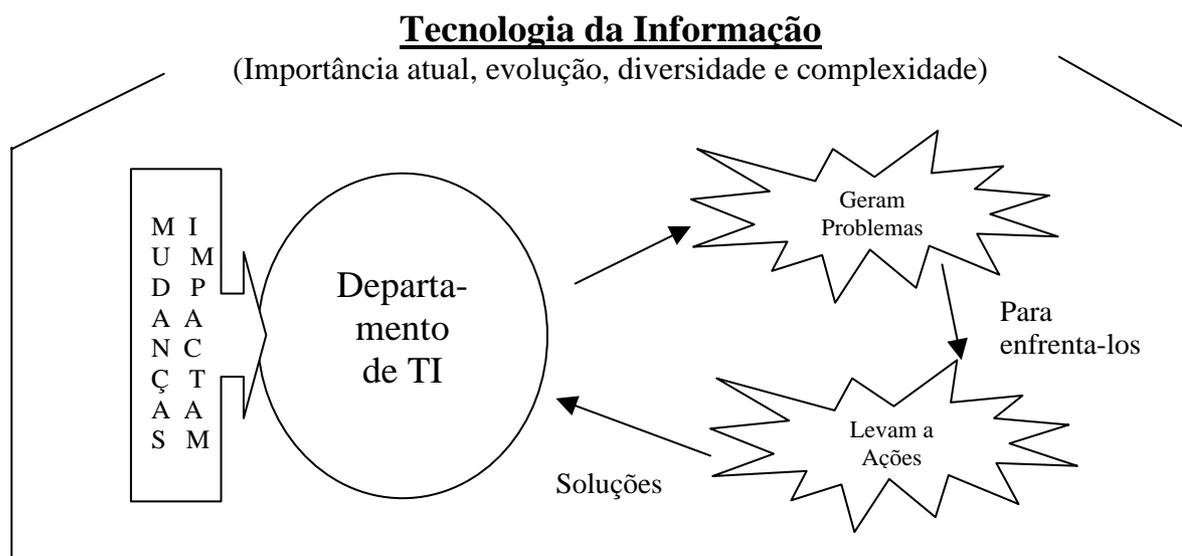


Figura 01 - Impacto das Mudanças no Departamento de TI.

Conforme Boar (1994), os executivos de TI recebem uma verdadeira avalanche de informações e opiniões de acadêmicos, consultores, fornecedores e "futuristas" sobre os avanços desta tecnologia, uma vez que esta evolução tecnológica abrange todos os elementos relacionados com a TI, tais como multimídia, comércio eletrônico, telecomunicações, etc.

Desta forma, do administrador de TI não são requeridas apenas habilidades técnicas, também se exige habilidade para conceber e desenvolver aplicações que suportem ou aumentem outras funções do negócio da empresa. Como exemplo, podemos citar a habilidade de entender o que a organização necessita para melhor atender fornecedores, clientes e outros membros da organização, bem como estar atento aos concorrentes. O atual desafio gerencial é utilizar a TI para projetar e administrar organizações para serem competitivas e eficientes.

Conforme Albertin (1996) e Torres (1995), podemos resumir os principais desafios para o administrador de TI:

- Evolução tecnológica constante, gerando conseqüente obsolescência, inclusive de produtos;
- Mudança de características do pessoal envolvido com a tecnologia, incluindo os usuários e a utilização de terceiros;
- Mudança nas características dos produtos de TI, incluindo tamanho, complexidade, retorno esperado, etc.
- É preciso administrar computação, entretanto, é necessário integrá-la com telecomunicações, automação de escritórios e outros;
- A integração anterior requer a administração das complexas relações das equipes técnicas de processamento de dados, demais membros da organização e profissionais externos à organização;
- É necessário atingir o equilíbrio entre considerações técnicas, políticas e distribuição de poder.

Assim, pode-se afirmar que é necessário um processo sistemático que facilite a abordagem do planejamento de uso da TI, capaz de tratá-la sob enfoques essencialmente técnicos, ao lado de uma abordagem orientada para negócios. O planejamento do uso das TI's deixa de ser uma preocupação técnica para assumir uma importância estratégica. É importante ressaltar que o planejamento de uso das TIs deve ser orientado para as questões estratégicas da organização, além de sua operação normal.

Pelos motivos já expostos, a gestão da TI em uma organização assume novas dimensões. Exigem-se dos profissionais responsáveis novas competências que extrapolam as capacidades tecnológicas. Este novo ambiente torna sua administração complexa, exigindo contínuo aperfeiçoamento tecnológico e conhecimento das necessidades da organização. Desta forma, é importante conhecer como as organizações estão absorvendo os impactos deste novo ambiente tecnológico.

3 A PESQUISA

Reconhecendo a importância da TI, no cenário atual das organizações, uma equipe de pesquisadores da escola de administração da UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul - realizou a tradução, adaptação e validação do instrumento utilizado na pesquisa norte-americana para a realidade brasileira. Utilizou-se na pesquisa um instrumento cuja origem é uma pesquisa realizada por Benamati, Lederer e Singh (1997). O instrumento sofreu algumas modificações, entretanto as questões referentes aos problemas e ações enfrentados pelas organizações quando da adoção de novas TIs não foram alteradas. O instrumento da pesquisa também permitia aos pesquisadores identificar o perfil das organizações, o perfil da utilização da TI, da Internet, percepção de mudanças na TI e questões referentes a monitoramento ambiental.

Para compor o universo de pesquisa, solicitou-se junto à Fecoagro – Federação das Cooperativas Agropecuárias, do Rio Grande do Sul - um cadastro dessas organizações, filiadas ou não à entidade. Pela limitação de tempo e recursos, não foi possível abranger no trabalho a totalidade dessas organizações.

A amostra foi composta da seguinte forma:

- Todas as cooperativas da "metade sul" do Rio Grande do Sul. Delimitou-se como "metade sul" todas as cooperativas localizadas em cidades cuja posição geográfica não fosse superior à cidade de Santa Maria.

- As vinte maiores cooperativas do Rio Grande do Sul, conforme o faturamento bruto no ano de 1999, informação fornecida pela Fecoagro.

Para a coleta de dados, optou-se pela entrevista pessoal. Entretanto, em diversas organizações, especialmente devido à sua localização geográfica, conjugada com a limitação de recursos, realizou-se a coleta de dados via correio. Do universo amostral final 33 questionários retornaram. A coleta de dados foi realizada durante os meses de junho, julho, agosto e setembro de 2000.

4 RESULTADOS

Nesta seção, apresentaremos os resultados da pesquisa, com relação aos problemas mais enfrentados quando da adoção de novas TI.

4.1 Problemas

O instrumento dispunha de 39 questões, referentes a problemas enfrentados quando da adoção de novas TI. As questões eram do tipo escalar fechada, com a escala variando de 1 a 7, significando respectivamente "Nenhuma intensidade" e "Muita intensidade".

Os problemas foram classificados conforme a média aritmética de citação. Na tabela abaixo, relacionamos os problemas conforme a sua média de citação. Todos os problemas com média de citação igual ou superior a 4,0 estão com esses valores ressaltados em negrito.

Tabela 01 - Problemas em ordem de média de citação.

Ordem e Problema/Questão	Média
01–Alto custo de novas TI	5,23
02–Muitas novas TI	4,60
03–Treinamento exigido sobre novas TI	4,48
04–Estrutura inadequada do SI da sua organização para dar suporte às novas TI	4,47
05–Tempo exigido para se tornar eficiente (produtivo) com as novas TI	4,47
06–Não é tirado o máximo proveito das novas TI	4,42
07–Relutância dos usuários para aceitar novas TI	4,07
08–Custo de um ambiente de teste para novas TI	4,07
09–Dificuldade de escolha entre as novas TI disponíveis	4,03
10–Necessidade de reavaliar processos de negócios para aumentar retorno das novas TI	3,94
11–Dificuldade de permanecer informado sobre as novas TI disponíveis	3,90
12–Inabilidade do quadro gerencial para lidar com problemas não rotineiros das novas TI	3,87
13–Necessidade de rescrever as interfaces existentes	3,76
14–Falta de profissional externo habilitado nas novas TI	3,67
15–Inabilidade para prevenir usuários de reconfigurações inadequadas das novas TI	3,63
16–Necessidades não antecipadas para novas TI adicionais	3,63
17–Necessidade de criar novas interfaces entre as múltiplas TI	3,40
18–Customização exigida das novas TI	3,40
19–Documentação inadequada (incompleta, insuficiente) das novas TI	3,40
20–Erros inexplicáveis nas novas TI	3,37
21–Diminuição do entusiasmo por uma nova TI quando outra se torna popular	3,30
22–Incompatibilidade entre as múltiplas TI	3,30
23–Interface inadequada entre as múltiplas TI	3,28
24–Apoio insuficiente de um fornecedor de TI	3,27
25–Erros explicáveis ou justificáveis nas novas TI	3,20
26–Dependência não antecipada por novas TI	3,17
27–Planejamento incorreto para o uso das novas TI	3,00
28–Discordância sobre o uso de novas TI	2,90

29-Experiência insuficiente de um fornecedor de TI com sua própria TI	2,87
30-Falta de conhecimento do fornecedor de TI sobre a integração de múltiplas TI	2,87
31-Dificuldade de manter o pessoal que tem experiência com as novas TI	2,87
32-Falta de flexibilidade das novas TI	2,77
33-Produtividade diminuída com as novas TI	2,77
34-Marketing prematuro do fornecedor sobre uma TI não disponível	2,60
35-Pressão de um fornecedor de TI para mudar para novas TI	2,58
36-Inabilidade para identificar problemas ao integrar múltiplas TI	2,53
37-Desempenho insatisfatório (ou pobre) das novas TI	2,43
38-Vendas ou ofertas de capacidades não existentes numa nova TI	2,37
39-Insucesso ou falha do fornecedor de TI em permanecer no mercado ou negócio	2,23

Realizando uma análise da tabela acima, pode-se concluir que:

- O maior problema enfrentado é com o custo de novas TI's, o que enfoca uma grande preocupação com os recursos financeiros a serem investidos em tecnologia.
- A resistência dos funcionários em aceitar novas tecnologias é perfeitamente explícita, pois o problema "Relutância dos usuários para aceitar novas TI" está entre os mais citados. Esta atitude é citada por muitos autores, entre os quais podemos citar Zuboff (1994) e Dias (1998), como um dos entraves ao desenvolvimento da TI nas organizações.
- O item "Estrutura inadequada do SI da sua organização para dar suporte às novas TI" reflete um problema inerente à grande evolução tecnológica, ou seja, é extremamente difícil encontrar em uma organização - a exceção de grandes organizações - todas as competências tecnológicas exigidas atualmente;
- Os problemas "Treinamento exigido sobre novas TI", "Tempo exigido para se tornar eficiente (produtivo) com as novas TI" e "Não é tirado o máximo proveito das novas TI" refletem uma preocupação com a produtividade exigida a partir da adoção de novas TIs;
- A grande evolução tecnológica, que gera uma grande diversidade de tecnologias, dificultando o trabalho dos administradores desta tecnologia é comprovada quando os problemas "Muitas novas TI" e "Dificuldade de escolha entre as novas TI disponíveis", estão entre os problemas mais citados;
- A grande citação do problema "Custo de um ambiente de teste para novas TI", revela uma preocupação dos administradores desta tecnologia em realizar testes com as tecnologias antes de adotá-las, embora reconheçam que os custos para tal atividade sejam elevados;
- No instrumento, diversos problemas são relacionados a "fornecedores de tecnologia", questões 24, 29, 30, 34, 38 e 39 entretanto, na pesquisa, esses problemas não obtiveram grande citação;
- Um grupo de problemas relacionados com dependência ou necessidades não antecipadas das novas tecnologias teve uma citação média, revelando assim a grande dificuldade de entendimento de todas as possibilidades/necessidades de uma nova tecnologia, entre estes podemos citar: "Necessidade de reavaliar processos de negócios para aumentar retorno das novas TI", "Inabilidade do quadro gerencial para lidar com problemas não rotineiros das novas TI", "Necessidades não antecipadas para novas TI adicionais", "Necessidade de criar novas interfaces entre as múltiplas TI" e "Dependência não antecipada por novas TI".

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A TI atualmente é um dos fatores considerados vitais para as organizações. Para que sua utilização venha a agregar valor competitivo aos demais processos da organização, é necessário que seu uso seja planejado de acordo com as estratégias da organização. Entretanto, sua diversidade e evolução tecnológicas tornam sua administração extremamente complexa.

A pesquisa confirmou o constante e crescente avanço da TI e as dificuldades que este processo propicia aos seus administradores. Esta afirmação é facilmente comprovada pelos problemas mais citados.

Sendo assim, é importante que os gestores desta tecnologia tenham conhecimento dos problemas enfrentados por outras organizações e das ações corretivas adotadas por elas, como forma de auxílio em suas situações particulares. Torna-se, portanto, de fundamental importância que estes problemas sejam levantados, juntamente com seus mecanismos de soluções, compondo-se um referencial de problemas e ações manifestados na gestão do impacto da adoção de novas TIs.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERTIN, L. A. Aumentando as Chances de Sucesso no Desenvolvimento e Implementação de Sistemas de Informações. **Revista de Administração de Empresas, São Paulo, Jul/Ago/Set. 1996.**

BENAMATI, S.; LEDERER, A. L., SINGH, M. Changing Information Technology and Information Technology Management. **Information & Management, v. 31, 1997, p. 275-288.**

_____, S., **LEDERER, A. L. (a).** Coping with Rapid Change in Information Technology. In: **Proceedings of the 1998 ACM special interest group on Computer Personnel Research Conference. Boston, MA: Março 1998, p. 37-44.**

_____, S., **LEDERER, A. L. (b).** Rapid Change: Nine IT Management Challenges. **Kentucky Initiative for Knowledge Management. 1998, 32 p.**

BOAR, B. H. Logic and information technology strategy. **Journal of systems Management, Cleveland. May 1994.**

DIAS, D. S. Motivação e Resistência ao uso da Tecnologia de Informação, um estudo entre gerentes. **Anais do XXII ENANPAD. Foz do Iguaçu. Paraná. ANPAD, 1998.**

GALIERS, R. D., BAETS, W. R. Information Technology and Organizational Transformation. **New York. John Willey & Sons, Inc. 1998.**

LAUDON, K. C., LAUDON, J. P. Sistemas de Informação. **Rio de Janeiro. 4ª Edição. Editora LTC. 1999.**

LEDERER, A. L., MENDELOW, A. L. The Impact of the Environment on the Management of Information Systems. **Information Systems Research, 1(2), jun. 1990, p. 205-222.**

TORRES, N. A. Competitividade Empresarial com a Tecnologia da Informação. **São Paulo, Makron Books, 1995.**

ZUBOFF, S. Automatizar/Informatizar: As duas faces da tecnologia inteligente. **RAE – Revista Administração de Empresas. São Paulo. Nov/Dez – 1994.**

SISTEMA MULTIMÍDIA: UMA FERRAMENTA DE INFORMAÇÃO

Jaques Viglemar Machado Oliveira ¹

Rudi Macedo de Oliveira ²

Norton M. Silveira ³

Marcos L. Macedo ⁴

RESUMO

O presente artigo relata o processo de desenvolvimento de um Sistema Multimídia de Apresentação. Esse sistema informativo tem como objetivo divulgar a estrutura da Universidade. Para isso, desenvolvemos uma abordagem de trabalho participativo, envolvendo uma equipe de produtores. O processo de definição da estrutura bem como da interface e dos elementos básicos, utilizados para o desenvolvimento do Sistema são apresentados e discutidos. Nesse trabalho, os participantes, profissionais de diversas áreas da Informática e com diferentes graus de conhecimento, vivenciam o clima de uma produção multimídia, envolvendo-se em um projeto de acordo com suas habilidades e motivações. Ao final, todos saem com uma boa noção do que é trabalhar em uma equipe de projetos de multimídia, dos problemas e dificuldades mais comuns, da necessidade do trabalho em equipe e com noções básicas dos principais conceitos da área. São também apresentados e discutidos conceitos teóricos que embasam a opção pelo desenvolvimento do Sistema e sua estruturação. Como exemplo, são apresentados os resultados obtidos com a realização deste Sistema.

Palavras-Chave: Multimídia, Interação, Storyboard.

ABSTRACT

The present article relates the process of development of a Multimedia System of Presentation. This informative system has the objective of making known the structure of the University. For that purpose we developed an approach to participating work involving a team of producers. The process of definition of the structure as well as of the interface, and basic elements used for the development of the System are presented and discussed. In this work the participants, professionals of several areas of Computer and with different grades of knowledge, experience the environment of a multimedia production, involving themselves in a project in accordance with their abilities and motivations. In the end all of them have a good notion about what is to work in a team of multimedia projects, about the most common problems and difficulties, about the need of team-work and with basic notions of the main concepts of the area. Are also presented and discussed theoretical concepts which build the foundation for the option by the development of the System and its structure. As an example are presented the results obtained from the realization of the System.

Keywords: Multimedia, Interaction, Storyboard.

¹ Professor do CCEI – URCAMP – Mestrando em Engenharia de Produção URCAMP/UFSM
E-mail: jaques.oliveira@bol.com.br

² Professor do IAC Escola de Informática – Mestrando em Engenharia de Produção URCAMP/UFSM
E-mail: rudimacedo@bol.com.br

³ Acadêmico do Curso de Informática – URCAMP – São Gabriel – RS
E-mail: norton_silveira@zipmail.com.br

⁴ Acadêmico do Curso de Informática – URCAMP – São Gabriel – RS
E-mail: mlmacedo@zipmail.com.br

1. INTRODUÇÃO

Em uma época onde a criatividade passa a ser um dos mais importantes componentes da capacitação profissional, o processo de comunicação, utilizando-se da Multimídia como ferramenta, passa a ser imprescindível na interação entre as pessoas.

A qualidade na forma de apresentação de uma idéia ou projeto novo é, sem dúvida, um grande diferencial a ser utilizado por pessoas competentes.

Como lembra [SHI92], as novas tecnologias da informação oferecem um campo fértil de exploração na busca pela consolidação de currículos mais flexíveis e interconectados, adaptados às características dos alunos e que possibilitem maior autonomia em sua formação acadêmica e profissional.

Neste sentido, apresentam-se, neste artigo, os passos iniciais para a elaboração de um Sistema Multimídia, posteriormente descrevem-se as ferramentas, as técnicas e os softwares utilizados, para finalmente relatar os resultados obtidos bem como as conclusões.

2. OBJETIVOS

Este é um trabalho pioneiro no Campus Universitário de São Gabriel, com a finalidade de contribuir para a melhoria da formação científica dos alunos de graduação da área de Informática e divulgar a instituição, de modo que as grandes descobertas científicas sirvam como motivação aos alunos para aprender conceitos fundamentais de Multimídia, através de um material educativo que possibilite a exploração do conhecimento, de acordo com as características, ritmos de aprendizagem dos usuários e níveis de aprofundamento necessários às diversas carreiras da área de Informática.

O Sistema busca incentivar o uso das ferramentas da informática, especialmente da multimídia, para o desenvolvimento de sistemas que venham divulgar a região, a cidade e a Instituição, oferecendo suporte aos mais variados cursos da Universidade, levando ao aluno um ambiente mais ilustrativo, interativo e com um conteúdo mais amplo, inclusive com suporte a sites na Internet.

3. PASSOS INICIAIS PARA A ELABORAÇÃO DO SISTEMA MULTIMÍDIA

3.1. O Roteiro

Segundo [HOL94], um Sistema Multimídia, assim como um filme, precisa de um roteiro para manter interligados todos os elementos na apresentação. O roteiro opera em conjunto com o fluxograma para fornecer uma visão impressa e detalhada de todos os elementos que irão fazer parte do Sistema. Com esse material em mãos, a equipe já pode ter uma idéia inicial e importante para começar o processo de produção.

3.2. Fluxograma

O fluxograma é um dos principais recursos utilizados para organizar a fase inicial do projeto, ou seja, colocar as idéias no papel. Para [HOL94], fluxograma é um mapa que mostra como todos os elementos no sistema estão interligados. Ele funciona como um esquema básico em que todos os membros da equipe de produção vão se basear durante o estágio de produção. Na figura 1, apresenta-se, como exemplo, o fluxograma resumido que foi utilizado no processo inicial de desenvolvimento do Sistema.

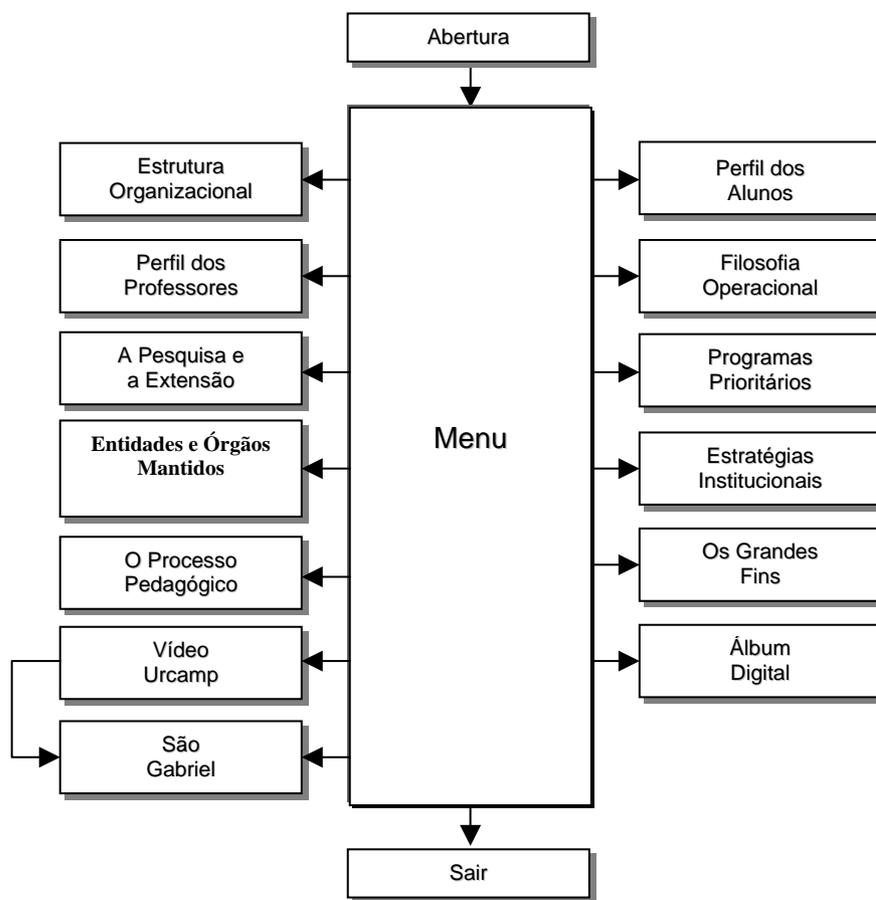


Figura 1: Estrutura simplificada do Menu Principal

3.3. Storyboard

O *Storyboard* nada mais é que um rabisco no papel da idéia inicial. Fazendo-se o *Storyboard*, define-se o conteúdo de um Slide, resolvendo assim várias dúvidas, como o posicionamento de objetos em cena, as telas de fundo a serem utilizadas, *shapes*, distribuição dos textos, etc.

3.4. Provas de arte

Nesta fase são definidos os esboços preliminares ou provas dos diferentes elementos que farão parte da interface, para posterior aprovação. São analisados elementos como: textura, combinações de cor, tamanho dos objetos a serem inseridos no trabalho final. A concepção e visualização das Provas de Arte permitem que todos os membros envolvidos na produção cheguem a um consenso sobre os objetos que serão posteriormente utilizados.

4. DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA MULTIMÍDIA

4.1. Coleta de Dados

A coleta de dados foi realizada mediante tarefas semanais distribuídas entre os docentes e acadêmicos envolvidos no projeto. Para tanto, buscou-se junto à direção do Campus, material (textos e fotos) que pudesse expressar a visão e as características gerais da Instituição.

4.2. A Produção

4.2.1. Digitalização de imagens e textos

As fotos e logotipos foram escaneados em um Scanner Genius, sendo utilizada a compactação JPEG e resolução de 600 DPI em tamanho real, possibilitando um tamanho

de arquivo menor, mantendo a qualidade do material. Essa extensão de arquivo possibilita também que o conteúdo se torne mais rápido ao ser carregado no slide. Em determinados casos que a extensão JPEG não garantiu uma boa qualidade de imagem, foi utilizado o formato de arquivo BMP, que oferece maior qualidade de imagem, inclusive em fotografias, porém, este formato aumenta o tamanho do arquivo final.

Para os textos já impressos, utilizou-se o sistema de digitalização OCR, através do programa Text Bridge Pro 8.0. Este programa reconhece os caracteres digitalizados e os converte em texto. Para a extensão dos arquivos utilizou-se o formato padrão TXT, para posterior inclusão no programa de apresentação. Esta extensão de arquivo não possui formatação, pois salva somente o texto.

4.2.2. Criação da interface gráfica

Para criação da interface gráfica utilizaram-se figuras em 2D e 3D, por intermédio de técnicas de Shapes vetorizados e aplicados efeitos em Bitmaps, através dos programas 3D Studio Max, Corel Draw e Photoshop.

Utilizaram-se também, técnicas de sobreposição de Camadas, efeitos de luz, Morfismo, texturas e a criação de Gifs Animadas. Criaram-se botões personalizados para links de navegação entre o software, como também fundos personalizados para cada área da Instituição. Na figura 2, apresenta-se um modelo de interface personalizada com todos os objetos já posicionados em cena.



Figura 2: Exemplo do Menu Principal

4.2.3. A Padronização

Uma das características do trabalho foi a padronização dos textos e telas de fundo, onde foram utilizados padrões para títulos e textos, mantendo o mesmo tamanho e estilo de letra e cor. Em determinados slides foram trocadas as cores de letras adequando-as melhor ao plano de fundo. As telas de fundo foram personalizadas em função de cada tema, independente do número de slides.

4.2.4. A Digitalização do vídeo e do som

Os vídeos são digitalizados e editados em várias seqüências, sendo, ao longo do processo, cuidadosamente analisados pela equipe, e posteriormente, após a sua aprovação, são editados e recebem os títulos e as transições referentes à mudança de cena. Após finalizado o processo de edição, o vídeo então passa pelo processo de compressão, para que o seu tamanho sofra uma significativa redução e possa ser inserido na apresentação.

As músicas e os efeitos sonoros são finalizados em estúdio, onde algumas delas são mixadas, ou seja, são inseridos na melodia as vozes das narrações. Após a etapa de gravação e mixagem, os arquivos de áudio são compactados para que sofram também uma redução do seu tamanho original.

4.2.5. A Criação das capas

A capa principal do CD-ROM foi dividida em quatro partes, apresentando-se os participantes e colaboradores, dicas de configuração mínima para rodar o software e instruções de instalação.

A capa principal, juntamente com a capa de fundo, foram criadas no programa Adobe Photoshop, salvas em formato JPEG e reproduzidas em uma gráfica local. A figura 3, apresenta o modelo da capa principal.



Figura 3: Exemplo da capa principal.

4.2.6. A Reprodução dos CD's

As cópias foram reproduzidas com recursos de hardware e software da própria instituição.

Para gravação do CD-ROM foi utilizado o Programa Easy CD Creator e as cópias pelo software Clone CD, garantindo assim uma melhor qualidade de gravação.

5. A SELEÇÃO DO SISTEMA DE AUTORIA E DAS FERRAMENTAS

O desenvolvimento de um software de qualidade requer a verificação da presença ou ausência de critérios de qualidade. Selecionar um sistema de autoria é uma etapa importante, porque é neste momento que o usuário contemplará os requisitos e expectativas, escolhendo a ferramenta correta para a aplicação.

Uma característica importante nos sistemas de autoria é a interatividade. Segundo [MAK94] é ela que coloca o usuário no controle do sistema, manipulando as diversas mídias nos diferentes modos de interação. É, ainda, a interatividade que permite o trabalho cooperativo de múltiplos autores.

6. OS SOFTWARES

Para a montagem do Sistema utilizaram-se, basicamente, dois Softwares de Autoria: o Multimedia Builder 4.2, responsável pelas telas de abertura e o Astound 5.0 utilizado para a montagem das mídias.

7. O SISTEMA

Utilizando o Multimedia Builder foi desenvolvida a abertura inicial do programa, trazendo ao usuário, informações gerais do Sistema.

Esta abertura é carregada automaticamente, após o usuário introduzir o CD-ROM no respectivo drive. Na figura 4, temos um exemplo da tela inicial da apresentação do CD.



Figura 4: Exemplo da tela de Abertura.

Após o carregamento da Abertura, o usuário deverá efetuar um clique simples no botão “Executar”, para executar o modo “Apresentação”. O usuário poderá ainda pular as telas iniciais de abertura, bastando para isso, pressionar simultaneamente as teclas CTRL+M.

O Sistema de Apresentação Multimídia desenvolvido, consumiu um espaço em CD-ROM de 256 Mb, contendo, 130 slides, 156 imagens, 58 arquivos de som, 2 arquivos de vídeo e 47 arquivos de animação.

8. RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados obtidos foram satisfatórios. O envolvimento dos participantes e organizadores foi intenso. Nos últimos dias do projeto, por exemplo, a equipe trabalhou muitas horas a mais, ultrapassando o tempo previsto, demonstrando a real motivação da equipe em ver o resultado final.

Destaca-se que esta forma de trabalho participativo auxilia, em muito, o surgimento de muitas competências, que muitas vezes estão adormecidas nas pessoas, faltando tão somente uma oportunidade para que elas possam desenvolver este potencial que, se parado estiver, será um desperdício de talento, fato que não se pode mais permitir que aconteça .

9. CONCLUSÃO

O processo de desenvolvimento de sistemas Multimídia para a divulgação é complexo e exige uma série de procedimentos e decisões quanto às formas de estruturação e apresentação do conteúdo. Neste trabalho, procurou-se descrever as etapas e as soluções implementadas num sistema dirigido a todas as pessoas interessadas em conhecer a Universidade. Espera-se que as reflexões sobre esta experiência contribuam de forma significativa em trabalhos futuros e de outros grupos no campo da Multimídia.

A metodologia de trabalho participativo, adotada no desenvolvimento de sistemas, envolve docentes da Universidade, como especialistas de conteúdo, produzindo resultados que transcendem a produção de um material educativo. Tendo os professores como parceiros, é possível viabilizar a avaliação dos sistemas desenvolvidos com os próprios alunos aos quais se dirigem, no decorrer de suas disciplinas. Esta dinâmica de trabalho permite, também, conhecer as percepções destes professores sobre o processo educacional e sobre as práticas de ensino, trocar experiências e, portanto, contribuir para a reflexão sobre a cultura acadêmica e o processo pedagógico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [ANT96] ANTUNES, Sérgio R., **Multimídia**. Editora Fitipaldi Ltda. São Paulo, 1996.
- [CAM94] CAMPOS, Fernanda C. A. **Dez Etapas para o Desenvolvimento de Software Educacional do tipo Hipermídia**. Tese de Mestrado. COPPE/UFRJ, 1994.
- [HOL94] HOLSINGER, Erik. **Como Funciona a Multimídia**. Tradução Tulio Camargo da Silva. Revisão técnica Equipe da Editora Quark do Brasil – São Paulo, 1994.
- [MAK94] MAKEDON, **Fillia et al. Issues and Obstacles with Multimedia Authoring**. Proceedings of the EDMEDIA 94. Educational Multimedia and Hypermedia, 1994.
- [RAT95] RATHBONE, Andy. **Multimídia & CD-ROMs para Leigos**. Tradução Pedro Cesar de Conti. Revisão técnica Cristina Peres e Mônica de Deus Martins. Editora Berkeley Brasil, 1995.
- [SHI92] SHIRK, R. N. **Cognitive Architecture in Hypermedia Instruction in Barret**. Cambridge, MA: MIT Press, 1992.
- [VAU94] VAUGHAN, Tay. **Multimídia na Prática**. Tradução Elaine A. Andrade Pezzoli. Revisão técnica Equipe Makron Books de Informática - São Paulo, 1994.

FERRAMENTA PARA GERAÇÃO DE AVALIAÇÕES BASEADAS EM NÍVEIS DE DIFICULDADE

Rodrigo Ferrugem Cardoso¹

Rafael Dutra de Souza²

RESUMO

Este artigo apresenta a descrição de uma ferramenta utilizada como apoio ao processo de ensino-aprendizagem que tem por objetivo principal a geração automática, gerenciamento e aplicação de avaliações para alunos em ambiente Web com base em níveis de dificuldade determinados pelo professor.

Palavras-Chave: WWW, Ensino a distância.

ABSTRACT

This paper presents the description of a tool used as a support to the process of learning-teaching the main objectives are the automatic generation, management and evaluation to students on web environment with level of difficulties determined by the teacher.

Keywords: WWW, Web Based Training

1. INTRODUÇÃO

As maneiras e as ferramentas utilizadas para avaliar os alunos são consideradas um componente fundamental na área de educação a distância e no processo de ensino-aprendizagem, pois aperfeiçoam o nível de absorção das instruções por parte dos alunos além de avaliar seu progresso de acordo com os objetivos propostos pelo professor.

Atualmente existem diversas ferramentas disponíveis que trabalham com o aspecto de avaliação dos alunos através da *Web*, algumas existentes em ambientes completos, que integram vários recursos sendo a avaliação um deles como é o caso dos ambientes *Webct*, *Topclass* e *Aulanet*, por exemplo, e outras específicas para confecção e aplicação de avaliações como, por exemplo, *Hot Potatoes*, *Perception* e *Quiz Center*.

A ferramenta apresentada neste artigo visa suprir carências e principalmente sugerir inovações, contribuindo para a área de ensino à distância, através de sua utilização tanto em complemento a ambientes de educação a distância já existentes, como ferramenta de auxílio para professores que ministrem somente aulas presenciais.

É importante salientar que, como em qualquer ambiente educacional, para o sucesso desta ferramenta é fundamental que exista tanto uma estratégia adequada por parte do professor quanto a participação e preparação dos alunos, além de material didático adequado.

2. MOTIVAÇÃO

Segundo [MOR 2001], o apelo do uso da tecnologia na área de educação é tão marcante que alguns observadores arriscam afirmar que o *e-learning* – ou ensino eletrônico – é a mais nova onda da internet, depois do comércio eletrônico. O *IDC (International Data Corporation)* estima que o mercado de treinamento a distância por meio digital vai crescer mundialmente cerca de 69% ao ano. Com esse fator de crescimento, o setor deve sair de um patamar de modestos 2 bilhões de dólares em 1999 para 23 bilhões de dólares em 2004.

¹ Professor do CCEI – URCAMP, Mestrando em Ciências da Computação UFRGS, e-mail: cardoso@inf.ufrgs.br

² Aluno do CCEI – URCAMP, Curso de Informática, e-mail:rafael@ccei.urcamp.tche.br

De acordo com [ALB 95], quanto maior for a amostragem, mais perfeita é a avaliação, portanto todos os recursos disponíveis de avaliação devem ser usados na obtenção dos dados. Essa é mais uma razão que justifica o uso, pelo professor, de técnicas variadas e instrumentos diversos de avaliação. Tendo em vista a crescente “falta de tempo” no cenário atual, a utilização da ferramenta apresentada pode ser bastante útil para professores, pois permite que realize inúmeras avaliações consumindo menos tempo e proporcionando que concentre maiores esforços na melhora do processo de ensino.

Além dos benefícios que podem ser obtidos, ferramentas comerciais que possuem como uma de suas características ou como função principal a avaliação, estão baseadas em soluções proprietárias, e seu custo é bastante elevado.

3. FERRAMENTA

A ferramenta é baseada em avaliações e questões. Uma avaliação consiste em um conjunto limitado de questões, de um mesmo tipo ou de tipos diferentes, podendo cada questão possuir ou não um valor determinado. Cada questão de uma prova pode ou não ter sua correção exibida ao aluno, o que é um dos fatores que diferencia a avaliação da auto-avaliação. O processo de criação de avaliações é facilitado porque as questões são geradas automaticamente de acordo com os níveis de dificuldade desejados pelo professor.

Como foco principal, foram propostas novas características que venham a contribuir com o aspecto da avaliação, que é um dos principais tópicos da educação via computador e conseqüentemente aperfeiçoar o nível de absorção das instruções por parte dos alunos.

A ferramenta tem por objetivo proporcionar aos professores a criação de questões, gerar avaliações, automaticamente, e aplicar aos seus alunos através da *Web*.

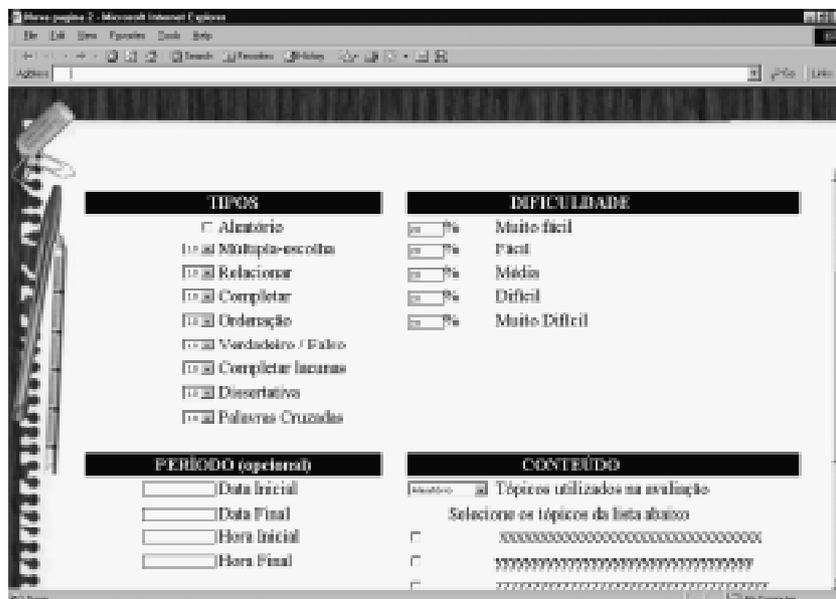


Figura 1: Exemplo de parte da página para geração de avaliações

Atualmente, existe um bom número de aplicativos e serviços disponíveis para finalidades correlatas mais abrangentes e que podem ser agregados, complementados e adaptados ao ambiente proposto neste artigo.

Segundo [HOP 98], ao mesmo tempo em que características adicionais sobre as formas “clássicas” de avaliação dependem da habilidade para usar bases de dados padrão, maneiras inovadoras exigem bem mais de arquiteturas de sistemas de ensino baseados na *Web*. Alguns pacotes podem ser estendidos para incluir capacidades para algumas das inovações mais recentes nas maneiras de ensinar e avaliar, mas não existe um produto que possua todas as capacidades reunidas. Por essas razões, maneiras inovadoras de avaliação e

ensino necessitam a capacidade para integrar sistemas de ensino baseados na Web com produtos de múltiplos desenvolvedores. Seguindo esta linha de raciocínio, a ferramenta apresentada possui como um dos objetivos principais a possibilidade de futura integração com ambientes já existentes, pois apesar de possuir sua base de dados bem definida, pode ser utilizada na avaliação de alunos de cursos na Web através do redirecionamento pelo ambiente original para a ferramenta de avaliação através de passagem de parâmetros.

O modelo proposto é baseado em uma ferramenta e não possui nenhum tipo de característica que irá assegurar automaticamente a qualidade dos cursos que serão oferecidos através de sua utilização.

3.1 ARQUITETURA

Foi desenvolvido um protótipo da ferramenta apresentada, utilizando diversos *software* de domínio público, sendo elas *PHP* (*Personal Home Page Tools*), *MySQL* e *APACHE*, executadas sob o sistema operacional *LINUX*.

A arquitetura implementada no modelo proposto é mostrada graficamente na figura 2. O acesso para o usuário ocorre através de requisições *http* (*Hiper Text Transfer Protocol*) para o servidor, que interage com o código *PHP*, que por sua vez faz o acesso aos dados armazenados em um banco de dados *MySQL*.

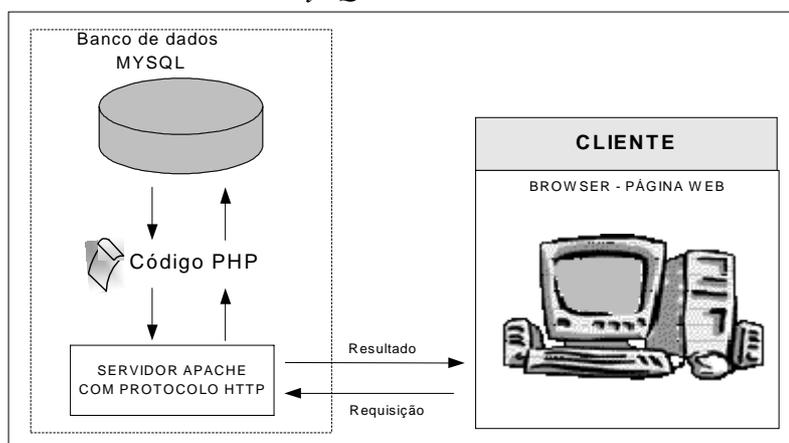


Figura 2: Arquitetura da ferramenta

O acesso à ferramenta é realizado via Web e as informações relativas aos alunos, professores e avaliações são armazenadas no servidor.

3.2 TÓPICOS DA MATÉRIA

Como em qualquer ambiente de ensino, no momento de aplicação de avaliações, cada questão submetida ao aluno pertence a determinado tópico da matéria. No momento do cadastramento das questões, são solicitadas inúmeras informações ao professor, sendo que uma delas é o tópico abordado pela questão.

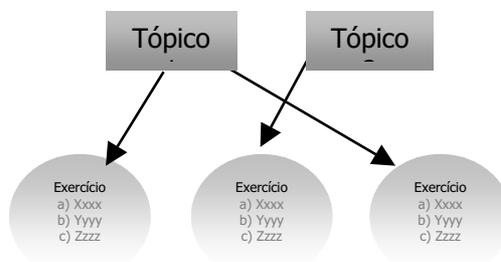


Figura 3: Questões por tópico.

Esta informação, tem como um dos objetivos submeter ao aluno, questões que realmente fazem parte do conteúdo proposto pelo professor para determinada avaliação, limitando as informações apresentadas e evitando erros. Dessa forma, quando uma prova é criada, só aparecem questões realmente relacionadas com o assunto.

A ferramenta proporciona ao professor a utilização de um índice da matéria, com o intuito de possibilitar que as questões sejam aplicadas realmente à matéria pertinente, evitando assim, erros na aplicação da prova e principalmente informando ao professor e ao próprio aluno, através de relatórios, em quais tópicos estão sendo enfrentadas maiores dificuldades.

3.3 ÍNDICE DE DIFICULDADE

Quando são geradas avaliações, é selecionado o número de questões desejadas pelo professor de acordo com o tipo e nível de dificuldade desejado. Por exemplo, 40% de questões fáceis, 30% de dificuldade média e 30% de difíceis, sendo 7 de múltipla escolha e 3 de completar. As questões são selecionadas tendo como base o nível de dificuldade fornecido pelo professor para cada questão no momento de sua inserção no sistema.

Além do nível de dificuldade indicado pelo professor, o sistema calcula seu próprio índice de nível de dificuldade das questões tendo como base o número de alunos que acertaram determinada resposta ou não. Este índice informado pelo sistema pode ser bastante útil, caso tenha sido determinado um nível de dificuldade, por exemplo muito fácil, e o sistema tenha informado outro nível como o difícil. Isso pode levar o professor a dois caminhos principais, (i) ou pode ter sido informado incorretamente o nível de dificuldade da questão ou (ii) determinado tópico que o professor esperava que estivesse bem absorvido pelos alunos não estava. O sistema apenas sugere para o professor este índice de dificuldade, não alterando o banco de dados com as questões já cadastradas, cabendo ao professor sua análise, pois podem existir em alguns casos fatores adicionais como, por exemplo, turmas que apresentam baixo rendimento se comparadas com outras.

$\text{Índice} = \frac{\text{Quantidade de Questões Corretas}}{\text{Total de Questões}}$	Dificuldade conforme o Índice
	0,00 - 0,20 - Muito Difícil 0,21 - 0,40 - Difícil 0,41 - 0,60 - Média 0,61 - 0,80 - Fácil 0,81 - 1,00 - Muito Fácil

Figura 4: Fórmula do índice de dificuldade do sistema

Para realizar o cálculo do nível de dificuldade, o sistema utiliza a fórmula apresentada na figura 4. Um exemplo de sua aplicação pode ser verificado na figura 5, onde é calculado um índice fictício com base nas respostas dos alunos.

Exemplo 30 alunos - 10 questões por aluno Questões - corretas: 100 - Erradas: 200 Índice = 100 / 300 = 0,33 --> Difícil

Figura 5: Exemplo do cálculo do índice de dificuldade do sistema

Este recurso fornece um *feedback* contínuo para o instrutor e permite avaliar seu esforço para melhoria no ensino. Também se pode obter uma coleção geral das respostas dos estudantes através de múltiplos módulos, que podem ser usadas para análises estatísticas para identificar padrões ou tendências na compreensão e aprendizado dos estudantes. Isso poderá ser muito proveitoso para todo aspecto pedagógico do curso, bem como para a identificação de questões relacionadas a esta.

3.4 ADAPTATIVIDADE

A ferramenta também apresenta recursos de adaptatividade no caso de aplicação de avaliações com índice de dificuldade progressivamente maior ou menor. Este tipo de avaliação é submetido aos alunos em alguns casos como provas de certificação por exemplo.

No momento da geração da avaliação pelo professor, deve ser informado ao sistema o tipo de avaliação, ou seja, normal, índice de dificuldade progressivo ou índice de facilidade progressivo.

	Tópico 1	Tópico 2	Tópico 3
Questão 01	Fácil OK		
Questão 02		Fácil X	
Questão 03		Fácil OK	
Questão 04		Média X	

Tabela 1: Exemplo de índice progressivo de dificuldade

No exemplo, apresentado na tabela 1, é apresentado o índice de dificuldade progressiva, que propõe ao aluno, questões que adaptativamente vão se moldando para aumentar a dificuldade da avaliação. No exemplo, a primeira questão submetida ao aluno foi sobre o tópico 1, com nível de dificuldade fácil. Como o aluno respondeu corretamente, a ferramenta troca de tópico, submetendo ao aluno o mesmo nível de dificuldade. No caso apresentado, o aluno errou a questão determinada pelo professor como sendo “fácil”, desta forma a próxima questão apresentada ao aluno será no mesmo tópico e com o mesmo nível de dificuldade, pois como o aluno errou a primeira resposta do tópico 2 e com base nos resultados anteriores, o sistema supõe que o aluno não domina perfeitamente o assunto, então é submetida nova questão ainda no mesmo tópico mas com nível de dificuldade superior.

3.5 APRESENTAÇÃO DINÂMICA DE CONTEÚDOS

Para proporcionar facilidade de operação e coerência na apresentação de opções, a ferramenta deve ser dotada de recursos que apresentem conteúdos dinamicamente. Um exemplo disto pode ser visualizado na figura 6, que representa o momento do *login* do professor. Quando o professor ingressa a primeira vez no sistema após seu cadastro, o banco de dados é pesquisado em suas principais tabelas para verificar se já existem dados cadastrados. A partir deste ponto, a ferramenta realiza rotinas que têm por objetivo gerar a página web somente com as ações possíveis para o professor que efetuou o *login*.

Isto minimiza a dificuldade de utilização em aspectos que ocorrem na maioria dos sistemas. Poderia haver, por exemplo, a tentativa de cadastrar tópicos sem haver cadastrado previamente a disciplina. Em um ambiente que não utilize este tipo de recurso, normalmente será apresentada uma mensagem de erro ao professor pedindo que antes de ele cadastrar o tópico, deve cadastrar alguma disciplina. Na ferramenta apresentada, é desnecessário o uso de tais mensagens, pois não existirá a opção de cadastrar tópicos se não houver uma disciplina cadastrada, existindo somente a possibilidade de cadastrar uma nova disciplina ou atualizar os dados pessoais.

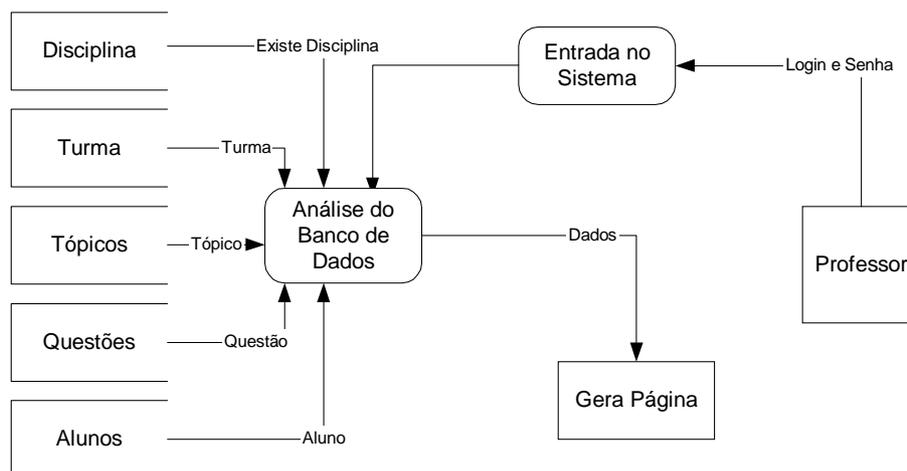


Figura 6: Esquema representativo da análise dos dados para apresentação da página

Assim como não é possível cadastrar tópicos sem haver disciplinas, diversas situações podem ocorrer. Por esse motivo, em vários casos é efetuada uma busca no banco de dados para adaptar a página gerada à realidade do professor existindo, também, este tipo de varredura no banco de dados em outras ocasiões similares.

3.6 MÓDULO DE INSCRIÇÃO DO ALUNO

Existem dois tipos de usuário, os alunos e professores. Para realizar o cadastro no sistema, no caso de professores, deve ser escolhida a opção “Novo professor”, que após selecionada exibe uma tela que solicita seus dados, juntamente com os dados da Instituição, disciplina e turma. O *login* e a senha do professor são cadastrados a seu critério. O outro tipo de usuário é o aluno, que realiza seu cadastro na opção “Novo aluno”, inserindo seus dados pessoais e a turma da qual faz parte e aguarda um e-mail de resposta com a sua senha para acesso.

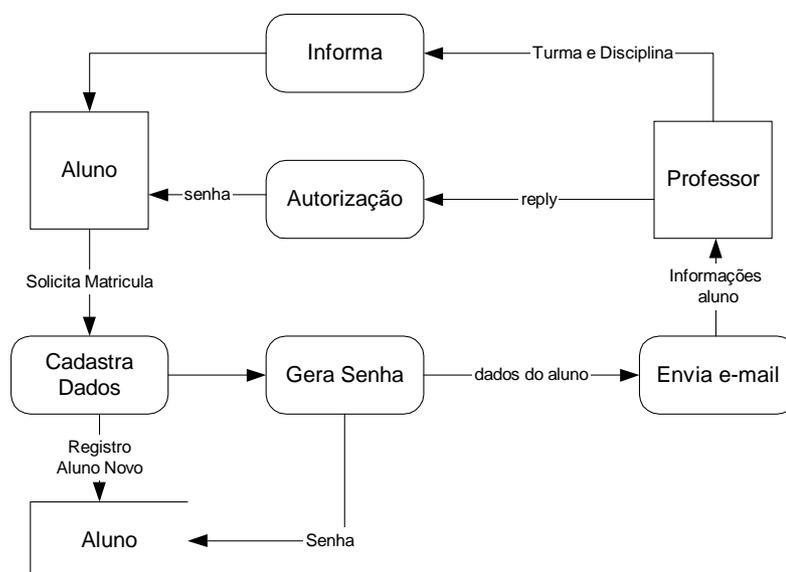


Figura 7: Esquema representativo da inscrição do aluno

Automaticamente após preencher seu cadastro, o sistema envia um e-mail para o professor contendo os dados principais do aluno inclusive com a senha do aluno aleatoriamente gerada pelo sistema e armazenada juntamente com seus dados pessoais. Caso o professor aceite a inscrição do aluno para aquela disciplina, simplesmente escolhe a opção “Reply”

de seu *software* de correio eletrônico, fazendo com que os dados sejam enviados para o aluno juntamente com a senha de acesso. Isso representa menos esforço, ao contrário de diversos tipos de ambientes aonde se faz necessário que os alunos sejam cadastrados individualmente, juntamente com suas senhas criadas pelo próprio professor.

Para fornecer segurança adicional e facilitar o acesso ao sistema, em seu primeiro *login* após receber a senha, o aluno deverá modificá-la, evitando desta forma que o professor a conheça.

3.7 RELATÓRIOS

Como o intuito do sistema, além de avaliar os alunos, é também melhorar o processo de ensino, a ferramenta apresenta inúmeras informações sob a forma de relatórios que fornecem estatísticas diversas, contribuindo com ambos aspectos. Os relatórios são apresentados no formato HTML tanto para o professor, como em alguns casos para o aluno.

São propostos vários tipos de relatórios, através dos quais é possível obter informações gerais sobre a avaliação, de maneira que os resultados globais possam ser analisados. Além de informações gerais sobre a avaliação, como número de alunos que a realizaram, média geral da turma, pontuação máxima estipulada, número de alunos que atingiram os objetivos mínimos e duração do teste, também são apresentadas, nos relatórios, informações importantes e individualizadas de cada questão e que têm, por objetivo, fornecer ao professor um *feedback* sobre características como tempo utilizado para resposta do aluno, índice de dificuldade estipulado pelo professor e pelo sistema, comentários dos alunos sobre as questões dentre outras informações. Através destes relatórios, o processo de manipulação de questões fica simplificado, pois com as informações obtidas o professor pode decidir com melhor embasamento se mantém, substitui ou elimina questões que foram submetidas aos alunos e não obtiveram o efeito esperado.

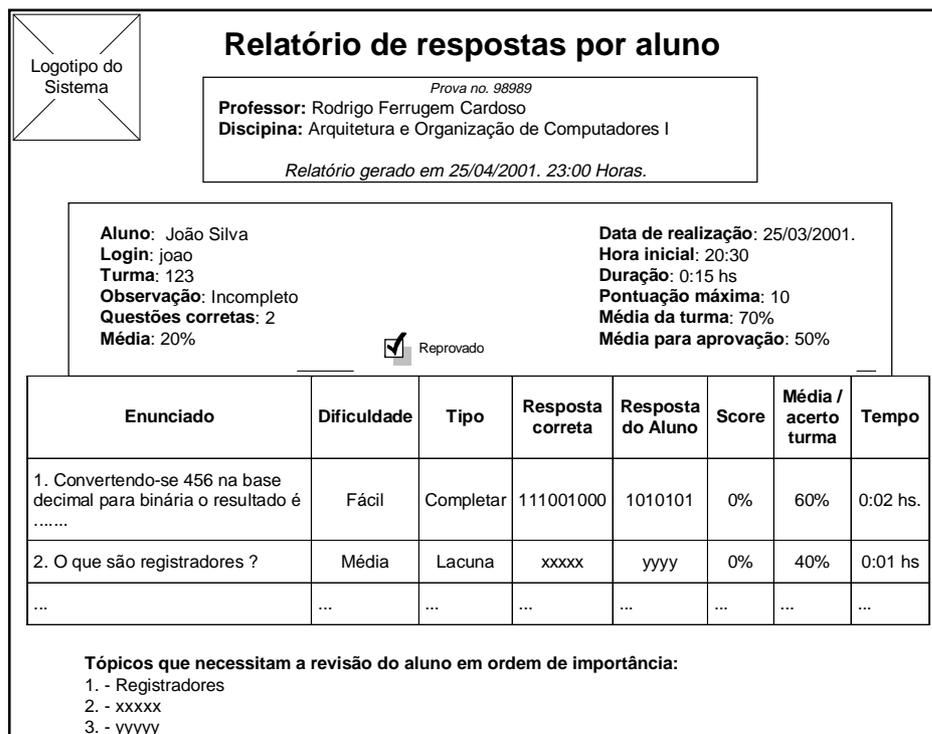


Figura 8: Exemplo do relatório de respostas por aluno

Na figura 8, é apresentado o relatório de respostas por aluno onde, dentre as diversas informações disponíveis, podem ser destacadas a observação que indica se o aluno

respondeu todas as questões propostas, comparativo entre a média do aluno com a média geral de seus colegas e tópicos que necessitam revisão.

4. CONCLUSÃO

O aspecto avaliação, presente na maioria dos ambientes de ensino a distância, é de fundamental importância no processo de ensino-aprendizagem, proporcionando melhor aproveitamento para os alunos e fornecendo subsídios para o planejamento do professor, além de obviamente servir, como ferramenta para atribuição de notas para os alunos.

Através de suas diversas características como a geração automática de questões fornecendo a possibilidade de verificação do nível de dificuldade estipulado pelo professor, aplicação automática de provas adaptativas com índice de dificuldade progressivo, indicação de tópicos que necessitam revisão por parte do aluno, portabilidade por ser baseado na Web, geração diferenciada de questões para alunos da mesma turma e maneira diferenciada de autorização para os alunos utilizarem o ambiente, pode-se afirmar que a ferramenta detalhada, neste artigo, serve como importante recurso adicional para professores e alunos.

Além dessas características, a ferramenta pode ser utilizada praticamente sem custos e os recursos para professores e alunos são disponibilizados via *Web*, sendo desnecessário que os usuários possuam computadores, podendo fazer o acesso de qualquer local, ao contrário de diversas ferramentas específicas para geração de avaliações, que armazenam as informações localmente no computador do usuário e depois exporta para *Web*.

Considerando a pesquisa de [REN2000], que comprovou que exceto pela mudança da natureza da resposta do estudante, respostas on-line são essencialmente as mesmas respondidas no papel, conclui-se que a proposta de avaliação via *Web* é perfeitamente aplicável sem prejuízos para os alunos, pelo contrário.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [ALB95] ALBUQUERQUE, Ivanise Maciel de, et al. **Avaliação no processo ensino-aprendizagem – Abordagem e tendência na escola de 1º e 2º Graus.** Monografia, Curso de Especialização em Planejamento Educacional. Fortaleza, CE. 1995. 75 págs. Disponível por www em: (<http://www.roadnet.com.br/pessoais/jalfredo/monografiaivanise.html>) (consultado em 15/05/2001).
- [BRI 99] BRITAIN, Sandy and Liber, Oleg. **A Framework for Pedagogical Evaluation of Virtual Learning Environments.** Bangor – UK. 1999. Disponível em: <http://www.jtap.ac.uk/reports/htm/jtap-041.html#_Toc463843830> (20/12/2000).
- [HOP 98] HOPPER, Mary. Assessment in WWW-Based Learning Systems: Opportunities and Challenges. **Journal of Universal Computer Science.** Cambridge, v. 4, n. 4, p. 330-348. Springer Pub. Co., apr. 98.
- [MOR 2001] MOREIRA, Maria Isabel. **O tema de hoje é e-learning.** Info Exame. n. 181. Abril de 2001. p. 78.
- [REN2000] RENSHAW, Anthony A. et. al. An Assessment of On-Line Engineering Design Problem Presentation Strategies. **IEEE TRANSACTIONS ON EDUCATION.** v. 43, no. 2, p. 83-91. May 2000.

URBANIZAÇÃO DO ESPAÇO RURAL

Raquel Lorensini Alberti¹

RESUMO

Este texto visa apresentar uma interpretação analítica sobre as tendências no espaço agrário no que diz respeito às relações econômicas e sociais e as alterações na estrutura e composição do trabalho rural. A interpretação, mesmo que breve, permite concluir que para melhorar as condições de vida no meio rural, não necessariamente deva-se elevar os índices de “modernização” mas sim investir em políticas não-agrícolas, ou seja educação e infra-estrutura básicas que visam à urbanização do espaço agrário e a conseqüente emergência de atividades *pluriativas*.

PALAVRAS-CHAVE: Novo rural, pluriatividade, agricultura em tempo parcial, urbanização rural.

ABSTRACT

This text aims to present an analytic view of the tendencies in the agrarian space concerning to the social and economic relations and to the changes in the structure and composition of the rural work. This interpretation, although brief, permits to conclude that to improve the life conditions in the rural environment, one should not necessarily raise the indexes of “modernization” but invest in non-agricultural policies, that is, education and basic groundwork that aim the agrarian space urbanization and the consequent emergency of “pluriactive” actions.

KEYWORDS: *new rural, pluriactivity, part-time agriculture, rural urbanization.*

1. INTRODUÇÃO

Ao longo das últimas décadas, o setor agrícola brasileiro tem sofrido transformações importantes. Ao final dos anos 50, quando as recorrentes crises de abastecimento alimentar sinalizavam os limites da expansão agrícola extensiva, encontrava-se disponível o “pacote” tecnológico da chamada “Revolução Verde”², que tinha por objetivo a obtenção de ganhos de produtividade via incorporação de novos fatores de produção.

A modernização da agricultura brasileira é relativamente recente, pós-64, e representou uma mudança qualitativa fundamental, logrando significativos índices de produtividade, impulsionada por fortes incentivos governamentais (crédito, seguro, preços mínimos entre outros).

Já no final da década de 70, a política agrícola foi motivada pela redução paulatina de subsídios e pela busca de “auto regulação” que se observa pelas formas de financiamento e pelo apoio público, diversificando-se em razão da formação dos complexos agroindustriais (CAIs)³. Segundo KAGEYAMA (1993)⁴, o ponto culminante dessa integração, todavia, só

¹ Mestre em Economia Rural pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), Professora da URCAMP e Professora substituta da UFSM. Rua: Raposo Tavares, 48/202, CEP 97015-560, Santa Maria-RS. e-mail: lorensi@ccsh.ufsm.br

² Maiores detalhes sobre a Revolução Verde, podem ser encontrados em HAYAMI e RUTTAN (1988), além de outros.

³ É grande a bibliografia que poderia ser citada sobre o tema. Consulte entre tantos, os estudos de GRAZIANO DA SILVA, J. **A nova dinâmica da agricultura brasileira.**- Campinas, SP: NICAMP.IE, 1996.

⁴ In: GRAZIANO DA SILVA, J. **A nova dinâmica da agricultura brasileira.**- Campinas, SP: NICAMP.IE, 1996.

seria logrado no final dos anos 70 e início dos anos 80, resultando numa “orquestração de interesses” agrários, industriais e financeiros.

No final dos anos 80, e mais especificamente nos anos 90, observa-se um verdadeiro desmonte das instituições e dos instrumentos que nortearam a Política Agrícola e Agroindustrial, em que os volumes de crédito voltados ao segmento agropecuário foram os mais baixos. E essas mudanças se intensificam a partir da abertura comercial acelerada e da integração regional afetando mais diretamente o segmento agropecuário e agroindustrial, com a perda de poder regulatório e de planejamento (BELIK, 1998).

É importante observar que as transformações estruturais das últimas décadas geraram uma nova dinâmica nas relações econômicas e sociais no meio rural brasileiro, a qual alterou a estrutura e a composição do trabalho rural.

2. AS TRANSFORMAÇÕES NO MEIO RURAL BRASILEIRO

O espaço rural brasileiro está passando por um processo de grandes transformações que vão desde a inversão radical dos fluxos migratórios até o surgimento de novas atividades econômicas não necessariamente agrícolas. Tais transformações suscitam um amplo debate no meio científico, em busca de um novo conceito de espaço rural, já que este não pode mais ser reduzido apenas à sua dimensão agrícola e/ou agrária. A visão de que o meio rural é o “*locus*” exclusivo das atividades agrícolas, enquanto a indústria e os serviços são atividades do meio urbano, parece estar ultrapassada, pelo menos nas regiões mais desenvolvidas (COUTO & COUTO FILHO, 1999). “...restringir o espaço rural à agricultura *tout court* pode significar um reducionismo, que fatos vêm se encarregando de desmentir” (SCHNEIDER & NAVARRO, 1998, p.619).

Esse “Novo Rural”, como vem sendo denominado, compõe-se basicamente de três grandes grupos de atividades, segundo GRAZIANO (1998): a) uma agropecuária moderna baseada em “*commodities*” e intimamente ligada às agroindústrias; b) um conjunto de atividades não-agrícolas, ligadas à moradia, ao lazer e a várias atividades industriais e de prestação de serviços; e c) um conjunto de “novas atividades agropecuárias, localizadas em nichos especiais de mercados.

Nesse cenário surge um novo “ator social” – o agricultor (ou agricultura⁵) em tempo parcial- “*part-time farmer*”, fruto da queda da renda dos agricultores, decorrente principalmente da redução dos preços das principais “*commodities*” agrícolas e da liberação da mão-de-obra agrícola ou parte do tempo de ocupação que pode ser explicado pelo constante avanço tecnológico e organizacional na agricultura. Esse fenômeno está ocasionando a redução do peso das atividades agrícolas no emprego e na renda das pessoas, famílias ou regiões “rurais” dando lugar ao emprego ou ocupação múltipla “*multiple job holding*” e fonte de renda diversificadas. Neste sentido, segundo SCHNEIDER & NAVARRO (1998), as mudanças atualmente em curso parecem indicar que o desenvolvimento social e econômico do mundo rural está passando por redefinições que apontam não apenas para a emergência de novas formas de obtenção de rendas para os agricultores e os habitantes do espaço rural, mas talvez até mesmo uma nova via para sua inserção na divisão social do trabalho.

⁵ Agricultura em tempo parcial tem sido referido na literatura, às vezes, sem muita distinção, como pluriatividade

3. PLURIATIVIDADE E O EMPREGO RURAL

O conceito de pluriatividade⁶ engloba as atividades agrícolas com outras atividades que gerem ganhos monetários e não-monetários, independente de serem internas ou externas à exploração agropecuária, permitindo considerar todas as atividades exercidas por todos os membros dos domicílios, inclusive as ocupações por conta própria, o trabalho assalariado e não-assalariado, realizados dentro e/ou fora das explorações agropecuárias. Assim, neste trabalho, utilizar-se-á pluriatividade e agricultura em tempo parcial como sinônimos⁷.

As atividades emergentes no meio rural estão relacionadas com moradia⁸, lazer, turismo, preservação ambiental, infra-estrutura, entre outras. Nesse sentido, há uma demanda crescente de serviços (públicos e privados) que acompanham a urbanização do espaço agrário, ou seja, a disponibilidade de infra-estrutura básica⁹ aos pequenos municípios do interior brasileiro ainda se constitui no grande desafio para que a urbanização do meio rural se manifeste de modo efetivo.

Cabe ressaltar que, neste contexto, também vem ocorrendo uma nova mudança, o surgimento das chamadas “novas atividades agrícolas”¹⁰. Segundo COUTO & COUTO FILHO (1999), essas atividades, normalmente, são intensivas em mão-de-obra e buscam produzir para “*nichos de mercado*”. O que se observa no meio rural é uma crescente heterogeneidade de atividades e opções de emprego e renda não-agrícolas, o que tem contribuído para que a população residente no meio rural tenha maior estabilidade econômica e social (GRAZIANO & CAMPANHOLA, 1999).

HOFFMANN (1998), analisando a evolução dos rendimentos das pessoas ocupadas no Brasil, observa que no ano de 1995, as pessoas com domicílio rural e com atividades não-agrícolas ganharam 29,0% mais do que as ocupadas na agricultura. Os dados obtidos por DEL GROSSI (1999)¹¹, ao analisar a evolução dos rendimentos do trabalho principal dos empregados rurais com base nos dados da Pnads, período 1981-95, mostrou que as rendas das atividades não-agrícolas tenderam a ser quase 50% maiores que as das atividades agrícolas.

Dessa forma, segundo GRAZIANO & CAMPANHOLA (1999), ao se pensar em diretrizes de políticas públicas para o meio rural brasileiro, não se pode ignorar essas tendências mais recentes de que as rendas familiares não provêm, exclusivamente, de atividades agrícolas.

Uma das formas de avaliar essa nova dinâmica é através da análise de dados do crescimento da população total e da população ocupada no meio rural, verificando-se,

⁶ Ver conceitos in: KAGEYAMA, A. Pluriatividade na agricultura: alguns aspectos conceituais. **In Anais do XXXVI Encontro da SOBER**, Poços de Caldas/MG, p. 555-566, 1998.

⁷ Logicamente considerando em tempo parcial: parte do tempo gasto na atividade agrícola, e outro em outras atividades.

⁸ Segundo Gonçalves apud (GRAZIANO & CAMPANHOLA, 1999), o déficit habitacional brasileiro era de 5 milhões de unidades em 1995, a maioria das quais concentradas nas regiões mais pobres do país como o Norte, Nordeste e Centro-Oeste. Sendo que o déficit nas regiões metropolitanas é menor que no interior do país, onde o componente das habitações rústicas é fundamental: aí uma política de habitação rural com ênfase na autoconstrução poderia ser de grande ajuda na redução do nosso déficit habitacional das regiões não-metropolitanas.

⁹ Serviços como: luz elétrica, rede de esgoto, serviços de saúde, educação, segurança, sistema viário, rede de comunicações, transporte público, entre outros.

¹⁰ Podem ser citados como exemplos: criação de aves nobres e exóticas, floricultura com novas variedades, criação de rãs, produção de ervas medicinais e aromatizantes, fruticultura de mesa, cultivo de cogumelos, etc.

¹¹ Apud GRAZIANO & CAMPANHOLA (1999).

também, como essa está distribuída entre as atividades. Nos EUA, por exemplo, existem dados que estão surpreendendo os estudiosos mais ortodoxos e consagrando aqueles que sempre defenderam o desenvolvimento rural. Segundo o BUREAU OF THE CENSUS¹², entre julho de 1994 e julho de 1995, a taxa de crescimento da população não-metropolitana foi de 1,1%, superando a das áreas metropolitanas que foi de 0,9%, situação observada pela primeira vez desde os anos de 70. No Brasil, à semelhança do que vem ocorrendo em grande parte do espaço rural das nações desenvolvidas, as formas usuais de emprego e ocupação da força de trabalho também vem se alterando.

4. A URBANIZAÇÃO DO MEIO RURAL E TENDÊNCIAS FUTURAS

Nessa nova dinâmica do desenvolvimento rural, observa-se que os estabelecimentos rurais (principalmente os pequenos produtores) pluriativos combinam atividades agrícolas e não-agrícolas na ocupação dos seus membros. Mas é preciso que haja condições para combinar tais atividades. Dentre elas, citam-se as imprescindíveis em ordem de prioridade: a) educação b) infra-estrutura básica. O que tem acontecido é que muitos municípios possuem precárias condições de infra-estrutura básica e educação, o que inviabiliza o desenvolvimento de atividades emergentes no meio rural, sejam agrícolas ou não-agrícolas.

Quanto à educação, acredita-se ser quase impossível para não dizer impossível, pensar em qualquer processo de desenvolvimento para o meio rural no qual a educação não ocupe um lugar estratégico. No Brasil, é na desigualdade de oportunidades que ficam mais patentes as desigualdades sociais e, como uma das principais fontes de desigualdade de oportunidades educacionais está justamente na disparidade rural-urbana, o eixo propositivo de um projeto voltado para a ampliação de renda para as famílias rurais deve se concentrar na reforma educacional¹³ ELI DA VEIGA (1998).

Segundo o mesmo autor, o ponto de estrangulamento do desenvolvimento rural é o ensino, principalmente o de primeiro grau. Países mais pobres do que o Brasil, como a Tailândia ou a Costa Rica, venceram o desafio do ensino básico. Os países mais desenvolvidos venceram-no quando ainda eram mais pobres do que o Brasil atual. Seus governos agiram pressionados por sociedades que davam uma prioridade real à educação.

Mesmo que, de modo geral, segundo GRAZIANO (1998), a maior parte das atividades não-agrícolas exercidas por empregados que residem na zona rural exigem baixo nível educacional e baixa qualificação profissional, não é possível pensar em desenvolvimento rural sem considerar como prioridade a educação, pois através desta, o meio rural apresentará maior capacidade de organizar os fatores endógenos, direcionando-os para o fortalecimento da organização social e para o aumento: da autonomia local na tomada de decisões, da capacidade de reter e reinvestir capitais, da inclusão social e da capacidade de regenerar e conservar o meio ambiente.

No que se refere à infra estrutura-básica, em razão das “novas atividades emergentes”, há uma demanda crescente por serviços públicos e privados que acompanham a urbanização do espaço agrário. Os serviços públicos são aqueles que antes eram exclusivos das cidades, como luz elétrica, água encanada, tratamento sanitário, saúde, transporte público, que agora chegam ao meio rural. Quanto aos serviços privados, há o transporte de mercadorias, assistência técnica, comércio em geral e de produtos agropecuários, serviços de telefonia rural, escritórios, serviços domésticos entre outros.

¹² Apud COUTO (1999)

¹³ Principalmente em um país que esta em ultimo lugar no que se refere ao ensino nas cinco primeiras series. Pelo potencial econômico brasileiro, a Unicef calculou que pelo menos 88% das crianças matriculadas no primeiro grau deveriam concluir, no mínimo a Quinta serie. Mas apenas 39% chegam a este estágio.

5. CONCLUSÕES

Em suma, este trabalho permite concluir que, para melhorar as condições de vida no meio rural, não se deve, necessariamente, elevar os índices de “modernização” mas sim investir em políticas não-agrícolas, ou seja, educação e infra-estrutura básica que visam à urbanização do espaço agrário, e à conseqüente emergência de atividades *pluriativas*. Porém, é preciso observar o que ELI DA VEIGA (1998) ressalta: “...*O Brasil é um país com um “viés urbano” tão forte que muitos chegam a dizer que a única saída é “urbanização do meio rural” sem sequer se darem conta de que essa é uma maneira de legitimar a desvalorização do meio rural que reina entre as multidões de novos urbanos.*” (p. 163)

Isso evidencia de forma clara que, apesar das “novas atividades no meio rural” “como complemento da renda”, não quer dizer que as tradicionais atividades agrícolas devam ser esquecidas. Muito pelo contrário, é preciso lembrar que ainda há muita desnutrição e fome em várias partes do mundo, e que num futuro muito próximo, o crescimento da população do planeta exigirá formas alternativas para aumentar a quantidade de alimentos disponíveis.

É preciso lembrar do potencial agrícola brasileiro, e ressaltar que a agricultura apresentou desempenhos mais significativos nos períodos em que mais recebeu incentivos (crédito, subsídios) do estado, e que está muito longe de conquistar sua autonomia. Isso que reforça a tese de que a agricultura brasileira carece de projetos de desenvolvimento rural, com participação efetiva do Estado.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BELIK, W. Estado, grupos de interesse e formulação de políticas para a agropecuária brasileira. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 36, n.1, p. 9-33, 1998.
- COUTO, V. de A. & COUTO FILHO, V. de A. A urbanização do trabalho rural. In 36^o CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Brasília: SOBER, 1998.v.2, p589-602.
- GRAZIANO DA SILVA, J. & CAMPANHOLA, C. Diretrizes de Políticas Públicas para o Novo Rural Brasileiro: Incorporando a Noção de Desenvolvimento Local. In 37^o CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 1999, Foz do Iguaçu. **Anais...** Brasília: SOBER, 1999.p.01-27, 1999.
- GRAZIANO DA SILVA, J. Políticas não-agrícolas para o novo rural brasileiro. In 36^o CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Brasília: SOBER, 1998. v.1, p.117-142, 1998.
- GRAZIANO DA SILVA, J. **A nova dinâmica da agricultura brasileira.**- Campinas, SP: UNICAMP.IE, 1996.
- HAYAMI, Y., RUTTAN, V. W. **Desenvolvimento agrícola: teoria e experiências internacionais.** Brasília: EMBRAPA, 1988.
- HOFFMANN, R. Equação de rendimento para pessoas ocupadas no Brasil: contrastes regionais e setoriais. In 36^o CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Brasília: SOBER, 1998. v.2, p. 707-717, 1998.
- VEIGA, J.E.da. Desenvolvimento rural: o Brasil precisa de um projeto. In 36^o CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Brasília: SOBER, 1998.v.1, p. 153-186, 1998.

SCHNEIDER,S. & NAVARRO.Z. Agricultura e novas formas de ocupação no meio rural (um estudo sobre as tendências recentes). In 36^o CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Brasília: SOBER, 1998.v.2, p. 617-633, 1998.

AS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS: O USO DA COMPUTAÇÃO NA MATEMÁTICA

Anderson de Oliveira¹

Lidiane Mederos²

RESUMO

A aquisição do conhecimento matemático vem se tornando uma atividade cada vez menos produtiva, sendo poucos aqueles que conseguem apropriar-se verdadeiramente deste saber. Isso é comprovado pelo alto índice de reprovação. A falta de paradigmas de ensino coloca a matemática como uma disciplina problemática em todos os níveis de ensino.

As formas de trabalho utilizadas em salas de aulas continuam sendo as que usam um livro texto, da exposição oral, resumo de matérias complementadas com exercícios passados no quadro. Os professores, em sua maioria, não se propõem a incentivar pesquisas e o livro-texto funciona como fonte única de informação teórica e aplicação. Haverá sempre a necessidade de se produzirem dados adicionais, mais abrangentes, voltados aos interesses dos alunos de modo que percebam a importância daquilo que estão estudando.

Uma das opções viáveis seria a explicitação de conceitos e teorias adequando-as a partir de situações geradas. Tornar um meio bastante estimulador, tanto para o professor como para o aluno na criação de uma atmosfera que facilite a compreensão do saber matemático, das etapas de seu desenvolvimento, além de fazer uso da experimentação, das aplicações e da computação.

Nesse contexto, a informática assume um papel de suma importância, principalmente quando funciona como agente de propagação do conhecimento, ou seja, quando se coloca a serviço da educação. Deve-se considerar o computador um meio didático na forma como ele oferece representação específica de um conhecimento, as suas facilidades e a possibilidade oferecida para acompanhar a construção de um procedimento pelo aluno.

O computador é um instrumento excepcional que torna possível simular, praticar ou vivenciar verdades matemáticas.

A relação existente entre educação matemática e o uso do computador já não é mais uma novidade no ensino da matemática. No entanto, a postura do professor é o que poderá tornar um programa computacional algo educativo e apropriado ao ensino da matemática.

PALAVRA – CHAVES: Concepções de aprendizagem, de ensino, de matemático, de educação.

ABSTRACT

THE INNOVATIONS TECHNOLOGICALS: THE USE OF THE COMPUTER IN THE MATHEMATICS

The purchase of the mathematics knowledge is becoming a less productive activity and just a few succeed in fully appropriate of it. This is proven by the high level of disapproval. The lack of education paradigms places the mathematics as one discipline problematic in all the levels of education.

The most usual ways to teach are the use of a textbook, oral exposition, summary of matters complemented with some exercise. Teachers, in its majority, don't stimulate researches other than the textbook. These will be the necessity to build up extra data information to situate students in their studied field.

One option could be the explanation of concepts and theories derived from real situations, to create favorable environment to both, the teachers and student's, and intensify the exploitation, the applications and computers. In such a context, data processing plays a role of most

^{1,2} Acadêmicos do Curso de Matemática da Universidade da Região da Campanha – URCAMP. E-mail: lidi.mederos@bol.com.br

importance, mainly in the functions as agent of propagation of the knowledge, or either, when it of education is placed service. The computer must itself be considered a half didactic in the form as it offers representation specifics of a knowledge, its easiness' and the offered possibility to follow construction of a procedure for the pupil.

The computer a bonanza instrument that becomes possible to simulate, to practice or to live deeply mathematics truths.

Relation existing between education mathematics and the use of the computer jab in and plus a new development in the education of the mathematic However the position of the teacher and what pored to become educate and appropriate a computational program something the education of the mathematic.

WORD-KEY: Learning conception, of teaching, of mathematics, of education.

INTRODUÇÃO

Este artigo trata da complexidade de implementação da informática no cenário educacional. Argumenta que a consolidação de tal implementação requer mudanças em diversos aspectos tendo em vista os impactos informáticos na educação.

Justifica-se pela necessidade de “sair” das aulas convencionais/ tradicionais, onde o professor “passa” a matéria e o aluno “copia” sem poder formular seus próprios conceitos embasados em novas formas de visualização.

Objetiva-se mostrar como a tecnologia poderá ajudar a sanar a fragilidade e a deficiência dos conhecimentos e habilidades supostamente aprendidos na escola; expor que a matemática através da abordagem tradicional vem provocando conflitos no processo ensino-aprendizagem, principalmente na exposição de suas teorias, objetivos e conceitos; encorajar professores e até estudantes a criar sua própria matemática com figuras geométricas e avaliando suas propriedades; transformar a visão das pessoas quanto à matemática frente a tantas inovações; mudar a concepção e a postura a partir da tela do computador frente a novos modelos de matemática.

Enfocam-se os métodos de aprendizagem da matemática no ponto de vista tradicional e aprimorados com a tecnologia.

Os computadores estão trazendo mudanças significativas para a matemática, sobre o que deve ser importante para ser ensinado e aprendido na matemática, além de afetarem profundamente a dinâmica de sala de aula, como sugerem FEY (1991), RIZUTTI (1991), CONFREY (1991), BORBA (1993) dentre outros. Estas mudanças não dizem respeito simplesmente à substituição de um tópico por outro. Pelo contrário, estas mudanças aludem ao enfoque que será dado na sala de aula a um determinado tópico, à sua superação e a uma radical mudança de como o professor passa a relacionar-se com os alunos e com a máquina.

Existem vários modos de se ver e conceber a matemática e a questão da qualidade do seu ensino, seja relacionando-a ao nível de rigor e formalização dos conteúdos matemáticos trabalhados; ao emprego de técnicas de ensino e ao controle do processo ensino-aprendizagem com o propósito de reduzir reprovações; ligando-a à realidade do aluno; colocando a Educação Matemática a serviço da formação da cidadania. (FIORENTINI, 1994).

A finalidade do Ensino da Matemática na Era da Informática seria a de desenvolver habilidades e atitudes computacionais e manipulativas, capacitando o aluno para a resolução de exercícios ou de problemas-padrão.

Cabe à escola preparar recursos humanos “Competentes” tecnicamente para interagirem no eficiente Sistema.

A mudança/ inovação não deve-se deter no professor ou no aluno, mas nos objetivos instrucionais, nos recursos e nas técnicas de ensino que garantem o seu alcance (FIORENTINI, 1994).

Fundamentação

Hoje em dia, uma parte considerável da população já tem conhecimento e acesso a recursos informáticos e até se comunica por intermédio do computador. O número de usuários tem aumentando consideravelmente, o que é um sinal que a informática vem ocupando um espaço cada vez maior em nossa sociedade, sobretudo no cotidiano dos cidadãos.

Essas transformações têm “incomodado” o setor educacional, sendo fonte de interesse de muitos pesquisadores, tanto pela mudança no comportamento intelectual e afetivo que a informática provoca nos estudantes, através do seu uso cotidiano fora da escola (RABIN & KOULOUMDJIAN, 1989), como pelos recursos que oferece para desenvolver atividades com os estudantes na escola. Muitos educadores têm manifestado suas dúvidas sobre como utilizar os recursos informáticos. Outros num plano mais amplo se questionam sobre o tipo de mudança que a informática pode promover na escola, e no plano específico se perguntam como o uso desta mídia pode modificar o ensino-aprendizagem de uma dada área do conhecimento.

Segundo KAMIL (1988), a Matemática como uma construção humana constituída por estruturas e relações abstratas entre formas e grandezas reais ou possíveis. Por isso, essa concorrente prioriza mais o processo que o produto do conhecimento. Ou seja, a Matemática é vista como um constructo que resulta na interação do homem com o meio que o circunda. A apreensão dessas estruturas pela criança se dá também de forma interacionista, especialmente a partir de abstrações reflexivas, realizadas mediante a construção de relações entre objetos, ações ou mesmo entre idéias já construídas. Esta abstração é uma construção feita interativamente/ operativamente pela mente, e não obtida simplesmente de algo já existente.

O modo de ensinar sofre influência também dos valores e das finalidades que o professor atribui ao ensino da matemática, da forma como concebe a relação professor-aluno e, além disso, da visão que tem de mundo, de sociedade e de homem..

Esse não é um ponto de vista particular nosso. Ele é defendido por vários educadores matemáticos como, por exemplo, ERNEST (1991), PONTE (1992), THOMPSON (1984), STEINER (1987) e ZÚÑIGA (1987), os quais sustentam que a forma como vemos/ entendemos a Matemática tem fortes implicações no modo como entendemos e praticamos o ensino da Matemática e vice-versa. Além disso, assumimos com LIBÃNEO (1985) que as concepções de aprendizagem, de ensino, de Matemática, e de Educação são configurados na prática escolar a partir de condicionamentos sócio - políticos e ideológicos, pois a escola cumpre funções que lhe são dadas pela sociedade que, por sua vez, apresenta-se constituída por classes sociais com interesses antagônicos (...). Fica claro, portanto, que o modo como os professores realizam seu trabalho, selecionam e organizam os conteúdos escolares, ou escolhem as técnicas de ensino e a avaliação, tem a ver com pressupostos teóricos – metodológicos, explícita ou implicitamente.

Observa-se que um modo concebível procura valorizar os processos de aprendizagem e envolver o aluno em atividades. A forma como as atividades são organizadas e desenvolvidas nem sempre é a mesma. Há aqueles que tendem a realizar um prática mais espontaneísta, geralmente não-diretiva, e com a culpa de procurar respeitar o ritmo e a vontade do aluno, reduzem suas aulas a jogos, brincadeiras, visitas ou passeios de estudo do meio ambiente ou de uma atividade produtiva. Outros, entretanto, procuram organizar

atividades mais diretivas, envolvendo a aplicação do método da descoberta ou da resolução de problemas. (FIORENTINI, 1994).

Da mesma forma, o professor que acredita que o aluno aprende Matemática através de memorização de fatos, regras ou princípios transmitidos pelo professor ou pela repetição exaustiva de exercícios, também terá uma prática diferenciada daquele que entende que o aluno aprende construindo os conceitos a partir de ações reflexivas sobre materiais e atividades, ou a partir de situações – problema e problematizações do saber matemático.

Optou-se pela abordagem específica indireta (baseada em pesquisas bibliográficas) e método comparativo onde foi utilizada a metodologia observacional, e como instrumento sido feito uma entrevista para chegar-se aos modos de ver e conceber a melhoria no Ensino da Matemática na atualidade.

Procura-se analisar a concepção do ensino matemático, busca-se em referenciais bibliográficos fundamentos para o seu ensino-aprendizagem. No entanto, somente na tabulação dos dados coletados verificam-se os conceptíveis modos da matemática.

A Matemática escolar perde tanto o seu papel de formadora da “disciplina mental” como o seu caráter pragmático de ferramenta para a resolução de problemas. Passa a enfatizar dimensão formativa sobre outra perspectiva: mais importante que a aprendizagem de conceitos e as aplicações de Matemática, seria a apreensão da estrutura subjacente, a qual, acredita-se, capacitaria o aluno a aplicar essas formas estruturais de pensamento inteligente aos mais variados domínios, dentro e fora da Matemática (MIGUEL, FIORENTINI & MIORIM, 1992).

O papel do aluno nesse contexto, deixa de ser o de “copiar”, “repetir”, “reler”, e “desenvolver” nas provas do mesmo modo que “recebeu”. A informática permite que os estudantes ousem mais no tipo de Matemática utilizada, na medida em que não são obrigados a prenderem-se a cálculos e a procedimentos tediosos de confecções de gráficos e tabelas (e.g. BORBA, 1997 e BORBA et alii, 1997).

O professor deixa de ser o elemento fundamental do ensino, tornando-se orientador ou facilitador da aprendizagem. Os reflexos do computador nos diferentes domínios da profissão docente argumentam que a introdução dos computadores na escola provoca uma nova configuração na profissão docente, mobilizando vários aspectos que podem influenciar o desenvolvimento profissional do professor. (PENTEADO SILVA, 1997).

Considera-se que a mobilização causada pela introdução da informática exige ajustes, transformações e revisões dos sistemas de hierarquias e propriedades tradicionalmente estabelecidas no cenário educacional.

Segundo FIORENTINI (1994), a sociedade seria um sistema organizado e funcional, isto é, um todo harmonioso em que o conflito seria considerado uma anomalia e a manutenção da ordem uma condição para o progresso. Assim, a escola, como parte desse sistema, teria um função importante para sua manutenção e estabilidade. Mais especificamente: a educação escolar teria a finalidade de preparar e “integrar” o indivíduo à sociedade, tornando-o capaz e útil ao sistema.

Deve ser realçado que a vivência em uma sala de aula, onde diferentes problemas são enfrentados, pode ser uma parte da preparação necessária, pois o computador não substitui o ser humano ou complementa, mas reorganiza a forma como se pensa e se age. Essa forma de conhecer a relação do ser humano com o computador se baseia na idéia de reorganização apresentada por TIKHOMIROV (1981).

O potencial de mudanças que as novas idéias poderão trazer para a Educação dependerá da forma como esses “novos atores informáticos” se relacionarão com os “atores humanos” e “não-humanos” que compõem uma escola.

O ritmo, a forma, as opções e as necessidades emergirão da situação de cada escola e dependendo das ativações feitas, algumas conexões poderão ser reforçadas, enquanto outras cairão em desuso.

Tratando-se de Desenvolvimento Curricular são desenvolvidas atividades didático-pedagógicas que exploram as potencialidades das novas tecnologias e as mudanças na sala de aula, especificamente em relação à Matemática. Buscam-se atividades que explorem as possibilidades de experimentação e de visualização do computador, procurando superar a noção de que o computador não é apenas um lápis mais rápido, para poder entendê-lo em sua total potencialidade, ou seja, como uma nova mídia que transforma o modo como conhecemos.

Em sala de aula, por intermédio de uma seqüência didática, abordam-se os conteúdos programáticos, revelando possibilidades de integrar a Informática ao currículo e promover mudanças, mesmo que pequenas, no que é tradicional na escola. (ZANIN, 1997).

A exploração das potencialidades das mídias informáticas como visualização e experimentação pode ser combinada com pedagogias alternativas que já vêm sendo praticadas. Pode provocar uma nova configuração na escola e como a informática aliada a esta pedagogia pode mudar a natureza da Matemática que é aprendida na sala de aula.

Modelo Conceitual

Ao longo dos anos tem sido comum para pensadores de várias áreas e para o público em geral, pensar em matemática como atividade desenvolvida com lápis e papel. Mais do que isso, parece “natural” pensar que o lápis e o papel como mídia não influenciam a matemática desenvolvida, seja porque é uma mídia “tão inofensiva” quanto porque se tem visto a matemática como uma abstração, e portanto, não permeável à mídia. Em outras palavras, enquanto parece razoável supor que a arquitetura e a biologia se transformaram com os desenvolvimentos tecnológicos desenvolvidos em seus escritórios e laboratórios, respectivamente, a matemática é normalmente vista como imune à mídia.

Existe um estudo exploratório inicial com o objetivo de conhecer como os professores utilizam determinados softwares em suas práticas pedagógicas relacionadas à matemática. Procura-se investigar se o computador, enquanto mídia, propicia ao professor oportunidades de avaliar o domínio do seu conhecimento matemático. (FULLAN & STIEGELBAUER, 1992).

Com a difusão cada vez maior de computadores e do seu uso na matemática e na educação matemática no panorama internacional, esse pensamento sobre a relação entre matemática e mídia começa a ser questionado.

Como explorar uma metodologia para o ensino-aprendizagem da Geometria em ambiente computacional?

Um estudo preliminar de um experimento onde os alunos podem intervir na solução de um problema geométrico usando papel e lápis.

Trata-se do Micromundo Cabri-Géomètre II proposto para o ensino-aprendizagem da Geometria Plana Euclidiana. Permite construir e explorar de forma interativa os objetos do universo da Geometria elementar em uma linguagem mais acessível. As figuras nele construídas podem ser deformadas a partir do descolamento de seus elementos de base, conservando suas propriedades. É possível ainda, visualizar lugares geométricos; medir distâncias, ângulos e observar a evolução em tempo real durante a manipulação dinâmica e rápida das figuras. (HENRIQUES, 1999).

Esses recursos fazem-se necessários no processo de ensino-aprendizagem da geometria, pois podem auxiliar o estudante na aquisição do conhecimento. Nesse contexto,

BELLEMAIN (1992), sustenta que uma das principais preocupações quando da elaboração do Cabri-Géomètre II, foi o de permitir aos alunos visualizarem na tela do computador, diferentes desenhos correspondendo à mesma descrição, isto é, pertencentes à mesma configuração ou classe, o que possibilita aos estudantes, explorarem propriedades de uma configuração geométrica utilizando este software.

Segundo CRUZIUS (1994), o papel do aluno consiste em ver, manipular o que vê, produzir significado ao que resulta de sua ação, representar por imagem, fazer comparações entre a apresentação imaginado, e o objeto de sua ação real; desenhar, errar, corrigir, construir a partir de erro, mostrando da maneira que pode, através de desenhos, o que ficou na cabeça.

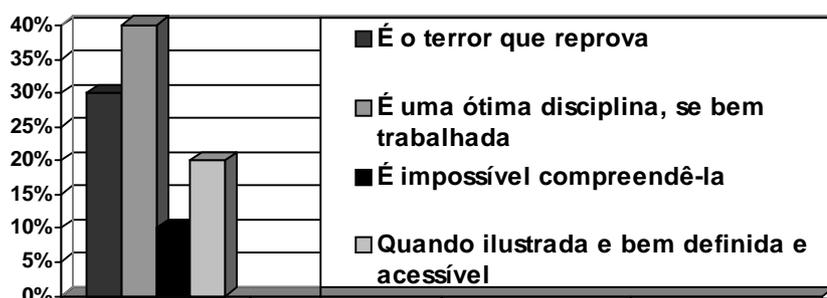
“(...) quando se ensina geometria não é tanto para ensinar verdades, mas para disciplinar o espírito, pois a prática da geometria cria e desenvolve o hábito do raciocínio rigoroso, (BLANCHE, 1987 apud MIGUEL, 1993)”.

Não só os instrumentos semióticos moldam a cognição, mas também os seres humanos moldam as diferentes mídias de acordo com os fins para os quais querem usá-las. Somando-se a essas idéias, considera-se o trabalho de LEVY (1990), que trata da noção de que o pensar deve ser visto como uma rede que envolve seres humanos, instituições e tecnologias, deslocando a unidade fundamental da pessoa humana para estes coletivos formados por seres humanos ou não.

Demonstração Gráfica

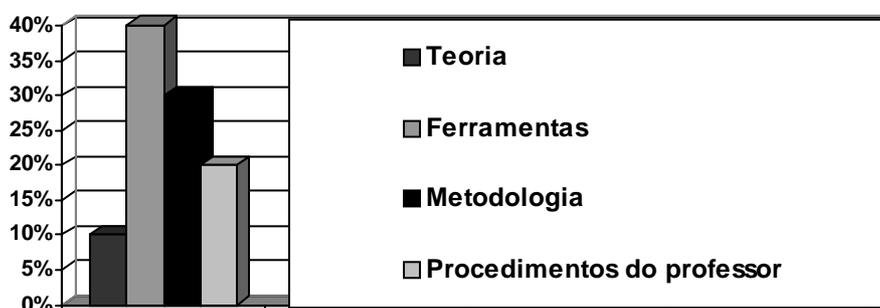
Situa-se, portanto, a demonstração gráfica tabulada nos resultados abaixo, conforme instrumento (questionário) aplicado:

1- Como você vê o mito “matemática”?



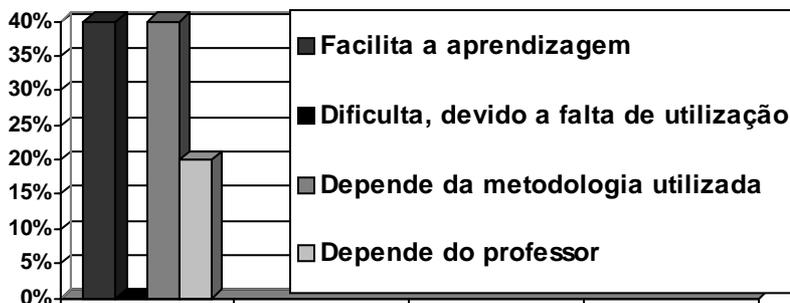
Referente à questão em que se trata amplamente sobre Matemática, tem-se grande percentual entre os entrevistados que consideram Matemática uma ótima disciplina, se bem trabalhada; porém alguns colocam que ainda é o terror que reprova; em outros casos torna-se acessível, quando ilustrada e bem definida; sendo que uma minoria considera impossível compreendê-la.

2- Qual é o recurso mais importante, no seu entendimento, para o Ensino da Matemática?



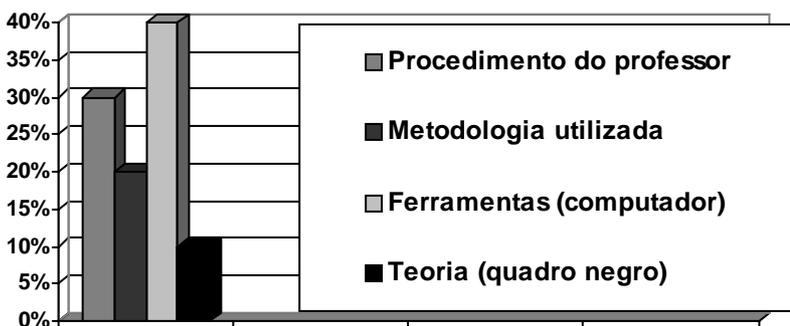
Em termos de recursos que auxiliam o ensino da Matemática, observa-se alto índice quanto à ferramentas (computador), por outro lado, opta-se pela participação dos professores através de procedimentos estimuladores, sem esquecer da metodologia utilizada e ainda pelo método do quadro-negro.

3- O uso do computador no seu entendimento:



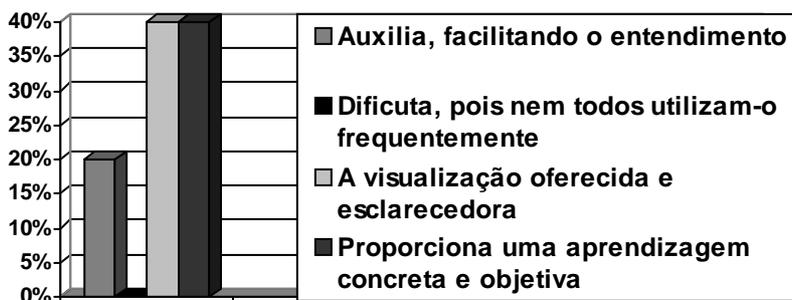
No enfoque, “o que é mais significativo para o ensino matemático” obtém-se, claramente: o uso de ferramentas, a metodologia utilizada, os procedimentos dos professores e ainda a teoria.

4- O que é mais significativo para o ensino matemático:



Demonstra-se consciência quanto às inovações tecnológicas quando se coloca aos entrevistados a questão sobre a concepção do ensino da matemática através do uso do computador. Extrai-se, como resultado, que facilita a aprendizagem, depende da metodologia utilizada e ainda que depende do professor, não obtendo dificuldade pela falta de utilização.

5- Como você entende a nova concepção do ensino da matemática através do uso do computador?



O uso do computador é visto como meio que proporciona uma aprendizagem concreta e objetiva, obtém-se uma visualização esclarecedora ainda, é o auxílio que facilita o entendimento.

CONCLUSÃO

De uma forma ou de outra, acredita-se que a introdução da informática na escola é irreversível, e que grande parte dessas iniciativas em relação à Informática Educativa conduzem a questionamentos e evidenciam a necessidade de mudanças que vão além da criação de um laboratório ou disciplinas específicas. É preciso que estudiosos oriundos das diversas áreas se debruçam sobre este problema, pois embora o uso da informática esteja apontando para uma tendência interdisciplinar, a formação tanto de docentes quanto dos alunos é, ainda, fundamentalmente baseada na divisão do conhecimento em áreas como Matemática, Biologia, etc.

A educação matemática enfrenta a complexidade da introdução de novas mídias e interfaces nas escolas.

Faz-se necessário que o uso de computadores de forma intensiva aconteça em outros cursos de formação do professor para que ele consiga lidar com as mudanças nos níveis da matemática, das relações de poder na sala de aula e em um conhecimento do potencial desta nova mídia de ensino da Matemática.

Pesquisas comprovam mudanças na sala de aula de Matemática e trazem indícios de que a introdução de novas ferramentas altera a forma como se pensa. E, ainda mais, a introdução deste novo “ator” nas relações educacionais reorganiza a cognição e as relações na sala de aula.

Garantir ao futuro cidadão essa forma de pensamento e de leitura do mundo proporcionado pela Matemática é, segundo nosso ponto de vista, a principal finalidade da Educação Matemática comprometida com a formação da cidadania, pois a Matemática está visceralmente presente na sociedade tecnológica em que vivemos, podendo ser encontrados sob várias formas em nosso dia-a-dia. Ou seja, a razão primeira pela qual se ensina e se aprende Matemática tem a ver com o modo de vida do homem moderno. Não estamos, com isso, querendo defender que a leitura de mundo proporcionada pela Matemática seja a única ou melhor. É apenas uma forma importante e necessária que subsidia e complementa outras.

Portanto, sob um ponto de vista histórico – crítico, a aprendizagem efetiva da Matemática não consiste apenas no desenvolvimento de habilidades, ou na fixação de alguns conceitos através da memorização ou da realização de uma série de exercícios. Os alunos aprendem significativamente Matemática quando conseguem atribuir sentido e significado às idéias matemáticas e sobre elas são capazes de pensar, estabelecer relações, justificar, analisar, discutir e criar.

Agradecimentos

Agradecimentos à importante colaboração da professora Jhansy Collares, bem como aos alunos que preencheram a pesquisa oportunizada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORBA, M.C. Students' understanding of transformations of functions using multi-representational software. Tese de Documentos, Cornell University, Ithaca, Nova Iorque, EUA, 1993a.

CRUSIUS, M . F . Disciplina: uma das polêmicas do construtivismo. In: Espaço Pedagógico. Passo Fundo (RS): VPF, 1994.

FIORENTINI, D. Rumos da pesquisa brasileira em Educação Matemática. Campinas: FE – UNICAMP. Tese de Doutorado, 1994.

HENRIQUES, A. “Ensino e Aprendizagem da Geometria Métrica: uma seqüência didática com o auxílio do software Cabri-Géomètre II”, Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista – UNESP/ Rio Claro/ SP, 1999.

MIGUEL, A. & FIORENTINI, D. & MIORIM, M.A. Álgebra ou Geometria: para onde pende o pêndulo? In: Revista pro – proposições. São Paulo, Cortez ed., vol. 3, nº 1, 1992.

PENTEADO SILVA, M.G.P. O computador na perspectiva do desenvolvimento profissional do professor. Campinas: UNICAMP, 1997.

NORMAS PARA PUBLICAÇÃO

Artigos submetidos podem ser escritos em português, inglês ou espanhol, utilizando espaçamento 1,0 linha, em apenas uma face do papel, formato A4, fonte "Times New Roman", em geral, tamanho 12, texto "justificado", com margens de, no mínimo, 1 polegada (2,5 cm) em todos os lados. Cada artigo deve ter, no máximo, 08 páginas, incluindo todo o texto, figuras e referências bibliográficas.

A primeira página deve conter o título do artigo, nomes dos autores, um resumo, seguido por palavras-chave. Na mesma página, deve estar o "abstract" seguido das "keywords" do artigo.

O título do artigo deve ser conciso e completo, para facilitar sua indexação futura, e deve ter no máximo 15 palavras (fonte "Arial", tamanho 16, maiúsculo, negrito, centralizado). O nome dos autores (abreviados quando necessário) deve ser escrito em fonte tamanho 10, itálico, centralizado. Afiliação e endereço (postal e/ou eletrônico), devem estar como notas de rodapé (fonte 10).

O resumo e seu "abstract" correspondente devem ter no máximo 200 palavras, sendo vedadas citações bibliográficas, fórmulas e equações. Sempre que possível, deve ter 1/3 sobre material e métodos, e 2/3 sobre resultados, devendo transmitir a idéia de seu conteúdo de forma clara e completa. O resumo deve ser seguido por no máximo seis palavras-chave identificadoras do artigo, e o "abstract" também deve ser seguido pelas mesmas palavras-chave em inglês ("keywords"). O texto do resumo e do "abstract" devem ser em fonte tamanho 10, "justificado".

Todos os subtítulos devem ser escritos na fonte "Arial", tamanho 12, alinhados à esquerda e numerados (iniciando na introdução com número 1). Deixar uma linha em branco antes de cada subtítulo.

Figuras, imagens e tabelas devem estar incluídas no próprio texto, já em sua localização definitiva, numeradas com algarismos arábicos. As ilustrações não devem ser coloridas.

Equações e fórmulas devem ser numeradas seqüencialmente no texto, usando algarismos arábicos.

As referências no texto, sua citação no final do artigo, e todo tipo de notas adicionais devem seguir as normas estabelecidas pela ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas ou ISO - *International Standards Organization*.

A formatação do artigo deve obedecer o formato disponível no *site* da Revista do CCEI (arquivo: *template.zip* - para *Microsoft Word*).

A **submissão de artigos deve ser via e-mail** para o endereço revista@ccei.urcamp.tche.br.

O resultado da seleção é comunicado via e-mail, quando então, os artigos selecionados deverão ser novamente enviados em arquivo eletrônico, formato *.DOC* (*MS-Word for Windows*).

Próxima edição

Data limite para submissão: 15/12/2001

Publicação: Março/2002

Endereço para correspondência:

URCAMP-Universidade da Região da Campanha
CCEI-Centro de Ciências da Economia e Informática
Av. General Osório, nº 2289
Cep 96400-101 - Bagé - RS
E-mail: revista@ccei.urcamp.tche.br
<http://www.ccei.urcamp.tche.br/revista/>