ISSN 2177-451X

SINERGIA

Revista do Centro Federal de Educação Tecnológica de São Paulo
Volume 05, nº 2- Julho/Dezembro de 2004

SINERGIA

"associação de vários fatores para uma ação coordenada"

REVISTA DO CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE SÃO PAULO

v. 5 n. 2 julho/dezembro 2004

São Paulo

ISSN 2177-451X

Sinergia	São Paulo	v. 5	n. 2	p. 81- 166	jul./dez. 2004

SINERGIA
"associação de vários fatores para uma ação coordenada"
ISSN 2177-451X

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE SÃO PAULO

A Revista SINERGIA é uma publicação semestral do Centro Federal de Educação Tecnológica de São Paulo e tem por objetivo a divulgação de todo o conhecimento técnico, científico e cultural que efetivamente se alinhe ao perfil institucional do CEFET-SP.

Os artigos publicados nesta Revista são de inteira responsabilidade de seus autores.

CONTATO:

NÚCLEO EDITORIAL DA REVISTA SINERGIA
A/C: DEBORAH MATTHIESEN / WALDIR LOPES

Rua Pedro Vicente, 625 — Canindé
São Paulo — SP — CEP 01109-010

COORDENAÇÃO GERAL DO PROJETO
Deborah Quenzer Matthiesen
Waldir Lopes

JORNALISTA RESPONSÁVEL
Waldir Lopes / Mtb. 14.404

DIAGRAMAÇÃO E ARTE FINAL
Andréa de Andrade
Deborah Quenzer Matthiesen
Mirtes Maria Galante dos Santos

CONSULTORIA E REVISÃO
Raul de Souza Püschel (Português)

REVISÃO
Cynthia Regina Fisher (Inglês)
Maria Teresa Martins Furtado (Português-Apoio)

APOIO TÉCNICO
Elise Silva do Nascimento - IBICT

DIGITALIZAÇÃO E PUBLICAÇÃO ELETRÔNICA
Ademir Silva

SINERGIA (Centro Federal de Educação Tecnológica de São Paulo). São Paulo, v.5 n.2, jul./dez., 2004

Semestral

ISSN 2177-451X

1. Centro Federal de Educação Tecnológica de São Paulo - Periódicos.

CDU 001(05)"540.6":(81)

BRASIL
UM PAÍS DE TODOS
GOVERNO FEDERAL

Índice

CEFET-SP

EDITORIAL

Raul de Souza Püschel
Doutor em Comunicação e Semiótica pela PUC-SP
Professor da Área de Códigos e Linguagens do CEFET-SP

Neste número, novamente a revista *Sinergia* apresenta, como tem sido o propósito deste veículo até agora, um conjunto diverso de textos que falam sobre vários aspectos do que é uma instituição de ensino dinâmica e inserida no aqui e agora. Há desde questões educacionais até outras mais técnicas, além também de articulações interessantes entre esses dois eixos. Estudos, que poderíamos designar *grosso modo* como científicos ou humanísticos, também comparecem nas páginas da atual edição.

Começamos, assim, com o artigo de Siony da Silva e de Maria Helena de Oliveira, "A contribuição da teoria sócio-interacionista de Vigotsky para a educação *on line*", que discute de que modo as idéias de Vigotsky podem ser produtivas quando se pensa em educação *on line*. Ainda pensando-se em educação, tem-se então o ensaio de Maria Cristina Mungioli, "Modernidade, educação e globalização: algumas reflexões", que a discute dentro do contexto contraditório da globalização, a partir de um contraponto com as concepções de um dos elementos fundadores da modernidade, o filósofo genebrino Rousseau.

Por seu turno, Ricardo Plaza Teixeira, Modesto Pantaleo Jr. e Bruno Golfette, com o estudo de matriz estatística "Perfil dos professores de física do ensino médio em São Paulo", põem em relevo vários aspectos que compõem a formação, a visão de mundo, os interesses e o cotidiano dos docentes de tal disciplina nesta cidade. O trabalho seguinte, de Diamantino e Laís Trindade, "Os caminhos da ciência brasileira: da colônia até Santos Dumont", apresenta novas contribuições sobre o desenvolvimento da tecnologia e da ciência brasileiras. Vendo sob outro enfoque uma questão, de certa forma também histórica, Marlene Guarienti, em "A denominação e a qualificação na construção da imagem indígena na *Carta do achamento*", faz um estudo lexicológico do enunciado "gente fácil" com o qual, em dada passagem, Caminha refere-se aos índios.

Mais à frente, Sergio Kyrillos, em "Meios e condições para fabricar fabricantes", discute a importância da educação profissional, relacionando-a ao desenvolvimento do país no contexto da globalização.

Finalizando, vêem-se quatro textos que denotam fortes aplicações de questões de natureza tecnológica. Welbson Costa e Shirlly Silva, com "Aquisição de conhecimento: o grande desafio na concepção de sistemas especialistas", dão todo um sustentáculo lógico-operacional para a aquisição do saber. José Francisco Buda, em "Segurança e higiene no trabalho em estações de tratamento de esgoto", por sua vez, fala sobre riscos ambientais e acidentes nas estações de tratamento de esgoto, descrevendo os agentes de tais riscos e que ações adotar. Já Rosana Camargo e Walter Link comentam em "Calibração direta dos 21 erros geométricos da MM3C" como, entre outras coisas, "é possível determinar individualmente cada um desses" erros. Por último, Pedro G. Oliveira e Augusto Brandão Jr., em "Estudo da proteção e controle em sistemas de tração em corrente contínua", discorrem sobre como diferenciar um curto-circuito de outros fenômenos nos referidos sistemas de tração.

CEFET-SP

ARTIGOS

A CONTRIBUIÇÃO DA TEORIA SÓCIO-INTERACIONISTA DE VIGOTSKY PARA A EDUCAÇÃO *ON LINE*

Siony da Silva
Mestre em Educação - Docente do CEFET-SP

Maria Helena Palma de Oliveira
Doutora em Psicologia da Aprendizagem e Docente da UNIBAN

Este artigo pretende enfocar o processo ensino-aprendizagem sob a ótica da teoria sócio-interacionista de Vigotsky e o desdobramento do trabalho desse autor. Vigotsky (1998) postulava que os processos psicológicos superiores aparecem primeiramente nas relações sociais sob a forma de processos interpessoais, passando para processos intrapessoais ou individuais. Os cursos na modalidade* on line *que utilizam os recursos das NTIC (Novas Tecnologias de Informação e Comunicação) podem beneficiar-se desses fundamentos teóricos, pois possuem estruturas de interação entre alunos, professores, ambiente computacional e sistemas de signos que favorecem as relações sociais e o aprendizado.

***Palavras-chave: sócio-interacionismo, interação, novas tecnologias de informação e comunicação, educação* on line.**

The aim of this article is to focus on the teaching-learning process according to Vigotsky's socio-interactionist theory and his work development. Vigotsky (1998) claimed that the superior psychocological processes first appear in social relationships under the form of interpersonal processes, turning into intrapersonal or individual processes. Online courses which employ NICT (new information and communication technologies) can benefit from these theoretical bases once there are interactional structures among students, teachers, computational environment and sign systems that aid social relationships and learning.

Key words: socio-interactionism, interaction, new information and communication, technologies, online education.

I. INTRODUÇÃO

A atual sociedade da informação, caracterizada pelo uso das Novas Tecnologias de Informação e Comunicação (NTIC), está promovendo transformações na forma de as pessoas se comunicarem, entreterem e adquirirem conhecimento. *O mundo da educação não pode ignorar esta realidade tecnológica nem como objeto de estudo e , muito menos, como instrumento para a formação de cidadãos que já se organizam nesta sociedade através de ambientes virtuais.* (Garcia, 2001a).

A escola, como parte integrante dessa sociedade, com a preocupação de formar cidadãos críticos, reflexivos e responsáveis pelo seu aprendizado, tem de se adequar a esse novo ambiente, criando mecanismos didático-pedagógicos que favoreçam o aprendizado de forma dinâmica e contínua, com aprendizado para toda a vida. *A educação a distância abre um caminho importante: satisfazer o direito que toda pessoa tem de ter acesso à educação,*

em qualquer etapa de sua vida e de acordo com suas necessidades e interesses. (Garcia, 2001b:161)

Como conseqüência, a introdução das NTIC, na área educacional, "*contribui para o re-pensar e para a re-construção da prática educativa, modificando a concepção de professor, de aluno, de escola, de universidade*". (Borges e Fontana, 2003)

Nesse contexto, a incorporação das NTIC na educação deve vir acompanhada de uma reflexão do ato de ensinar e deverá estar condicionada ao planejamento didático-pedagógico da instituição, caso contrário as NTIC podem ser consideradas um elemento estranho e desprovido de sentido no processo de ensino-aprendizagem. No intuito de contribuir para reflexão sobre o processo de ensino-aprendizagem *on line* com o uso das NTIC, apresentam-se a seguir alguns pontos fundamentais da teoria sócio-interacionista de Vigotsty.

II. TEORIA SÓCIO-INTERACIONISTA DE VIGOTSKY E EDUCAÇÃO *ON LINE*

Os cursos na modalidade de EaD que utilizam os recursos das NTIC possuem estruturas de interação entre alunos, professores, ambiente computacional e sistemas de signos que favorecem as relações sociais.

Vigotsky (1998) postulava que os processos psicológicos superiores aparecem primeiramente nas relações sociais sob a forma de processos intermentais, passando para processos intramentais ou individuais.

A justificativa da origem social nos processos psicológicos superiores origina-se, segundo Vigotsky, na mediação feita pelos instrumentos que podem ser físicos (ferramentas que controlam o ambiente) ou psicológicos (signos, em especial a linguagem), sendo essa relação do ser humano com os instrumentos ativa e transformadora. (Salvador, 1994)

Os signos são estímulos artificiais por meio dos quais o ser humano controla e regula sua conduta de acordo com o significado a eles atribuído. Esse processo diferencia a espécie humana das demais espécies, por permitir o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores, com a passagem do controle do ambiente para o controle individual de forma ativa e consciente. (Ratner, 1995)

Esse sistema de signos tem uma origem social, elaborado no decorrer da evolução histórica e cultural da espécie humana, caracterizando sua utilização em determinadas situações, para determinados grupos de pessoas que os domina, e são capazes de transmiti-los.

> *Se os processos psicológicos superiores típicos da espécie humana se constituem como tal graças à mediação semiótica – a mediação com a ajuda do uso dos signos – e esses signos são de natureza e origem social e cultural, os processos psicológicos superiores serão processos de natureza de origem social e cultural.* (Mestres e Onrubia, 1999: 101)

A linguagem, como sistema de símbolos, tem uma função inicialmente comunicativa, sendo um meio de expressão, compreensão e comunicação social. Essa linguagem sofre uma transição: de uma linguagem social passa para uma linguagem interior. O sujeito internaliza e reorganiza uma função psicológica do plano interpessoal para o plano intrapessoal, não ocorrendo nessa transição uma simples transferência do conteúdo externo para o interno, pois o externo é reconstruído interiormente, originando um processo psicológico novo. (Baquero, 1998)

A passagem do processo interpessoal (processo social) para o intrapessoal (processo individual) ocorre através da internalização, que é "*a reconstrução interna de uma operação externa*".(Vigotsky, 1998: 74) Tanto a linguagem oral como a escrita são compostas de símbolos utilizados na

comunicação humana e, ao serem internalizadas, criam novas formas de pensamento. *A internalização das atividades socialmente enraizadas e historicamente desenvolvidas constitui o aspecto característico da psicologia humana.* (Vigotsky, 1998: 76)

Portanto, o trabalho de Vigotsky enfatiza as qualidades da espécie humana, em realizar transformações de forma ativa nos "diferentes contextos culturais e históricos". Isso é possível graças ao desenvolvimento das funções superiores. Ou seja, através da internalização do processo do conhecimento, criam-se características particulares de existência social humana, refletindo-se na cognição e possibilitando ao indivíduo compartilhar com outros membros de seu grupo social o "*entendimento que ele tem da experiência comum do grupo*". (Steiner e Souberman, 1998: 177)

A aprendizagem é, portanto, um processo social que se realiza por meio das possibilidades criadas pelas mediações do sujeito e dado contexto sócio-histórico que o rodeia, pois como destaca Ratner (1995: 16), *o indivíduo não se defronta com as coisas como uma consciência solitária. Ele é membro de uma comunidade social e depende de outras pessoas para ajuda material, comportamental e psicológica. O indivíduo molda sua reação aos estímulos a partir de materiais, padrões de comportamento, conceitos, aspirações e motivos que foram organizados socialmente.*

Mas, para que o aprendizado ocorra de fato, há necessidade de que o conteúdo que é ministrado ao aluno tenha significado e que esse conteúdo possa criar novas potencialidades como fontes futuras de significados, em um processo contínuo e dinâmico de atribuição de significados. Salvador (1994:149) destaca que, segundo Ausubel e seus colaboradores, "*construímos significados cada vez que somos capazes de estabelecer relações 'substantivas e não-arbitrárias' entre o que aprendemos e o que conhecemos. Assim, a maior ou menor riqueza de significados que atribuiremos ao material de aprendizagem dependerá da maior ou menor riqueza e complexidade das relações que formos capazes de estabelecer*".

Os significados e sentidos que são construídos pelos alunos são resultados de uma interação de vários elementos, entre os quais o aluno, o conteúdo e o professor. O aluno é elemento ativo na construção de seu conhecimento, através do contato com o conteúdo e da interação feita no grupo; o conteúdo favorece a reflexão do aluno, e o professor é o responsável pela orientação da construção de significados e sentidos em determinada direção.

A construção de significados e sentidos tem, portanto, lugar num contexto de comunicação interpessoal. Estes processos são fortemente impregnados e orientados pelas formas culturais existentes nessa comunicação que sofrem constantemente modificações.

Vigotsky define dois níveis de desenvolvimento: o real e o potencial. O nível de desenvolvimento real é a capacidade de as pessoas solucionarem problemas sozinhas, sendo "... *o nível de desenvolvimento das funções mentais da criança* (ou indivíduo) *que se estabeleceram como resultado de certo ciclo de desenvolvimento já 'completado'*". (Vigotsky, 1998: 111). Dito de outra forma, o nível de desenvolvimento real define as funções que já amadureceram e o nível de desenvolvimento potencial define as funções que possuem as bases necessárias para serem desenvolvidas. Esse processo define o que Vigotsky chama de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) que, nas palavras do soviético, é

> *a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes.* (Vigotsky, 1998: 112)

Como a criação da ZDP é dinâmica e ocorre em um meio social com mediação de símbolos, uma mesma pessoa pode possuir vários níveis de ZDP, de acordo com as pessoas com quem interatua, os signos utilizados por ela e a forma de atuação, sendo possível a existência em um mesmo indivíduo de várias ZDP. Além disso, cada nova criação desses níveis poderá gerar novas conexões, alimentando novos desenvolvimentos potenciais e reais, permitindo novos avanços do indivíduo em níveis superiores do desenvolvimento.

> *... uma determinada pessoa pode mostrar diferentes níveis de desenvolvimento potencial e entrar em diferentes ZDP em função do indivíduo com quem interatua e de como se manifesta esta interação. Além do mais, as pessoas não possuem um único nível geral de desenvolvimento potencial, mas diferentes níveis – e diferentes ZDP possíveis – em relação a diferentes âmbitos do desenvolvimento, tarefas e conteúdos.* (Mestres e Onrubia, 1999: 108)

Onrubia (1998), com base no conceito de Vigotsky, destaca a importância de ensinar no propósito de criar as ZDP e nelas intervir. Assim, caracteriza os seguintes elementos no processo ensino-aprendizagem: aluno, professor e ambiente colaborativo.

- Aluno: é ativo no processo, pois constrói e reformula o aprendizado, incorporando esse conhecimento para novas situações ao longo de sua vida;

- Professor: atua estimulando, incentivando e elaborando atividades que desafiam a tomada de decisão pelo aluno, decisões essas que agem na ZDP; o professor deverá, sempre que possível, adequar metodologias e recursos para que o objetivo do aprendizado seja atingido, sempre em um clima de respeito mútuo e colaboração; a atividade deve propiciar a criação de sentidos para o conteúdo ministrado; a relação afetivo-emocional também é um fator importante a ser considerado e, para isso, o professor deverá estar atento às diferenças individuais e às necessidades de cada aluno em particular, além de propiciar o contato entre os participantes do curso. Para tanto, há necessidade de um planejamento criterioso do conteúdo, bem como de estratégias de ensino, e é preciso também que esse planejamento seja do conhecimento do aluno. Portanto, há necessidade de se planejarem várias estratégias para que o aluno possa construir seu conhecimento ao longo do processo, pois

> *..a ZDP não é uma propriedade deste ou daquele participante na interação ou de alguma de suas atuações, consideradas individual e isoladamente, mas é criada na própria interação em função tanto das características dos esquemas de conhecimento sobre a tarefa ou conteúdos trazidos pelo participante menos competente, como dos tipos e graus de suporte e de instrumentos e recursos de apoio utilizados pelo participante mais competente. Daí podermos falar, para uma dada pessoa (ou para um determinado aluno, situando-nos no âmbito da sala de aula), não de uma ZDP, mas de múltiplas ZDP, em função da tarefa e do conteúdo em questão, dos esquemas de conhecimento em jogo e das formas de ajuda empregadas ao longo da interação.* (Onrubia, 1998: 128)

Além disso, o professor deverá avaliar constantemente o planejamento no decorrer do curso e sempre que necessário introduzir modificações conforme as necessidades levantadas nessa avaliação.

- Ambiente cooperativo: deve existir um ambiente em que os alunos possam se manifestar, verbalizando e justificando suas posições frente aos conteúdos, pois, quando o aluno verbaliza e no caso da comunicação com as NTIC, utilizando a linguagem escrita para

exteriorizar seus pensamentos, tem oportunidade de refletir mais especificamente sobre suas certezas e dúvidas. Esse procedimento permite que os alunos possam aprender com seus colegas, refletindo sobre tais posições e contrapondo-as em relação às suas, em uma atividade de reflexão, articulação e reelaboração dos seus conhecimentos, aprendendo e ensinando em um processo interativo.

Especificamente na interação professor-aluno, Onrubia (1998) coloca a importância do ajuste da ajuda no processo de aprendizagem. O ajuste deve ocorrer de modo sincronizado no processo de construção de significados pelo aluno, ou seja, a ajuda se ajusta a cada momento à situação e às características da atividade mental do aluno. É preciso que a possibilidade de intervenção do professor esteja conectada aos esquemas de conhecimento do aluno, aos significados e sentidos que este último atribui ao aprendizado e que, assim, a ajuda seja capaz de mobilizar tais esquemas, significados e sentidos, no intuito de forçar a reestruturação dos mesmos a partir de novas aquisições.

Outro ponto importante é que a mesma se alicerce sobre desafios alcançáveis. Esses desafios devem ser abordáveis, isso é, o professor deve ter certeza de que o aluno tem a base necessária para avançar e interiorizar o novo conteúdo. Além disso, devem ser dados com base em apoios intelectuais e emocionais, que funcionam como instrumentos de ajuda.

O professor atua incentivando e motivando a participação dos alunos na construção do conhecimento, além de desafiar os alunos a pesquisar e adquirir novos conhecimentos. Além disso, o professor, sempre que necessário, cria "andaimes" para colaborar na aprendizagem, em um ambiente com vários recursos mediáticos. Estes passam a ser símbolos que ao serem internalizados criarão novas possibilidades de significados para cada aluno.

O emprego das NTIC na educação possibilita a criação de ambientes novos com estruturas flexíveis, abertas, integrando várias mídias e possibilitando a interação entre os participantes do processo. Mas o uso da tecnologia reforça a existência de um projeto educativo com definição de perfil de alunos, objetivos, parâmetros pedagógicos, conteúdo e avaliação dos conteúdos que serão ministrados, além de ajustes no decorrer do processo ensino-aprendizagem.

III. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A educação *on line* pode estar alicerçada nos fundamentos da teoria sócio-interacionista de Vigotsky, que postula que os processos psicológicos aparecem primeiro nas relações sociais, e que utilizam tanto os instrumentos físicos, que podem alterar o ambiente, como os psicológicos, que alteram as capacidades mentais; nos dois casos com o necessário apoio da linguagem verbal. Nesse sentido, a educação *on line* com o emprego das NTIC oferece as condições necessárias para que o processo de ensino-aprendizagem ocorra de modo eficiente e eficaz, mas, para que esse objetivo seja alcançado, há necessidade de que o curso seja estruturado com processos interativos que favoreçam a construção de um ambiente de conhecimento e colaboração entre os participantes, ambiente em que o professor possa orientar e acompanhar o aprendizado do aluno, ajustando a ajuda na construção de novos conhecimentos sempre que necessário.

O emprego das NTIC na educação por si só não substitui o professor, pelo contrário, integra-o em um outro conceito de curso que favorece a criação de uma aprendizagem para a autonomia, com participação ativa do aluno em seu próprio aprendizado. Embora o acompanhamento do aluno nesse processo não seja presencial, deve manter a sensibilidade e a afetividade necessárias aos relacionamentos humanos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAQUERO, R. As relações entre linguagem e pensamento. In: *Vygotsky e a aprendizagem escolar*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

BORGES, M. K.; FONTANA, K. B. *Interatividade na prática: a construção de um texto colaborativo, por alunos da educação a distância*. In: X Congresso Internacional de educação a distância. Porto Alegre, 2003. Em: http://www.abed.org.br/congresso2003. Acesso em maio 2004.

GARCIA, L. A. Formación a distancia para el nuevo milenio. ¿Cambios radicales o de procedimiento? In: *Virtual Educa* 27-29 jun, 2001,a. Em: http://www.virtual-educa.net/html/princip6.htm. Acesso em abril 2002.

_____.Educación a distancia: ayer y hoy. In: ENTONADO, F. B. *Sociedad de la información y educación,* 2001,b. Em: http://tecnologiaedu.us.es/bibliovir/pdf/soc_ed.pdf. Acesso em maio 2004.

MESTRES, M. M.; ONRUBIA, J. G. Desenvolvimento pessoal e educação. In: SALVADOR, C. C. et al. *Psicologia da educação*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1999.

ONRUBIA, J. Ensinar: criar zona de desenvolvimento proximal e nelas intervir. In: COLL, C. et al. *O construtivismo na sala de aula.* 5. ed. São Paulo: Ática, 1998, p. 123-151.

RATNER, C. *A psicologia sócio-histórica de Vygotsky*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

STEINER, V. J; SOUBERMAN, E. Posfácio. In: VYGOTSKY, L.A. *A formação social da mente*. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

SALVADOR, C. C. *Aprendizagem escolar e construção do conhecimento*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente*. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

Para contato com as autoras:

Siony da Silva
siony.silva@gmail.com

Maria Helena Palma de Oliveira
mhelenapalma@terra.com.br

MODERNIDADE, EDUCAÇÃO E GLOBALIZAÇÃO: ALGUMAS REFLEXÕES

Maria Cristina Palma Mungioli
Mestre em Educação pela Faculdade de Educação da USP
Doutoranda em Comunicação pela Escola de Comunicações e Artes da USP

O artigo discute, com base em algumas idéias fundadoras da Modernidade, as contradições e ambigüidades presentes em planos educacionais destinados à maior parte da população de países capitalistas sob processo de globalização. Tais planos educacionais são, em sua maioria, "sugeridos" por organismos internacionais de assessoria econômica e/ou de financiamento. Sob o véu do jargão "qualidade total" e do propalado "acesso amplo e irrestrito à educação", existem políticas educacionais públicas cujos objetivos nada têm de democráticos.

Palavras-chave: ***modernidade, globalização, educação, políticas educacionais, democracia, qualidade de ensino.***

From the perspective of Modernity founding ideas this article discusses the current contradictions and ambiguities of educational policies, intended for the majority of the people of capitalist countries under globalization process. Most of these educational policies are "suggested" by international organizations of economic consulting and/or financial funds. Under the slogans of "total quality" and "comprehensive access to education", there are public educational policies whose targets are not democratic.

Key words: ***modernity, globalization, education, educational policies, democracy, educational quality.***

"Não existe sujeição tão perfeita quanto aquela que conserva a aparência de liberdade."
Rousseau[1]

"Não é suficiente dizer aos cidadãos – sede bons: é preciso ensiná-los a ser."
Rousseau[2]

A procura de subsídios para discutir as relações de mercado que ora se introduzem de maneira clara e não mais escamoteada por discursos "politicamente corretos" em todos os países capitalistas, mesmo naqueles cuja tradição de qualidade e abrangência do sistema de ensino é incontestável, leva-nos a buscar no pensamento de Jean-Jacques Rousseau elementos importantes para nossa análise. Em nossa opinião, não basta constatarmos as mudanças no cenário econômico que permitem que tais discursos sejam enunciados, é preciso que consigamos compreender que caminhos foram percorridos para que discursos anteriormente ditos, provavelmente entre quatro paredes, ganhassem fôlego e se constituíssem em discursos públicos (e publicáveis) por organizações de alcance mundial.

Um desses discursos consta de

relatório publicado, em 1996, pela OCDE[3] sobre o qual Hirrt (2001) comenta que "*no documento publicado em 1996 pelos serviços de pesquisa da OCDE, Christian Morrison indicava com remarcável clareza e um cinismo cruel como os governantes deveriam cuidar disso* (demanda por mais vagas e qualidade). *Tendo passado em revista algumas opções impraticáveis, a ideologia desse organismo de reflexão estratégica do capitalismo mundial sugeria : ' Depois dessa descrição de medidas arriscadas, pode-se, por oposição, recomendar numerosas medidas que não criam qualquer dificuldade política. (...) Se as despesas com o funcionamento forem diminuídas, é preciso ficar atento para que não se diminua a quantidade de serviço, mesmo sob o risco de que com isso a qualidade baixe. Podem-se reduzir os créditos para funcionamento das escolas e das universidades, mas seria perigoso reduzir o número de alunos ou estudantes. As famílias reagirão violentamente diante da recusa de matrícula de seus filhos, mas não a uma baixa gradual da qualidade do ensino, e a escola pode progressiva e pontualmente obter uma contribuição (financeira) das famílias, ou suprimir uma atividade qualquer. Isso se faz pouco a pouco, numa escola, mas não no estabelecimento vizinho, de tal forma que se evite um descontentamento geral da população. ' "* (tradução nossa)

Percebem-se, no texto acima, indicações claras sobre como devem proceder as autoridades frente à eterna questão educacional: qualidade X quantidade. Para essa questão crucial, segundo esse relatório, há uma solução: deve-se fornecer ensino de baixa qualidade a muitos e de boa qualidade a poucos. Criando-se (ou mantendo-se), dessa forma, ilhas de excelência nas quais estudariam poucos que mereceram estar lá. Ou seja, acirram-se os mecanismos de competição social em busca de vagas nas melhores escolas. Assim, num processo de inversão de valores e expectativas, o problema da qualidade de ensino estaria resolvido, uma vez que o culpado pela sua exclusão (da boa escola) é o aluno (e a família) e não o sistema de ensino.

Obviamente, há diversas maneiras de se tentar compreender como discursos dessa natureza podem ser ditos com tanta naturalidade por uma organização que diz se preocupar com a democracia (e com a qualidade de vida das pessoas). O caminho que escolhemos para nossa análise passa pelas tortuosas trilhas percorridas pelo pensamento contraditório e ambíguo que fundou a Modernidade (período no qual o Capitalismo prospera e que engendra a Globalização) e, em boa parte, a idéia de Democracia com a qual vivemos hoje em dia.

Buscar uma definição para o que convencionamos denominar Modernidade constitui-se uma tarefa das mais difíceis e ingratas, pois se trata de um período recheado de contradições que se revelam tanto no plano teórico quanto no da concretude: progressos científicos e tecnológicos convivem com miséria (humana) e destruição do planeta; humanização das relações sociais e animalização dos homens; servidão e sonhos de liberdade.

No que concerne à Educação, a Modernidade constitui-se também como fonte de inquietude, de contradição, de legitimação de direitos e deveres civis, de obtenção de cidadania e de sua perda, de individuação e de nascimento grupal. São contradições imanentes da própria constituição da Modernidade e, portanto, insolúveis, porém discutíveis. É dentro desse mundo moldado pelo pensamento moderno que nasce a Pedagogia como ciência que busca controlar racionalmente as complexas variáveis que se inter-relacionam na formação do ser humano, não só nos seus aspectos cognitivos, mas também, e talvez principalmente, nos aspectos sociais. Certamente há diversas correntes pedagógicas que discutem abertamente o papel controlador e castrador das instituições escolares modernas, porém não cabe aqui discutirmos tais correntes. Nossa intenção é a de apenas esboçar algumas influências do pensamento moderno para a constituição dos

estudos pedagógicos (e por conseqüência das políticas educacionais) tais como eles se apresentam hoje para que possamos compreender alguns dos problemas que atualmente afligem os educadores preocupados com o papel social da escola numa acepção pluralista, subordinada o menos possível aos interesses dos governantes (e por que não dizer dos dirigentes de empresas/ organizações) que rejeitam a idéia de uma educação popular de qualidade.

Acreditamos que somente a compreensão das injunções que levaram à constituição do ser humano moderno, como indivíduo e ser social, permitirá uma análise das relações de poder que se apresentam no cenário econômico e político mundial e permitirá buscar um posicionamento crítico e conseqüente frente a essas transformações notadamente no campo da educação.

Quando se fala em Modernidade, o pensamento de Rousseau surge de maneira vigorosa e central. Berman (1986:17) considera a voz desse filósofo como arquetípica da primeira fase da Modernidade, pois "*(...) é ele a matriz de algumas das mais vitais tradições modernas, do devaneio nostálgico à auto-especulação psicanalítica e à democracia participativa*".

No que se refere à Educação, a contribuição do pensamento de Rousseau é extremamente importante, seja em textos de caráter claramente educativos, como *Emílio,* seja em textos filosóficos, como *O contrato social.* O papel de Rousseau é tão importante para a Educação que geralmente ele é considerado o "pai" da pedagogia contemporânea. Descrito muitas vezes como alguém perturbado e que ouvia vozes, Rousseau sintetiza a ambigüidade e o dinamismo que são característicos do pensamento moderno, sobretudo no que se refere à Educação. O filósofo genebrino opera uma verdadeira revolução pedagógica ao colocar no centro da sua teorização a criança, e ao opor-se a todas as idéias educativas vigentes. Encontram-se presentes em Rousseau duas questões caras ao pensamento moderno: o indivíduo como elemento central e catalisador para o qual devem afluir as atenções da sociedade (como se prescreve em *Emílio*) e o ser social que deve seguir normas para que a vivência em sociedade seja possível e cuja socialização é regulada pelo Estado (como é prescrito em *O Contrato social*). São esses os dois motores que regularão as correntes pedagógicas que ganharão corpo no período moderno. Embora esses modelos possam parecer conflitantes, uma análise mais profunda permitirá compreender os caminhos alternativos e complementares de que se constituem.

Tal qual tudo que ocorre na Modernidade, o pensamento de Rousseau sobre a Educação é multifacetado e aberto a diversas formas de análise e compreensão. Seu legado para a Educação tem sido analisado nos últimos tempos como dois modelos educativos bem diferenciados entre si e, às vezes, até mesmo opostos. O primeiro tem como base as prescrições feitas em *Emílio.* Trata-se de um modelo de educação natural e libertária que privilegia a formação do homem. Já o segundo modelo é construído sobre as bases de uma educação social e política, desenvolvida pelo Estado e ligada mais ao princípio da conformação social do que ao da liberdade. Essa dicotomia marca de forma indelével todo pensamento pedagógico contemporâneo: privilegiar a formação do indivíduo ou a conformação deste ao plano social que o envolve. São questões até hoje insolúveis como tantas outras postas em destaque pelo pensamento moderno.

Dessa forma, a oposição, ou ainda, a possibilidade de ser duas ou mais coisas ao mesmo tempo são características básicas e fundadoras da mentalidade moderna e, por conseguinte, do ser humano moderno. Assim, o homem moderno guia-se pelo ideal de liberdade, mas ao mesmo tempo deve se conformar às regras sociais. "(...) *Trata-se de uma antinomia, de uma oposição fundamental que marca a história da Modernidade, faz dela um processo dramático e inconcluso, dilacerado e*

dinâmico em seu próprio interior, e, portanto, problemático e aberto". (Cambi 1999: 200)

Em termos gerais, a educação na Modernidade caracteriza-se pela laicização do ensino, pela universalização do acesso à educação (tarefa ainda inconclusa em países em desenvolvimento), pela criação de sistemas nacionais de educação controlados pelos governos, por controles governamentais referentes à avaliação dos alunos e professores, pela defesa de princípios que pretendem salvaguardar a individualidade e a igualdade entre seus alunos e, ao mesmo tempo, proteger o grupo social e promover a educação de modo que os educandos se amoldem à sociedade, aos processos e aos ditames determinados pela sociedade, de maneira a que prossigam o caminho da Humanidade em direção ao "progresso". Além disso, deve-se ainda destacar que a escola tem-se constituído ao longo dos séculos numa das principais instâncias reguladoras das relações sociais e da manutenção do *status quo* e de fornecimento de mão-de-obra preparada e dócil para as diversas funções que devem ser preenchidas dentro da indústria, do comércio e do serviço público. Faz parte desse movimento a constituição de programas e currículos que visavam (e visam) à formação profissional.

Mais recentemente, com o enfraquecimento do Estado-nação e o formidável fortalecimento das corporações, ocorrido principalmente após a II Guerra Mundial, pode-se perceber nas políticas governamentais destinadas à Educação uma mudança bastante acentuada no que diz respeito à formação educacional de grandes contingentes populacionais. Em países europeus centrais como França, Bélgica e Inglaterra, cujos problemas educacionais são de pequena magnitude (se comparados aos dos países em desenvolvimento), vozes inflamadas preocupadas com os rumos que a Globalização tem imposto aos sistemas educacionais nacionais têm se levantado e alertado a população, por meio de publicações e debates, sobre os perigos que rondam a Educação. Perigos como rebaixamento da qualidade de ensino (em todos os níveis)[4], baixos investimentos em educação, desregulamentação, maior atenção à educação básica[5]. O investimento em educação básica se sustenta na estrutura econômica e não na humanitária (como melhores condições de vida)[6].

No Brasil, o discurso sobre maiores dotações financeiras para a Educação Básica em detrimento dos recursos destinados ao Ensino Superior tem sido freqüente e forte. Em nossa opinião, é preciso cautela com relação a esse tipo de solução. Não somos contra a idéia de que a educação básica mereça atendimento prioritário por parte do governo, porém nos soa como uma espécie de canto de sereias o discurso aparentemente "social e igualitário" de empresários sobre a necessidade de se deixar o nível superior a cargo da iniciativa privada para que o governo possa se ocupar com mais atenção das necessidades básicas de educação da maioria da população. São inúmeros os artigos publicados "displicentemente" na grande imprensa abordando as "vantagens" de o governo federal investir menos no nível superior.

Os planos nacionais de reformulação da educação, tanto dos países desenvolvidos[7] quanto os dos países em desenvolvimento, dizem praticamente as mesmas coisas com relação à adaptação dos currículos às necessidades das empresas, à participação da família (principalmente financeira ou por meio de serviços); ao aprimoramento de testes que comprovem os níveis de aprendizagem, bem como que controlem os saberes e os fazeres docentes. Pode-se perceber nesse "pacote" uma série de implicações que reafirmam a idéia de preparação do aluno para o mundo do trabalho e não para a vida. Porém, a principal vítima dessa forma de pensar e agir é a escola (e os educadores), uma vez que ela é atingida naquilo que tinha de mais utópico: na crença na possibilidade de propagar o conhecimento independentemente de qualquer conotação e na possibilidade de promover a mobilidade e

a justiça social.[8]

As tentativas de simplificar currículos e de facilitar a concessão de diplomas que para nada servem ou a freqüência a cursos que nada acrescentam de significativo à formação do indivíduo são vistas, por educadores preocupados com os rumos da educação no cenário da globalização, como formas de fazer com que a escola participe de maneira clara da formação de uma mão-de-obra menos qualificada e mais subserviente aos ditames do mercado. É dentro desse contexto que são propostos cursos superiores de curta duração (dois anos), cujos programas contêm somente disciplinas específicas e que prometem ao egresso uma rápida e "exitosa" inserção no "competitivo" mercado de trabalho. Tais cursos são uma resposta imediata às demandas do mercado de trabalho.

Numa perspectiva futura de mercado, talvez até esses cursos contenham informações "demais" para os tipos de postos de trabalho que serão abertos nos próximos anos, pois haverá um crescimento explosivo dos postos de trabalho que requerem pouca qualificação. Pesquisas realizadas nos Estados Unidos e citadas por Hirrt (2001) dão conta de que os empregos que mais crescerão (nos próximos vinte anos) são os de faxineiros, acompanhantes, vendedores, caixas e garçons. O único emprego com algum componente tecnológico, o de mecânico, aparece em vigésimo (e último) lugar em tais pesquisas. Embora seja quase um lugar-comum se afirmar que os postos de trabalho ocupados por engenheiros e por profissionais ligados às tecnologias da informação e da comunicação sofrerão um crescimento vertiginoso, isso não acontecerá, pois as tecnologias de ponta demandam cada vez menos especialistas. O crescimento dessas profissões deverá ser alto em porcentagem, mas não em quantidade. Trata-se, assim, de um discurso que justifica a busca de uma formação cada vez mais complexa (em quantidade de certificados, diplomas) por um número cada vez maior de jovens e adultos, mas que, na verdade, mascara alguns outros fundamentos caros ao capitalismo (excesso de mão-de-obra gera baixa salarial; além disso, a indústria de diplomas propicia a criação e expansão de empresas ligadas à Educação). É dentro desse contexto que temos visto surgir, nos classificados de empregos de jornais, a exigência de nível universitário para os postos de trabalho cujos ocupantes não necessitariam dessa formação (por exemplo, para o de vendedor de eletrodomésticos).

Dessa forma, percebemos que o sistema escolar vem-se adaptando de maneira rápida e "coerente" às exigências do mercado de trabalho. Hirrt (2001) afirma que na Europa já se assiste a uma demanda menor por cursos de nível superior, mesmo em países em que esses cursos são gratuitos. Esse fato já pode ser visto como uma resposta da sociedade ao desemprego que atinge a camada da população detentora de diplomas superiores. Um economista, alinhado com a perspectiva de que o mercado deve regular tudo, talvez dissesse: viram como o mercado domesticou a demanda!

Outro aspecto importante que se deve assinalar, com respeito a essa "regulação salutar" imposta pelo mercado, é a questão do discurso que justifica o sucesso de alguns e o insucesso de muitos: o mérito, a dedicação. Enfim, a individualidade levada a extremos e que justifica todos os tipos de injustiça social, pois desse ponto de vista as pessoas obtêm sucesso por méritos próprios (quase por "dom divino", ultimamente neodarwinistas falam até em características transmitidas pelo DNA) e as que não obtêm não o mereceram (pois foram incapazes ou preguiçosas).

Por meio desses discursos, o fracasso escolar e profissional desloca-se assim da esfera social para a esfera privada, individual. É esse individualismo, associado ao que se convencionou chamar de meritocracia, que justifica a falta de apoio que as pessoas que lutam por melhores condições para alunos das escolas públicas nos Estados Unidos vêm enfrentando[9]. Quem pode pagar ou escolher uma escola pública melhor (mesmo que distante) não se importa com o que acontece

com as escolas públicas em geral (vítimas de políticas educacionais baseadas nos cortes de verbas). O pensamento que justifica essa situação é o seguinte: "se eu posso pagar uma escola melhor para meu filho ou levá-lo a uma escola pública melhor, ele terá maiores oportunidades de sucesso, principalmente se houver menos concorrentes; portanto, não me preocupo com o problema dos poucos recursos alocados para a educação pública". Vemos aqui a emergência exacerbada de dois dos fatores fundadores da Modernidade: a liberdade e a individualidade.

No Brasil, tem-se vinculado fortemente as mudanças dos programas curriculares, dos modelos de avaliação e dos próprios fins da educação à ingerência de organismos internacionais nos assuntos educacionais nacionais. Aqui, como em outros países em desenvolvimento, essa intervenção se processa de forma bastante clara quando a aprovação de empréstimos fica condicionada a "sugestões" de mudanças estruturais no sistema de ensino; o Banco Mundial arroga para si o papel de principal conselheiro dos países que recebem ajuda financeira[10]. Porém, o modelo educacional proposto pelo banco baseia-se, sobretudo, em conceitos econômicos dificilmente adaptáveis à realidade educacional e a suas peculiaridades. *Slogans* empresariais[11] e econômicos de fácil assimilação por grande parte da população começam a fazer parte do vocabulário pedagógico sem que os professores se dêem conta de suas implicações conjunturais e estruturais. Assim é que expressões como "flexibilização", "qualidade total", "aprender a aprender" (e até mesmo "desregulamentação") passam a fazer parte de inúmeras publicações educacionais que transformam o mercado editorial dedicado à pedagogia num imenso filão financeiro, mas que, na realidade, pouco contribuem para a melhoria da qualidade de ensino, uma vez que assentam sobre teorias e procedimentos alheios ao processo educacional.

As duas frases de Rousseau que escolhemos como epígrafe para este texto são bem a medida da antinomia presente no pensamento moderno, pois grande parte da aceitação desse estado de coisas aparentemente contraditório encontra suporte em dois dos eixos fundadores da mentalidade do homem moderno: a liberdade individual e a sua conformação ao contrato social existente. Nossa sociedade baseia-se em direitos e deveres individuais e sociais que, em grande medida, são influenciados e até mesmo definidos pelo sistema de produção que se tornou civilizatório e que os viu nascer e crescer: o Capitalismo[12].

Diante do quadro aqui traçado que demonstra, em relação à Educação, a força e a voracidade da mais nova filha desse sistema, a Globalização, é importante que educadores e pessoas interessadas na qualidade da educação estejam atentas às manobras feitas pelos representantes do *status quo* no sentido de rebaixar (ainda mais) a qualidade do ensino, bem como de relegar o ensino ao *status* de simples mercadoria e, principalmente, de continuar tratando a educação como forma de se conseguir mais valor agregado. Para se lutar contra essa situação, é necessário que os educadores se manifestem claramente a esse respeito e exijam dos governos um posicionamento sério com relação às "reformas necessárias" para se adequar "à nova ordem mundial". Além disso, os cursos de formação de professores devem também fazer seu papel no que diz respeito a tentar desvendar alguns conceitos e algumas práticas aparentemente inocentes usadas com finalidades pedagógicas, mas que dissimulam uma expropriação ainda maior dos bens culturais de grande parte da população. Certamente, sabemos que os Estados pouco podem diante do poderio das corporações, porém sempre haverá uma certa negociação entre os poderosos, pelo menos é o que esperamos.

NOTAS

[1] *Emílio* apud Franco CAMBI – História da Pedagogia, p. 352.

[2] Citado por Gilda Naécia Maciel Barros, in *Rousseau e a questão da cidadania.*

[3] A sigla OCDE refere-se à Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Econômicos. A entidade agrupa trinta países membros, todos praticantes da democracia e da economia de mercado. Conforme site http://www.oecd.org/. Acesso em 12.11.04. (tradução nossa)

[4] Cf. Dany-Robert DUFOUR. La fabrique de l'enfant 'post-moderne' – Malaise dans l'éducation, *Le Monde Diplomatique*, nov. 2001, p. 10-11.

[5] Cf. Rosa Maria Torres. Melhorar a qualidade da educação básica? As estratégias do Banco Mundial (In: *O Banco Mundial e as políticas educacionais*, p. 131-132).

[6] Cf. FISCHMAN, Gustavo. Repensando a docência: jogando com o bom o mau e o ambíguo. In: Silva – Luiz H. da (org.). *A escola cidadã no contexto da globalização.*

[7] Cf. Stephen J. BALL. Cidadania Global, consumo e política Educacional. In: SILVA, Luiz Heron da (org.). *A escola cidadã no contexto da globalização,* p. 126.

[8] Cf. Ricardo Petrella. L'enseignement pris em otage – Cinq piéges tendus à l'éducation. *Le monde diplomatique*. Paris, out. 2000.

[9] Cf. Peter McLaren: Traumas do capital: pedagogia, política e práxis no mercado global. In: Silva, Luiz Heron da (org.). *Escola cidadã no contexto da globalização.*

[10] Cf. José Luis Coraggio, Propostas do Banco Mundial para a educação: sentido oculto ou problemas de concepção? In *O Banco Mundial e as políticas educacionais*, p. 75.

[11] Stephen J. BALL. Cidadania global, consumo e política educacional. In: SILVA, Luiz Heron (org.). *A escola cidadã no contexto da globalização,* p. 126. "Na verdade, o documento da União Européia sobre educação e treinamento, *Towards the learning society* (Union, 1995), anuncia "*o fim da discussão sobre princípios educacionais" (p.22). Conceitos como "a sociedade de aprendizagem", "economia baseada no conhecimento", etc., são potentes* slogans *de política pública no interior desse aparente consenso. Eles simbolizam a crescente colonização da política educacional pelos imperativos da economia.*"

[12] Octavio Ianni, *A Era do Globalismo*, p. 56-57: "(...) o capitalismo, visto como processo civilizatório, invade, conquista, assimila, desafia, recobre, convive, acomoda-se ou mesmo recria as mais diversas formas de vida e trabalho, em todos os cantos do mundo. Um processo histórico de amplas proporções que já se desenvolvida irregularmente com o mercantilismo, colonialismo e imperialismo (sempre atravessados pela acumulação originária) alcança intensidade e generalidade excepcionais no limiar do século XXI".

REFERÊNCIAS BILIOGRÁFICAS

BALL, Stephen J. Cidadania global, consumo e política educacional. In: SILVA, Luiz Heron da (org.) *A escola cidadã no contexto da globalização* Petrópolis: Vozes, 2001.

BARROS, Gilda N. Maciel. *Rousseau e a questão da cidadania.* Em www.hottopos.com.br. Acesso em 20.12.02.

BERMAN, Marshall. *Tudo que é sólido desmancha no ar:* a aventura da modernidade. São Paulo: Cia. Das Letras, 1986.

CAMBI, Franco. *História da pedagogia*. São Paulo: UNESP, 1999.

CORAGGIO, José L. Propostas do Banco Mundial para a educação: sentido oculto ou problemas de concepção? In: DE TOMMASI, L.; WARDE, M.J.; HADDAD, S. (org.).- *O Banco Mundial e as políticas educacionais.* São Paulo: Cortez, 2000.

DE TOMMASI, L. & WARDE, M.J. & HADDAD, S. (Org.).- *O Banco Mundial e as políticas educacionais.* São Paulo: Cortez, 2000.

DUFOUR, Danny-Robert. La fabrique de l'enfant « post-moderne »: malaise dans l'éducation. *Le Monde Diplomatique*, Paris, nov. 2001.

FISCHMAN, Gustavo - Repensando a docência: jogando com o bom o mau e o ambíguo. In: SILVA, Luiz Heron da (org.). *A escola cidadã no contexto da globalização.* Petrópolis: Vozes, 2001.

HIRRT, Nico. Les trois axes de la merchandisation scolaire (texto apresentado no Fórum Mundial da Educação realizado em Porto Alegre em 2001). *Études marxistes* nº 56, Bruxelas, nov. 2001 (disponível em www.users.be/aped/fiches/F0073.html - acessado em 10.11.2002).

IANNI, Octavio. *A era do globalismo.* Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2001.

MACLAREN, Peter. Traumas do capital: pegagogia, política e práxis no mercado global. In: SILVA, Luiz Heron da (org.) *A escola cidadã no contexto da globalização.* Petrópolis: Vozes, 2001.

PETRELLA, Ricardo - L'enseignement pris em otage – cinq piéges tendus à l'éducation. *Le monde diplomatique,* Paris, out. 2000.

ROUSSEAU, Jean-Jacques. *Os pensadores - Rousseau.* Vol. 1. São Paulo: Nova Cultural, 1999.

SILVA, Luiz Heron da (org.). *A escola cidadã no contexto da globalização.* Petrópolis: Vozes, 2001.

TORRES, Rosa Maria. Melhorar a qualidade da educação básica? As estratégias do Banco Mundial. In: DE TOMMASI, L.; WARDE, M.J.; HADDAD, S. (org.) - *O Banco Mundial e as políticas educacionais.* São Paulo: Cortez, 2000.

Para contato com a autora:
cmungiol@terra.com.br

PERFIL DOS PROFESSORES DE FÍSICA DO ENSINO MÉDIO EM SÃO PAULO

Ricardo Roberto Plaza Teixeira
Doutor em Ciências pelo Instituto de Física da USP
Professor do CEFET-SP e da PUC-SP

Modesto Pantaleo Júnior
Aluno do curso de Licenciatura em Física do CEFET-SP

Bruno Henrique Golfette
Aluno do curso de Física Biológica da UNESP de São José do Rio Preto

Este artigo apresenta dados estatísticos sobre os professores de Física do estado de São Paulo, suas atividades, interesses e opiniões, sua formação acadêmica, sua história profissional e seu perfil sócio-econômico. São apresentadas também respostas a perguntas abertas nas quais os próprios professores argumentam sobre diferentes tópicos.

Palavras-chave: ensino de física, cultura, dados estatísticos, perfil sócio-econômico.

This article presents statistical data about teachers of Physics in the State of São Paulo, their activities, interests, and opinions, their professional background and socioeconomic profile. We also present answers to open questions where the teachers argue about different topics.

Key words: physics education, culture, statistical data, socioeconomic profile.

1. INTRODUÇÃO

O ensino de Física foi sempre visto como um dos mais dogmáticos dentre todas as disciplinas, predominando uma concepção tradicional de educação que muitas vezes não é capaz de motivar os alunos em seu aprendizado. Este trabalho tem como objetivo principal analisar tais afirmações e suas prováveis causas. Para entender como ocorre efetivamente o processo de ensino-aprendizagem de física, procurou-se estudar o professor de Física e a sua formação, já que esta última tem um papel fundamental para o desenvolvimento das potencialidades dos alunos.

Por meio de um questionário de autopreenchimento, identificou-se o perfil sócio-econômico dos professores de Física, atuantes nas redes pública e privada de ensino médio, suas opiniões, atividades pessoais e profissionais, percepções, necessidades, expectativas, hábitos e atitudes. Informações foram coletadas para subsidiar um estudo quantitativo e qualitativo representativo da população de professores estudada.

2. METODOLOGIA

Este trabalho foi realizado tomando como bases cinco frentes de pesquisa, que visavam detalhar a vida do professor, dentro e fora de sala de aula. A primeira frente de trabalho tinha, como objetivo, levantar informações gerais sobre os professores pesquisados, tais como: sexo; idade; estado civil; número de filhos; classe social; etnia; religião; escolaridade dos pais; profissão dos pais; artigos e recursos tecnológicos que possui e utiliza (computador, dvd, celular, internet; canais de tv por assinatura, etc).

Foram analisados também neste tópico os meios de transporte que os pesquisados utilizam para se locomover. Na segunda frente de trabalho, foram elaboradas questões capazes de avaliar as atividades, os interesses e as opiniões comuns aos professores de Física, tais como: interesse por línguas estrangeiras e informática; jornais que assinam e/ou lêem periodicamente; revistas acadêmicas que assinam e/ou lêem periodicamente; revistas convencionais que assinam e/ou lêem periodicamente; meios que utilizam para se manter atualizados em Física e em Educação; viagens internacionais realizadas, assim como seus respectivos motivos (por lazer, visita a familiares e/ou passeio); freqüência com que costumam ir ao teatro e ao cinema; freqüência com a qual costumam ler livros acadêmicos e livros comuns; interesses por filiações a instituições acadêmicas e/ou sindicais. Na terceira frente de trabalho foi analisada a formação escolar e acadêmica dos professores pertencentes à amostra pesquisada, colhendo-se informações sobre o tipo de instituição onde concluiu os ensinos fundamental e médio e onde concluiu ou concluirá o ensino superior, a natureza desta formação (licenciatura e/ou bacharelado), o interesse pela continuidade nos estudos (por meio de mestrado, doutorado e também por cursos de especialização e aperfeiçoamento). A quarta frente de pesquisa analisou o trabalho que vem sendo realizado em sala de aula pelos professores que foram questionados sobre temas que abordam em sala de aula; tipos de instituições em que lecionam; períodos do dia nos quais lecionam; quantidade de aulas que ministram; tempo médio de duração das aulas; recursos didáticos que utilizam e que gostariam de utilizar; grau de satisfação – e suas respectivas razões – com a profissão de educador; atuação em outros cargos também relacionados à profissão de educador (diretor, coordenador, orientador, etc.). Os professores também foram questionados sobre a realização de atividades profissionais remuneradas e não vinculadas à educação.

Inicialmente o trabalho seria realizado apenas com essas quatro áreas de abordagens descritas, mas foi elaborada uma quinta frente, com um caráter qualitativo: suas análises foram feitas por meio de tabulações de questões abertas e relevantes para o ensino de física, para as quais os professores podiam desenvolver livremente suas respostas.

Dessa forma foi elaborado um questionário, composto de cinqüenta questões. Para a sua elaboração foram pesquisados modelos de outros questionários, aplicados também na área da educação. Algumas questões seguiam critérios mais técnicos de pesquisas estatísticas, obtidos por meio de consultas a instituições como o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e a ABIPEME (Associação Brasileira de Pesquisa de Mercado).

Tendo posse dos questionários, deu-se início à aplicação dos mesmos. Foram tomados certos cuidados, de forma a diversificar ao máximo a amostra de professores, distribuindo-os pelas diferentes zonas da cidade de São Paulo (Central, Norte, Sul, Leste e Oeste) e também por alguns municípios próximos.

Apesar de o objetivo incial ter sido atingir um número representativo de escolas, em busca dos professores de Física, a quantidade de questionários preenchidos foi muito baixa, pela dificuldade de acesso a esses profissionais. Para contornar este problema, este questionário foi aplicado, simultaneamente, na porta de quatro colégios, onde estavam sendo realizadas provas para o Concurso Público para Professores do Estado (PEB II), no dia 9 de outubro de 2003, totalizando – com os outros – um total de sessenta questionários preenchidos.

Com essa amostra de sessenta questionários em mãos, deu-se início à tabulação e à análise desses dados, e para isso foi utilizado o SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) como *software* para inserção e análise estatística dos dados no que diz respeito à análise das questões fechadas, referentes às quatro primeiras frentes de pesquisa (questionário com as questões

fechadas). Na tabulação das questões abertas, foram totalizadas as quantidades de menções específicas feitas pelos professores no desenvolvimento de suas respostas e o tratamento estatístico desses dados foi realizado usando o *software* Excell.

3. ANÁLISE DOS DADOS

PERFIL

A amostra de nossa pesquisa constou de 60 professores que lecionam a disciplina de Física em colégios públicos e privados de São Paulo. Encontramos um número bem superior de pessoas do sexo masculino (cerca de 83% do total da amostra), fato que demonstra um maior interesse por parte dos homens em lecionar tal disciplina. Este fato pode ser também observado no perfil dos candidatos ao vestibular do curso de Licenciatura em Física do CEFET-SP. Para o vestibular realizado em dezembro de 2004, cerca de três quartos do total de candidatos eram homens, contra um quarto de mulheres. Esta proporção de mulheres vai ficando menor conforme as turmas vão avançando ao longo do curso.

Sexo dos pesquisados	
Masculino	83%
Feminino	17%

Analisando a amostra por faixa etária, é possível notar que existe um número maior de pessoas em idades consideradas jovens: 45% dos pesquisados estão na faixa etária de 20 a 35 anos, enquanto aproximadamente 23% estão no que podemos denominar como meia idade – entre 36 e 45 anos – e aproximadamente um terço desta amostra, cerca de 32%, se encontra em uma idade mais madura entre 46 e 60 anos. Isso possivelmente retrata um interesse crescente dos jovens pelo ensino de Física no Brasil.

Faixa etária dos pesquisados	
Entre 20 e 35 anos	45%
Entre 36 e 45 anos	23%
Entre 46 e 60 anos	32%

Quando questionados sobre a sua etnia, 69% dos professores se consideram brancos, 13% declaram-se pardos, 11% amarelos (orientais) e 7% disseram-se negros. É possível perceber que há um certo número relevante de professores negros ou pardos (apesar de esta proporção de cerca de 20% não atingir a proporção de pardos e negros de toda a população do estado de São Paulo), confirmando a evidência já observada em outros trabalhos de que os cursos de licenciatura propiciam uma possibilidade de ascensão social para brasileiros afrodescendentes.

Etnia/Raça dos pesquisados	
Brancos	69%
Pardos	13%
Negros	7%
Amarelos	11%

Dos professores entrevistados 63% afirmam que são os chefes de suas famílias. Com relação ao estado civil, 55% afirmaram ser casados, enquanto 27% dos professores disseram ser solteiros e outros 14% são divorciados.

Estado Civil dos pesquisados	
Solteiros	27%
Casados	55%
Divorciados	14%
Outros	4%

Dos professores pesquisados 59% têm filhos, dos quais 20% têm apenas um filho, 46% possuem dois filhos, 31% têm três filhos e 3% afirmaram ter quatro ou mais filhos.

Professores que já são pais	
Sim	59%
Não	41%

Sobre a escolaridade dos pais dos professores pesquisados, 39% destes pais possuem o ensino fundamental incompleto, 15% possuem o ensino fundamental completo, 9% têm o ensino médio incompleto, 18% têm o ensino médio concluído, 9% possuem o curso superior incompleto e a mesma porcentagem de 9% já concluiu um curso superior na sua totalidade. Quando foram perguntados sobre a escolaridade de suas mães, verificou-se que 26% delas possuíam o ensino fundamental incompleto, 19% têm o ensino fundamental completo, 9% têm o ensino médio incompleto, 23% concluíram o ensino médio, 4% cursaram o superior incompleto e 19% já concluíram um curso superior. Isto reforça a idéia de que a graduação foi uma ascensão educacional em relação à formação de seus pais.

Escolaridade dos pais		
	Pai	M„e
Fundamental incompleto	39%	26%
Fundamental completo	15%	19%
Médio incompleto	9%	9%
Médio completo	18%	23%
Superior incompleto	9%	4%
Superior completo	9%	19%

Outro item pesquisado disse respeito à classe social à qual pertencem tais professores. Para isto foram utilizados os critérios da ABIPEME Brasil – Associação Brasileira de Pesquisa de Mercado –, que toma como base itens e quantidades de certos bens, objetos, cômodos, serviços e também o grau de escolaridade do chefe da família para atribuir uma determinada pontuação que determina a classe social de um indivíduo. Sobre isso, apenas 2% pertencem à classe mais alta, denominada A1 (com 30 ou mais pontos segundo o critério da ABIPEME), 22% na classe A2 (tendo entre 25 e 29 pontos), 22% pertencem à classe B1 (entre 21 e 24 pontos), 34% se enquadraram na classe B2 (entre 17 e 20 pontos), 14% são da classe C (entre 11 e 16 pontos), 6% pertencem à classe D (entre 6 e 10 pontos).

Classes sociais às quais os pesquisados pertencem	
A1	2%
A2	22%
B1	22%
B2	34%
C	14%
D	6%

No que diz respeito ao grau de satisfação com a profissão de educador, a amostra se dividiu da seguinte forma: 9% se consideram insatisfeitos com essa profissão, 48% se consideram pouco satisfeitos e 43% se consideram muito satisfeitos.

Satisfação com a profissão de educador	
Insatisfeito	9%
Pouco satisfeito	48%
Muito satisfeito	43%

Ainda a respeito da sua profissionalização, 32% disseram exercer outras atividades remuneradas. Com certeza tal percentual está relacionado à quantidade de professores insatisfeita ou pouco satisfeita com a profissão de educador: um total considerável de 57%. Com certeza motivações de ordem financeira explicam tal percentual expressivo, se considerarmos as suas conseqüências pedagógicas.

Exercem outras atividades remuneradas	
Sim	32%
Não	68%

No que diz respeito ao tipo de instituição em que trabalham, 72% dos professores pesquisados lecionam em escolas públicas, 52% em escolas particulares e 7% em outros tipos de instituições. Como podemos perceber, somando as três porcentagens, há um número expressivo de professores que cumprem dupla jornada de trabalho.

Tipo de instituição nas quais lecionam	
Escolas Públicas	72%
Escolas Particulares	52%
Outras instituições	7%

Quanto ao período do dia em que trabalham, 72% afirmaram trabalhar no período matutino, 52% no vespertino e 57% no noturno – quando teoricamente existem mais aulas, pois grande parte das turmas de ensino médio das escolas estaduais está concentrada no período noturno. Paradoxalmente, o percentual de professores que afirmam trabalhar no matutino é maior (72%).

Período do dia em que lecionam	
Matutino	72%
Vespertino	52%
Noturno	57%

Quando os professores foram questionados quanto ao meio de locomoção que usam no seu dia-a-dia, o carro apareceu como sendo o meio de transporte mais utilizado, com 71%; o serviço de ônibus/ lotação foi o segundo mais utilizado, com 39%; e, na seqüência, 24% disseram utilizar metrô; 15% vão a pé para o trabalho; 5% utilizam a carona como meio de transporte; 5% dos professores valem-se de moto; 3% utilizam trem e 2% utilizam bicicleta.

Meios de transporte que utilizam para se locomover	
Carro	71%
Ônibus / Lotação	39%
Metrô	24%
A pé	15%
Carona	5%
Moto	5%
Trem	3%
Bicicleta	2%

Com relação ao item religião, a maioria dos professores pesquisados, isso é, 51% consideram-se católicos, 19% afirmaram ser evangélicos ou protestantes, 17% são espíritas, 8% professam outras religiões não listadas ou não possuem religião, 3% se disseram ateus (não acreditam na existência de um Deus) e 2% afirmaram acreditar no

budismo. Estes dados refletem o crescimento das religiões evangélicas no Brasil durante os últimos 20 anos, crescimento esse que ocorreu principalmente nas classes mais populares e que, como mostra a nossa pesquisa, alterou também o perfil religioso do professorado.

Religião dos pesquisados	
Católicos	51%
Evangélicos/Protestantes	19%
Espíritas	17%
Ateus	3%
Budistas	2%
Outras	8%

Ao realizar a análise quantitativa sobre os níveis de formação dos pesquisados, notou-se que um número expressivo de 70% dos professores pesquisados concluiu o ensino fundamental (antigo 1º grau) em escolas públicas.

Concluiu o Ensino Fundamental	
Em Escola Pública	70%
Em Escola Particular	30%

Quanto a sua formação no Ensino Médio, 43% afirmaram que fizeram um curso regular de ensino médio – de três anos e sem profissionalização – em escolas públicas, e 25% fizeram um curso regular de ensino médio em escolas particulares; dentre os restantes, 23% fizeram um curso técnico de 2º grau, 7% fizeram um curso supletivo e 2% fizeram magistério.

Tipo de instituição onde concluíram o Ensino Médio	
Ensino regular em escola pública	43%
Ensino regular em escola particular	25%
Curso técnico	23%
Supletivo	7%
Magistério	2%

Esse perfil se altera quando se analisa a formação acadêmica de ensino superior, já que expressivos 58% dos entrevistados concluíram seus estudos em faculdades ou universidades particulares.

Concluiu o Ensino Superior	
Em Faculdade / Universidade Pública	42%
Em Faculdade / Universidade Particular	58%

Um outro aspecto importante que se deve salientar é o fato de que apenas 50% dos professores de Física concluíram ou concluirão o curso de Licenciatura em Física, o curso específico e adequado para o ensino de tal ciência. Entre os outros cursos citados destaca-se a grande parcela de professores (cerca de 34%) que cursam ou cursaram uma faculdade de Matemática, área das ciências exatas que possui certa afinidade com a Física, pois atua em muitos casos como uma ferramenta para esta última. Cerca de 5% dos professores afirmaram que concluíram ou concluirão a graduação em Química, 7% estudam ou estudaram Engenharia ou Arquitetura, enquanto 2% possuem formação de bacharelado em Física.

Cursos superiores que concluíram ou concluirão	
Licenciatura em Física	50%
Bacharelado em Física	2%
Lic. E/ou Bach. em Matemática	34%
Lic. e/ou Bach. em Química	5%
Engenharia / Arquitetura	7%
Outros	2%

Com estes dados é possível verificar um despreparo por parte dos profissionais atuantes no ensino de Física, pois apenas metade da amostra pesquisada fez um curso de Licenciatura em Física, fator que pode desmotivar o aprendizado dos alunos e a própria atividade docente do professor. Um dado relevante e positivo é que entre os formados ou formandos em todas as áreas citadas nesta pesquisa, 74% possuem uma formação específica em licenciatura, isso é, voltada para o ensino (de Física, Matemática ou Química), 10% possuem apenas o Bacharelado e 16% possuem ambos os cursos (Licenciatura e Bacharelado).

Titulação que obtiveram na graduação	
Licenciatura	73%
Bacharelado	11%
Licenciatura e bacharelado	16%

ATIVIDADES, INTERESSES E OPINIÕES

No que diz respeito às atividades fora da sala de aula, o cinema pode ser destacado como a grande forma de diversão dos professores de física: aproximadamente 42% dos entrevistados afirmam ir ao cinema pelo uma vez por mês, 35% vão eventualmente ao cinema, 10% da amostra pesquisada não têm o hábito de freqüentar cinemas, 8% vão pelo menos uma vez por semana e 5% dos professores vão uma vez a cada dois meses.

O teatro é uma forma de diversão bem menos utilizada pelos professores, aproximadamente 47% dos pesquisados afirmaram freqüentar teatros de forma esporádica, 27% não costumam assistir a peças de teatro, 15% vão pelo menos uma vez por mês e 12% vão em média uma vez a cada dois meses.

A leitura se apresentou como uma das áreas de interesse de uma parcela dos professores, tanto no que diz respeito a livros acadêmicos/técnicos (sobre ciência ou educação), como no que diz respeito a livros convencionais/não-técnicos (romances, biografias, etc). Cerca de 55% dos professores consultados disseram ler até 3 livros técnicos por ano, 25% lêem de 4 a 9 livros técnicos por ano e 20% afirmam ler 10 ou mais dessas obras por ano. Quanto a livros não-técnicos, 68% afirmam ler até 3 por ano, 22% lêem de 4 a 9 por ano e aproximadamente 10% da amostra diz ler 10 ou mais livros anualmente. Ainda quanto às leituras, 55% da amostra é composta por professores que lêem periodicamente ou possuem a assinatura de alguma revista técnica, cerca de 47% lêem ou assinam algum outro tipo de revista e 67% lêem ou assinam algum jornal.

Quando indagados sobre a forma pela qual se mantêm atualizados, 65% dos professores responderam que usam livros em geral, 37% assistem a palestras, 30% utilizam livros técnicos, 63% usam a internet e 38% lêem revistas sobre assuntos específicos.

Quanto ao domínio de línguas estrangeiras, 52% dos professores lêem inglês, 43% escrevem e 37% falam este mesmo idioma. Com relação ao espanhol, língua latina que muito se aproxima do português, 35% lêem, 15% escrevem e 18% falam este idioma. Existe ainda um interesse por outras línguas,

dentre as quais podemos destacar o francês, o italiano e até algumas ocorrências "exóticas", como o chinês mandarim – cerca de 20% lêem, 10% escrevem e 12% falam outros idiomas.

Conhecimento de línguas estrangeiras			
	lÍem	escrevem	falam
InglÍs	52%	43%	37%
Espanhol	35%	15%	18%
Outros	20%	10%	12%

Há um interesse grande na continuidade dos estudos por parte dos professores, já que para conseguir uma titulação de mestre ou doutor são necessários exames de proficiência em línguas, assim como tal conhecimento é fundamental devido à escassez de alguns títulos específicos de livros em português.

Há uma boa familiaridade com a informática entre os professores pesquisados: a grande maioria afirma dominar *softwares* como o editor de textos Word (98%), as planilhas eletrônicas do Excel (82%), o *software* de apresentação Power Point (75%) e *softwares* educacionais (63%), o que é relevante tratando-se de professores de física. Há ainda 45% que afirmam dominar outros tipos de *softwares*: linguagens de programação, *softwares* de edição de imagens e som, etc. Os professores utilizam muito outro recurso da informática, a internet, tanto profissional (pesquisas, montagens de aulas, demonstrações, etc.) como pessoalmente (leitura e envio de *e-mails*, transações bancárias, etc.); 62% declararam utilizar internet freqüentemente, 25% utilizam regularmente, 10% utilizam pouco e apenas 3% não utilizam esse recurso.

Dentre os professores pesquisados 37% já tiveram a oportunidade de viajar ao exterior, sendo que destes 48% viajaram por lazer, 18% foram ao exterior por motivo familiar, 30% viajaram profissionalmente e 4% viajaram por motivos ao mesmo tempo profissionais e de lazer. Os países visitados foram EUA, França, Alemanha, Japão, Inglaterra, Espanha, Argentina, Itália, México, Paraguai, Austrália, Portugal, Canadá, Taiwan, Áustria e Costa Rica.

O interesse por filiações a associações acadêmicas e sindicais foi outra informação pesquisada; dentre as associações que tomamos como base destacam-se a Apeoesp – Sindicato dos Professores do Ensino Oficial do Estado de São Paulo (34%), o Sinpro – Sindicato dos Professores de São Paulo (18%), a SBF – Sociedade Brasileira de Física (10%), a Aprofi – Associação Paulista de Professores de Física (3%) e a SBPC – Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (0%).

Instituições acadêmicas e sindicais as quais os professores são associados		
	Filiados	Não Filiados
Aprofi	3%	97%
SBF	10%	90%
Simpro	19%	81%
Apeoesp	34%	66%
SBPC	0%	100%

ANÁLISE DAS QUESTÕES ABERTAS

Aos professores foram feitas quatro perguntas descritivas e abertas, o que possibilitou avaliar as aspirações e as opiniões deles sobre o Ensino de Física. A primeira pergunta aberta foi: "*Como você acha que será o ensino de Física no futuro?*".

Cerca 33% das respostas discorreram sobre mudanças que deverão ocorrer no conteúdo e na forma que o ensino de Física terá; as respostas que mais apareceram foram: "Existirão mais aulas práticas que teóricas"; "O ensino englobará o cotidiano e a tecnologia, sendo mais voltado para a

realidade"; "Ocorrerá um aprofundamento do aluno em áreas da física que mais o atraem, tornando-o auto-suficiente a partir de um conteúdo mínimo de física"; "Haverá mais aplicação da Física Moderna"; "O ensino estará menos relacionado ao currículo formal da escola"; "O ensino estará voltado para a compreensão de fenômenos".

As idéias trabalhadas nessas respostas se aproximam muito daquelas que já foram expostas por outros pensadores, como o sociólogo argentino Jorge Werthein, representante da Unesco (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura) no Brasil, que afirmou o seguinte em reportagem da revista *Ciência hoje* (Ivanissevich, 2003): "(...) Como em outros países, há uma cisão entre teoria e prática. O professor pode saber discutir teorias sobre educação e desigualdades sociais, mas possivelmente terá dificuldades em tornar interessante e motivador o estudo das ciências para alunos menos privilegiados (...)". No mesmo artigo, a argentina Cecília Braslavsky, diretora do Escritório Internacional de Educação da Unesco, afirmou no mesmo sentido que "a América Latina herdou uma tradição educacional verbalista, enquanto as ciências decolaram com a experimentação (...)"

A tecnologia e seu avanço também foram citados pelos professores pesquisados, e 29% da amostra relacionaram o futuro do ensino de Física com a inclusão de novas tecnologias. A resposta mais freqüente relacionava o ensino de física no futuro ao "uso de recursos, meios e métodos mais modernos e interativos, como vídeos e computadores". Outras respostas que também apareceram foram: "O ensino de física será mais avançado por causa da tecnologia"; "Com as tecnologias presentes será mais fácil estudar os fenômenos"; "O ensino de física será mais aprimorado/evoluído/bem equipado"; "O ensino de física será globalizado com o uso da internet"; "A presença do aluno não será tão exigida como é hoje" e "Deverá ser estimulado o uso adequado dos meios tecnológicos, tais como a máquina de calcular e o microcomputador".

O sentimento de pessimismo esteve presente nas respostas: 25% da amostra apresentaram respostas declaradamente negativas em relação ao futuro do ensino da disciplina, tais como: "O ensino de física não vai mudar / não tenho expectativa"; "A tendência é diminuírem cada vez mais as aulas de física no ensino público/ o ensino de física será decadente ou irá acabar"; "Se continuar como está não teremos futuro"; "Será complicado pela falta de profissionais"; "Vem caindo o interesse"; "Ficará mais caótico".

Obtiveram-se 12% de respostas declaradamente otimistas, como: "Acredito no ensino de Física/ Há sinalização de melhora/ Sou otimista/ A tendência é melhorar"; "A Física será mais acessível ao ensino fundamental".

Cerca de 8% das respostas apontavam problemas do ensino atual e/ou soluções para estes problemas, como, por exemplo: "Falta renovar os professores"; "Os professores são reféns do conteúdo programático determinado pelos vestibulares"; "O ensino é 80% de matemática e 20% de física"; "O ensino de física depende da boa formação dos professores".

Outras respostas obtidas estão relacionadas às diferentes visões que cada professor tem sobre o ensino e os alunos: "O ensino de física será diferente em escolas com mais recursos, com menos recursos e sem recursos"; "O aluno aprenderá a aprender"; "O ensino de física tem que ser abordado do ponto de vista social, econômico e cultural"; "O modelo de ensino atual tem que mudar", "O ensino médio deve atender às aptidões dos alunos".

A interdisciplinaridade foi citada apenas por 6% dos professores, com frases como: "[A Física] será mais ligada à questão do meio ambiente" e "A Física será mais ligada a outras disciplinas/[estando] mais interligada com Matemática e Química". Mesmo não sendo muito citada pelos professores, a interdisciplinaridade é um dos focos de

discussão acadêmica sobre a educação científica. Cecília Braslavsky, por exemplo, defende a idéia de que na nossa educação "os currículos são compartimentados entre as diversas ciências, com muita dificuldade de se estabelecer a interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade necessárias ao século 21". (Ivanissevich, 2003)

A segunda pergunta qualitativa foi: "*Quais são os grandes desafios que o Brasil deve enfrentar para melhorar o ensino de Física?*".

Uma expressiva maioria de 64% fez referência aos professores e à melhoria de sua formação, com afirmações como: "Melhorar formação dos professores/ Ter professores bem formados/ Preparar os professores/ Capacitar profissionais para área"; "Melhorar os salários e as condições para professores de escola pública/ Valorizar do professor"; "Superar a falta de professores licenciados na área"; "Dar maior autonomia ao professor"; "Exigir que professores coloquem em prática o ferramental pedagógico discutido nos cursos de licenciatura"; "Formar mais professores preocupados com as questões sociais". Percebe-se, em relação à maioria dos pesquisados, que qualquer mudança que necessite ser feita, para melhorar o ensino de Física, deve acontecer tendo como foco as questões envolvendo o professor de física.

Como desafio para melhoria, 25% dos professores pesquisados fizeram referência à infra-estrutura da escola usada para o ensino de Física: "Desenvolver e criar laboratórios de Física/ Equipar escolas com laboratórios de Física/ Adequar escolas para o ensino de Física" e "Melhorar a infra-estrutura".

Para 20% dos professores pesquisados a melhoria passa pelos materiais de apoio, vídeos e ferramentas da informática: "Usar vídeos e experimentos"; "Dispor de mais recursos computacionais" e "Utilizar mais experiências em sala de aula".

Cerca de 18% dos entrevistados afirmaram que o desafio estará nas políticas e ações governamentais na área da educação: "O governo deve melhorar o ensino fundamental/ estruturar boas escolas de ensino fundamental"; "O governo deve incentivar faculdades a abrir cursos de Licenciatura em Física"; "Fazer valer a LDB e os PCNs"; "Investir maciçamente em Educação".

Outro desafio para melhoria do ensino de Física relaciona-se aos alunos – 17% dos pesquisados citam idéias nesse sentido: "Melhorar as condições econômicas e financeiras dos alunos"; "Dar aos alunos uma boa base de matemática e lógica/ Desbloquear no aluno o ensino de matemática"; "Estimular o senso crítico dos alunos/ Conscientizar o aluno"; "Superar a falta de motivação do aluno"; "Trabalhar interpretação de textos dos alunos"; "Demonstrar para o aluno a importância do ensino de Física"; "Mostrar ao aluno vantagens de seguir a área como opção de trabalho".

Transmitir o conhecimento e trazê-lo para próximo do aluno – uma tarefa difícil – é outro grande desafio citado pelos professores; 13% dos professores se manifestaram dessa forma com respostas tais como: "Utilizar a Física na vida do aluno/ [Torná-la] mais aplicada à realidade"; "Repensar quais conteúdos são os mais apropriados para serem estudados"; "Quebrar o paradigma dos vestibulares/ Vestibulares não devem determinar o que o professor deve ou não ensinar"; "Desvincular as fórmulas do conhecimento [da Física]".

Além de políticas e ações em Educação, outros desafios para melhorar o ensino de Física, segundo os professores, são

políticas e ações em Ciência e Tecnologia, ponto esse citado por 12% dos professores pesquisados: "Investir na área de pesquisa/ Investir em novas tecnologias/ Investir no campo físico/ Aplicar em Ciência e Tecnologia".

Para propiciar uma reflexão sobre a formação dos futuros professores, foi elaborada a terceira questão aberta: "*Sobre a formação dos professores de Física de um modo geral, quais são os seus problemas e como poderiam ser resolvidos?*".

O incentivo à carreira e as políticas salariais foram apontados por 30% dos professores como sendo o principal problema, com afirmações como: "Os salários são ruins/ É necessário remunerar melhor"; "O governo não incentiva a formação continuada/ Não apresenta um plano de carreira"; "Falta de reciclagem/ Atualização"; "Falta aperfeiçoamento dos professores".

Os recursos que os futuros professores vão utilizar para ensinar devem ser valorizados, e a formação do professor deve permitir a ele levar à sala de aula exemplos práticos com aplicações dos conteúdos – este é o ponto de vista de 26% da amostra de professores pesquisados: "Faltam laboratórios voltados para as aulas /Faltam recursos/ Falta material apropriado para o trabalho/ É necessário saber usar novos recursos"; "É preciso um maior envolvimento com *softwares* educativos e livres"; "É necessário criar laboratórios com objetos recicláveis"; "Faltam aulas práticas na formação de educadores".

Para 20% dos pesquisados, a base de conhecimentos oferecidos pelo curso de Licenciatura em Física deve proporcionar ao professor segurança e autonomia durante as suas aulas: "Falta conhecimento"; "Falta base, principalmente em matemática"; "O professor não entende o que está passando"; "É necessário desbloquear o ensino de matemática"; "Há pouco conteúdo na formação do professor"; "Deve haver uma maior exigência na formação dos profissionais".

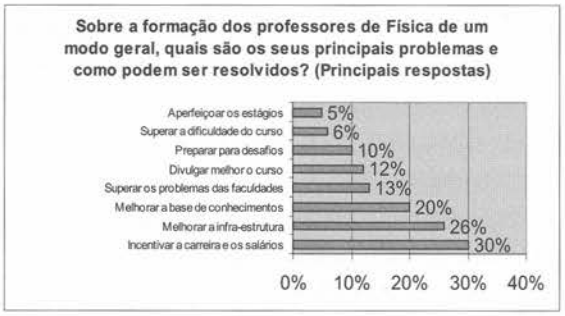
Cerca de 13% das respostas fizeram referência às faculdades de um modo geral: "Há uma grande distância entre a universidade e a realidade [em] que o professor vai atuar"; "Há descaso por parte das entidades mantenedoras em relação aos cursos"; "As instituições não estão preocupadas em formar profissionais"; "As faculdades dão pouca importância à grade curricular".

A partir da constatação de que não são muitas as faculdades que possuem o curso de Licenciatura em Física, 12% dos inquiridos afirmaram que a carreira de educador é desconhecida, pouco procurada ou mal divulgada entre os jovens: "Há falta de interesse dos alunos em seguir essa carreira"; "É difícil motivar alguém para ser professor"; "Há falta de informação sobre licenciatura em Física"; "É preciso divulgar mais os cursos de Licenciatura"; "[Precisamos de] mais faculdades para formação de professores".

Além de conhecimento, o aluno de um curso que forma professores deve ter um bom preparo, para que saiba enfrentar os desafios de sua profissão e saiba como agir frente às novas descobertas, contextualizando os conteúdos em relação à realidade do mundo em que vivemos e estabelecendo interconexões em suas aulas – para 10% dos que responderam, uma boa preparação do aluno (futuro professor) durante a formação é fundamental: "Formar professores preparados"; "As instituições com cursos de Física não estão formando bons docentes"; "É preciso investir mais no aperfeiçoamento dos professores".

Para 6% dos professores a Física é uma ciência exata complicada e que exige do estudante muita dedicação: "A formação é muito técnica, com cálculos e experiências complicadas"; "O curso de Física é muito difícil"; "O Curso é longo".

Para 5% dos professores pesquisados o período de estágio no final da graduação é o mais importante na formação, pois insere o aluno no mercado de trabalho: "O estágio permite a prática do ensino"; "Um estágio de verdade durante o curso seria positivo".



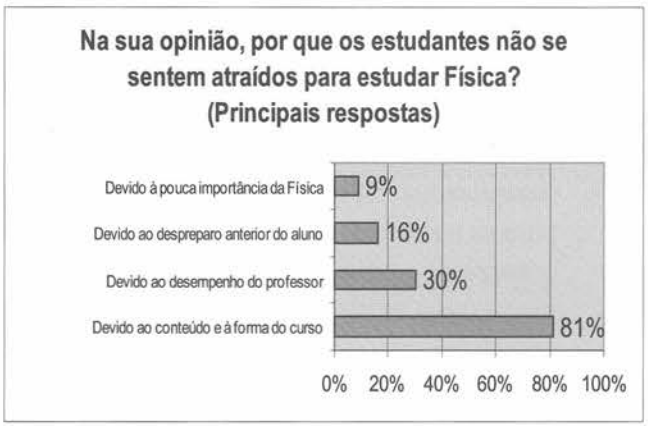
A quarta pergunta aberta proposta aos professores foi: "*Na sua opinião, por que os estudantes não se sentem atraídos para estudar Física?*". Essa pergunta obteve menos variedades de temas nas respostas e algumas idéias se repetiram bastante.

O tema mais presente nas percepções dos pesquisados tem relação com o que é passado para o aluno e com a maneira como é passado, ou seja, com o conteúdo e a forma do curso de Física no Ensino Médio – 81% dos professores realizaram comentários com este enfoque: "Os assuntos e conteúdos tratados não condizem com a realidade do aluno"; "Há dificuldade de explicar o ensino no dia-a-dia"; "[O ensino de física] não tem proximidade com o cotidiano"; "O aluno tem que se sentir parte do processo que está sendo estudado"; "Falta aula experimental"; "A teoria está distante da prática"; "Faltam experiências simples em sala de aula"; "A ênfase atual é muito teórica"; "A matéria é muito difícil"; "Nas aulas sobra Matemática e falta Física"; "O ensino não incentiva o aluno"; "O ensino de Física está muito voltado para o vestibular"; "Faltam aulas fora da sala de aula"; "Os livros didáticos são inadequados".

O desempenho sofrível do professor em sala de aula foi ressaltado em 30% das respostas obtidas: "Os professores complicam a matéria e não [a] passam com clareza"; "Os professores transformam a aula em martírio"; "Os professores não mostram o lado interessante da matéria"; "Os professores estão presos às fórmulas"; "A Física nas escolas não passa de fórmulas atrás de fórmulas"; "Há uma rotina excessiva de exercícios e aulas expositivas"; "Há pouca explicação dos fenômenos"; "A metodologia dos professores é o problema"; "O professor não se inova"; "Faltam pesquisas que sejam de fácil acesso para o professor se inovar".

O preparo anterior do aluno – os famosos pré-requisitos – foi abordado em 16% das respostas: "Os alunos não têm base matemática"; "Os alunos não têm base de português e possuem deficiência na leitura"; "Há pouca leitura por parte dos alunos".

Finalmente, 9% dos pesquisados citaram a repercussão social e a importância da Física em suas respostas: "A Física e a Química estão em extinção"; "É dada pouca importância a esta ciência [a Física] pela sociedade"; "Há um estigma da sociedade sobre a disciplina de Física"; "Falta apoio de pais e amigos, para que se possa estimular a curiosidade do aluno"; "Há poucas aulas de Física por semana em escolas públicas".



4. CONCLUSÃO

A partir da pesquisa apresentada neste trabalho, percebe-se claramente a existência de uma grande diversidade no seio da comunidade dos professores de física: diversidade social, diversidade de formação acadêmica, diversidade cultural, diversidade na análise dos problemas do ensino de física no país e nas perspectivas para a superação destes problemas.

Dentro de toda essa variedade, o trabalho realizado pelos professores aqui entrevistados é essencialmente o de passar aos jovens o sentido da ciência, levando estes alunos a formarem um senso mais crítico sobre o mundo em que vivem. Este trabalho vem sendo bem realizado? Pelos dados obtidos, a resposta é não: observando os questionários aplicados, vemos que muitos professores estão insatisfeitos com a sua profissão, não possuem a qualificação necessária e nem o suporte (político-estrutural) necessário para exercer a sua função. Assim sendo, o problema do aluno que não se sente atraído pela Física não é um problema trivial e a sua solução passa imprescindivelmente pelo seu professor de Física. Há, por exemplo, dificuldade por parte de muitos professores em abordar assuntos de Física Moderna e assuntos relacionados a pesquisas científicas mais recentes. A rigidez e/ou o despreparo de muitos professores são elementos estruturantes dessa realidade do ensino de Física. Os professores estão imersos em uma situação em que prevalece uma metodologia de ensino arcaica e conteudista e não conseguem lidar com isso, ou pelo fato de estarem desmotivados ou devido a uma formação deficiente que os deixa sem ferramentas.

Já em 1962, na introdução ao livro *Iniciação à Ciência* de E. N. da C. Andrade e J. Huxley, José Reis apontava alguns problemas da educação científica: "(...) De tal modo é ainda livresco, pretensioso, estéril o ensino de ciência, que continua a incorrer no vício há tanto estigmatizado (...) de diminuir a originalidade do aprendiz. (...) ciência é, no fundo, originalidade, é iniciativa de investigar. Menos que o simples propagar de um corpo estático de conhecimentos científicos – que é o que entre nós se costuma fazer, e ainda assim mal – interessa incutir no aluno, pela experiência, a idéia da ciência como "processo".

Em seu artigo "O ensino de uma nova física e o exercício da cidadania", Marisa Almeida Cavalcante, do Grupo de Pesquisa em Ensino de Física da PUC-SP, afirma: "(...) Os nossos estudantes não podem receber uma mensagem atemporal sobre a Física. Assumindo-se o conhecimento desta forma, nega-se qualquer tentativa de inseri-lo em um contexto de construção humana (...)". E continua a respeito da formação dos professores de Física: "Um curso de Física, Licenciatura e Bacharelado, deve permitir ao aluno conhecer as diferentes alternativas de utilização de aplicativos, *softwares* de simulação e sistemas de aquisição de dados atualmente utilizados em vários sistemas educacionais e de pesquisa em todo mundo".

Luís Carlos Menezes (citado por A. Ivanissevich em seu artigo "Saber fragmentado"), segue na mesma linha: "Continuamos formando professores que assistem, passivos, à aula, e que provavelmente reproduzirão essa grotesca versão de educação com seus alunos. Isso na era das telecomunicações, com redes de informática amplamente disseminadas. Há um descompasso enorme entre a prática dos docentes e as necessidades da vida atual, o que mostra o quanto a escola está pateticamente despreparada".

Constatar os problemas é apenas um primeiro passo. Exigir soluções por parte das autoridades competentes é o passo seguinte, mas o caminho não acaba aí, muito pelo contrário. Propor soluções e executar ações que de fato possam atacar as causas destes problemas: esta é a caminhada que vale a pena e deve ser feita!

Com esse propósito, o CEFET-SP, a partir de agosto de 2001, criou um curso de Licenciatura em Física. O seu objetivo desde

o primeiro momento foi dialogar com a realidade existente e propor um curso que de fato contribuísse com a causa da educação científica em nosso país (Teixeira, 2001). Estamos atualmente tentando levantar as causas das taxas consideráveis de evasão em nosso curso de Licenciatura em Física. Seguramente, um bom ponto de partida para compreender toda a complexidade dos problemas relacionados ao ensino de Física em nosso país é estudar quem são e o que pensam os atuais professores de Física que em última análise representam a "cara" desse ensino de Física. E é justamente esse o objetivo deste trabalho. Novos resultados de pesquisas que estão sendo feitas serão divulgados de forma a completar o perfil que se deseja traçar dos professores de Física do Ensino Médio de São Paulo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, E. N. da C.; HUXLEY, J. *Iniciação à ciência*. São Paulo: MEC, 1962.

CAVALCANTE, Marisa de Almeida. O ensino de uma nova física e o exercício da cidadania. In: *Revista brasileira de ensino de física*, vol. 21, nº 4, dez.1999.

IVANISSEVICH, Alicia. Saber Fragmentado – Um retrato do conhecimento científico de nossos jovens. *Ciência Hoje*, nº 200, vol. 34, p. 27, dez. 2003.

TEIXEIRA, R. R. P. Pressupostos filosóficos e pedagógicos para um curso de formação de professores para o ensino de Física. *Sinergia*. São Paulo: CEFET-SP, vol. 2, jan-jun. 2001.

AGRADECIMENTOS

Modesto Pantaleo Júnior e Bruno Henrique Golfette agradecem ao CEFET-SP pelo financiamento de suas bolsas de Iniciação Científica.

Para contatos com os autores:

Ricardo Roberto Plaza Teixeira
rrpteixeira@bol.com.br

Modesto Pantaleo Júnior
hot_junior@hotmail.com

Bruno Henrique Golfette
bhg@uol.com.br

OS CAMINHOS DA CIÊNCIA BRASILEIRA: DA COLÔNIA ATÉ SANTOS DUMONT

Diamantino Fernandes Trindade
Professor de História da Ciência e Divulgação Científica do CEFET-SP
Professor de História da Ciência e Organização da Escola do ISE Oswaldo Cruz
Doutorando em Educação – PUC-SP

Laís dos Santos Pinto Trindade
Professora de Metodologia das Ciências das Faculdades Integradas de Boituva
Mestre em Educação – UNICID

O objetivo deste artigo é mostrar o desenvolvimento da Ciência no Brasil desde a época da colônia até a transição do século XIX para o século XX, bem como relatar o árduo e difícil trabalho de vários cientistas que abriram o caminho para que a ciência e a tecnologia pudessem conquistar um lugar de destaque na vida social de nosso país.

Palavras-chave: ciência, tecnologia, história da ciência.

This article aims at showing the development of Science in Brazil from the colonization period to the end of the nineteenth century and the begining of the twentieth century as well as telling the arduous work of some scientists who had opened the ways so that science and technology could conquer a prominent place in the social life of our country.

Key words: science, technology, history of science.

Mais do que em qualquer época, temos vivido situações nas quais os conhecimentos de tecnologias e de Ciência são determinantes na vida das pessoas. Por outro lado, o crescimento cada vez mais rápido das descobertas científicas e tecnológicas tem alterado profundamente o ritmo e a maneira de viver de grande parte das pessoas, o que tem levado à necessidade de rever conceitos e posturas sobre nossas ações no mundo e a conseqüente quebra de paradigmas.

Apesar da defasagem brasileira em relação aos países do primeiro mundo, a ciência e a tecnologia do nosso país já conquistaram uma posição de grande importância, não só para sua existência, como também para a solução de nossas inquietantes desigualdades sociais.

Embora nem sempre tenham se desenvolvido tão intensamente como nos dias de hoje, em particular, no Brasil muitos foram, e ainda são, os obstáculos existentes encontrados. Voltando no tempo e, especialmente, a Portugal, encontramos uma das mentes mais brilhantes de todos os tempos, o Infante Dom Henrique, dedicando-se incansavelmente às ciências após o fracasso em Tanger em 1437. Colecionou tudo o que se escrevera sobre cosmologia e navegação, transferiu para a sua vila de Terça Naval, junto de Sagres e do Cabo São Vicente, o séquito de matemáticos judeus, cartógrafos catalães, pilotos de várias origens, fundando um seminário de estudos náuticos, virtualmente denominado de Escola Naval de Sagres. Portugal do século XV era líder em determinados pontos de práticas técnicas e científicas em função do esforço e dedicação do Infante Dom Henrique e do Rei Dom João II. E Portugal fez-se ao mar...

O descobrimento ou *achamento* das terras brasileiras ocorreu no século XVI, seguindo-se uma época de combates das duas potências da Península Ibérica com países

emergentes como Inglaterra, Holanda e França, no desafio da manutenção de suas hegemonias. Nesse momento complexo a ciência moderna iniciou a sua caminhada, intimamente ligada à rápida ascensão da economia capitalista. É ponto comum, nos dias de hoje, que a ciência e a tecnologia foram o grande diferencial em detrimento das pretensões espanholas e portuguesas.

Os portugueses encontraram no Brasil nativos que possuíam muitos saberes, hábitos e costumes, utilizados para estudos científicos não só dessa época, mas também dos períodos seguintes. As primeiras técnicas brasileiras pertenciam ao leque dos conhecimentos indígenas. Os nativos eram peritos na construção de canoas. Da articulação das técnicas indígenas com a habilidade de navegação dos portugueses surgiram embarcações como a jangada e os barcos de pesca de baleias. Cultivavam o fumo, o algodão, a mandioca, o milho, o feijão, etc. Possuíam também conhecimentos botânicos e construíam moradias com matéria-prima vegetal.

De acordo com Carneiro (2001), *a exploração colonial do Brasil exigiu um esforço científico inicial dos navegadores no sentido de obter informações geográficas e produzir uma cartografia e, em seguida, de comunicar-se com os nativos e obter informações botânicas, zoológicas e mineralógicas.* No período seguinte ao da colonização, foi adaptada uma série de técnicas européias destinadas a viabilizar empresas de exploração econômica. As técnicas do plantio da cana-de-açúcar desenvolvidas nas ilhas atlânticas iriam ganhar uma dimensão maior no Brasil. Rapidamente os engenhos tornaram-se empreendimentos pioneiros de um primeiro sistema fabril, no qual se associava a produção em série à aplicação de processos químicos. A mineração foi outro setor de atividade econômica que aplicou técnicas oriundas da ciência européia. Os portugueses trouxeram também a construção civil e a metalurgia, que se desenvolveu com métodos europeus e com técnicas africanas trazidas pelos escravos.

Pode parecer fora de propósito escrever sobre Ciência e Tecnologia no Brasil colonial, pois não existem notícias sobre atividades científico-tecnológicas daquele período. No entanto isso não garante que a Ciência e a Tecnologia não tenham recebido contribuições brasileiras em tal período. É bom lembrar que o próprio descobrimento foi, em grande parte, resultado do potencial desenvolvimento das técnicas náuticas e do empreendedorismo do povo português.

No período colonial não havia condições propícias para o desenvolvimento da ciência, pois o objetivo principal da coroa portuguesa era enriquecer a metrópole. Nessa época a ciência brasileira ficou a cargo de uns poucos naturalistas estrangeiros. As ciências naturais no Brasil começaram pelas mãos dos holandeses que, em 1637, trouxeram médicos e naturalistas como Wilhelm Piso, tido como o fundador da medicina tropical, com seu livro *De medicine brasiliensis* (1648) e George Marcgraf, que escreveu a *História naturalis braziliae* (1648). Os holandeses construíram ainda, em Recife, o primeiro observatório astronômico.

Os jesuítas foram expulsos do Brasil em 1759. São dessa época as denominadas "aulas régias", que substituíram as dos jesuítas, ministradas por professores leigos contratados pelo Estado. Porém, apenas em 1772 essas aulas tiveram seu início efetivo, com a criação de um imposto especial para esse fim. Havia, então, na Colônia, desde 1772, ensino público primário e médio, mas o Ensino Superior era privilégio da Metrópole. No entanto, existiam algumas atividades de ensino científico nos mosteiros religiosos brasileiros. No Seminário Jesuíta Belém da Bahia, era ministrado um curso de Artes, onde se estudava Lógica, Física, Metafísica, Estética e Matemática.

O padre jesuíta Bartholomeu de Gusmão (o padre voador), nascido na Vila de Santos em 1685, ingressou no Seminário Belém onde estudou humanidades e mostrou, desde cedo o seu interesse pela Física. Conhecia os trabalhos de Descartes, Newton

e Bernoulli e desenvolveu pesquisas em várias áreas do conhecimento: Matemática, Física, Filologia, Química e Astronomia. Avançou, quanto aos seus estudos científicos, na Universidade de Coimbra, onde lecionou Matemática. Em 1709 apresentou ao rei dom João V um aparelho capaz de voar, o aeróstato, um balão impulsionado por ar quente, que elevou-se ao ar em Lisboa, no dia 8 de agosto de 1709. Continuou seus experimentos com balões maiores, quase todos bem-sucedidos. No entanto não foi capaz de continuar com suas pesquisas, nem de encontrar seguidores. As intrigas da corte fizeram-no cair em desgraça, sendo auxiliado pelos jesuítas quando já era perseguido pela Inquisição. Morreu indigente na Espanha em 1724.

Conforme Vargas (2001), outra atividade científica importante, na Colônia, foi desenvolvida pela Missão dos Padres Matemáticos Jesuítas, que veio ao Brasil em 1729 com a tarefa de elaborar mapas baseados na determinação exata das coordenadas geográficas. Essa missão era composta pelos padres Domingos Capacci e Diogo Soares. Em 1753, esteve no Brasil o jesuíta Ignácio Szentmartonyi, na função de astrônomo régio para tratar das demarcações de fronteiras entre o Brasil e as colônias espanholas, em decorrência do Tratado de Madri (1750).

Nessa época, o Ensino Superior era privilégio dos filhos dos grandes proprietários brasileiros, que os enviavam para estudar nos cursos superiores em Portugal. A Universidade de Coimbra foi freqüentada por mais de mil alunos provenientes do Brasil.

As reformas introduzidas a partir de 1750 na Universidade de Coimbra promoveram as idéias científicas com a inclusão de disciplinas científicas no currículo acadêmico. José Bonifácio de Andrada e Silva tornou-se o principal cientista dessa Universidade e destacou-se dirigindo a cadeira de mineralogia, criada especialmente para ele, tornando-se também o Intendente Geral das Minas e Metais do Reino. Depois de vários anos de pesquisas bem-sucedidas na Europa, retornou ao Brasil onde iniciou sua carreira política. Morreu, em 1838, em Niterói. Mais de quatrocentos brasileiros formaram-se em ciências em Coimbra desde as reformas pombalinas até o final do século XVIII, inclusive Vicente Coelho de Seabra Silva Telles, que publicou em 1788 a obra *Elementos de chymica*. A segunda parte dessa obra, publicada em 1790, já utilizava a linguagem da nova nomenclatura de Lavoisier, mesmo tendo sido escrita um ano após a publicação do *Traité elémentaire de chimie*, obra que revolucionou a Química que então se estabelecia como ciência.

O ensino da engenharia militar teve início em 1699 no Rio de Janeiro, com a fundação da *Aula de Fortificação,* que teve nomes sucessivos como *Aula do Terço, Regimento de Fortificação e Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho.* Em 1810 foi transformada na *Academia Real Militar*, antecessora da atual Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

O matemático e engenheiro militar português José Fernandes Pinto Alpoim ficou famoso ao publicar dois livros: *Exame de artilheiros* (1744) e *Exame de bombeiros* (1748). Esse engenheiro foi ainda autor de vários projetos de edificações em nosso país. Terminado em 1778, um desses edifícios é o palácio dos governadores de Vila Rica, projetado e fiscalizado por ele e executado por Manuel Francisco Lisboa, pai do Aleijadinho. (Filgueiras, 1998)

A inércia de uma cultura cristalizada na escravidão não permitiu o desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia nesse período. Não é de estranhar o insucesso da Sociedade Científica do Rio de Janeiro, fundada em 1772 pelo Marquês de Lavradio, vice-rei do Brasil. Essa sociedade contava com vários médicos e farmacêuticos e, por falta de incentivos e investimentos governamentais, foi fechada em 1794. Somente com a vinda da família real, em 1808, teve início a prática científica oficial, e a de uma educação pública, com a criação da Escola Cirúrgica de Salvador (1808).

A transferência da Corte para o Rio de Janeiro possibilitou a criação de várias instituições importantes como: a Academia Naval do Rio de Janeiro (1808), a Academia Militar do Rio de Janeiro (1810), a Academia Médico-Cirúrgica do Rio de Janeiro (1813), o Jardim Botânico (1818) e o Museu Imperial (1818). Após a Proclamação da Independência, foram criados o Observatório Astronômico (1827), a Sociedade de Medicina (1829) e o Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro (1838).

Durante o Reino Unido, alguns naturalistas estrangeiros vieram com a comitiva da arquiduquesa Leopoldina, como o médico Karl Friedrich Philipp von Martius, que tinha a tarefa de estudar a flora e a fauna brasileiras para enriquecimento da ciência européia, e seu companheiro Johan Baptist Spix que deixou um memorial científico sobre o rio Amazonas. Martius e Spix escreveram a obra *Viagem pelo Brasil* (1817-1820). Quando voltou para a Alemanha, Martius escreveu a grande obra da sua vida, *Flora brasiliensis,* texto pioneiro sobre as floras tropicais. O engenheiro militar alemão Wilhelm Ludwig von Eschwege veio ao Brasil, junto com a Corte Portuguesa, para realizar trabalhos nos campos da mineralogia e da geologia. Radicou-se no Brasil como tenente-coronel do Corpo Real de Engenheiros de Vila Rica e como intendente das minas. Foi responsável pela instalação da fundição de ferro em Congonhas do Campo. No período entre 1825 e 1880, o famoso naturalista dinamarquês Peter Lund viveu e realizou pesquisas naturais e paleontológicas em Lagoa Santa, Minas Gerais.

O estudo das ciências teve um processo de expansão durante o Império, com a criação do Museu Nacional (1823), que recebia espécimes de animais e vegetais dos naturalistas estrangeiros que visitavam o país. Gustavo Schuch de Capanema, importante geólogo e mineralogista do Império, pertenceu ao quadro de pesquisadores do Museu Nacional.

Entre 1865-1866, o famoso naturalista norte-americano Louis Agassiz, que se tornou amigo pessoal de D. Pedro II, visitou o Brasil. Em 1870, o geólogo norte-americano, Frederick Hartt, aluno de Agassiz, publicou o primeiro texto geral sobre geologia brasileira. Carneiro (2001) cita que nessa época, alguns cientistas estrangeiros importantes aqui se instalaram. O suíço Émile Goeldi, o alemão von Inhering e o francês Henri Gorceix foram responsáveis por avanços na organização do Museu Imperial, depois Museu Nacional, na zoologia e na engenharia de minas.

Durante o Segundo Império, os parlamentares discutiam se valia a pena investir em pesquisa. Em 1882, quando D. Pedro II solicitou uma verba para a participação brasileira na observação da passagem de Vênus pelo disco solar, o protesto foi geral no Parlamento e na Imprensa. A ciência era considerada um luxo pela elite brasileira. Um ano antes foi lançada a pedra fundamental da Universidade do Rio de Janeiro, na Praia Vermelha. Esse ato foi o suficiente para desencadear uma feroz campanha contrária ao projeto por parte dos positivistas. Num artigo de 1891, Miguel Lemos (chefe do positivismo) escreveu:

> Tudo parece encaminhar-se para tornar efetivo o extravagante projeto da criação de uma universidade no Brasil. Esta tentativa absurda, que só poderia gerar como resultado a sistematização da nossa pedantocracia e o atrofiamento do desenvolvimento científico, que deve assentar em um regime de completa liberdade espiritual, bastaria por si só para demonstrar a incapacidade política dos nossos governos.
>
> Nesta questão, como sempre, nós positivistas fazemos o nosso dever protestando e procurando esclarecer a população, que pode ser arrastada, na melhor boa-fé, a apoiar atentados desta ordem, seduzida pela grita pseudoprogressista da ignorância letrada.

Durante o Segundo Império tivemos algum desenvolvimento da Ciência em virtude da grande dedicação de D. Pedro II às ciências, às artes, à literatura, à filosofia e à astronomia. O imperador patrocinava, particularmente, vários projetos de pesquisa de documentos relevantes à história do Brasil, no país e no exterior. Ajudou, de várias maneiras, o trabalho de vários cientistas como Martius, Lund, Agassiz, Derby, Glaziou, Seybold e outros. Financiou ainda vários profissionais como agrônomos, arquitetos, professores, engenheiros, farmacêuticos, médicos, pintores etc. Foi também um grande incentivador da fotografia no Brasil, tendo adquirido seu equipamento em março de 1840, alguns meses antes que esses aparelhos fossem comercializados em nosso país.

Em 1872, uma companhia inglesa lançou um cabo telegráfico entre Recife e Lisboa. Quando a Segunda Revolução Industrial chegou ao Brasil, D. Pedro II participou intensamente desse momento, estando presente nos processos de seleção de pedidos de patentes de privilégio industrial. O Brasil participou também das exposições universais, onde eram exibidos produtos, técnicas e novas ciências. Até o final do Segundo Império, o Brasil esteve presente nas exposições de Londres (1862), Paris (1867), Viena (1873), Filadélfia (1867) e Paris (1889). Na exposição da Filadélfia teve contato com o telefone de Graham Bell e fez encomenda de vários aparelhos. No retorno dos Estados Unidos, mandou instalar linhas telefônicas entre o Palácio da Quinta da Boa Vista e as residências de seus ministros.

Durante o Segundo Império, vários engenheiros brasileiros se destacaram. André Rebouças graduou-se em 1860 e estagiou na Europa, especializando-se em docas e vias férreas. Suas principais obras foram as docas da Alfândega e do Mercado, no Rio de Janeiro. Seu irmão, Antônio Rebouças, construiu a Estrada de Rodagem da Graciosa, entre Curitiba e Antonina, além de projetar a Via Férrea Curitiba-Paranaguá em 1872. Outro engenheiro que se destacou no Segundo Império foi o padre gaúcho Roberto Landell de Moura, que estudou Física e Química na Universidade Gregoriana e foi ordenado padre, no Seminário de Roma, em 1886. Conheceu o Imperador D. Pedro II e chegou a dar-lhe palestras sobre ciências. Dois antes da primeira transmissão de rádio por Marconi, em 1895, concluiu o projeto do transmissor de ondas, fazendo a primeira transmissão pública de rádio do mundo. As dificuldades financeiras e a falta de incentivos governamentais fizeram com que ele se mudasse para os Estados Unidos, onde patenteou três dos seus inventos.

A transição do século XIX para o século XX foi marcada, na Ciência e na Tecnologia, pelo gênio de Alberto Santos Dumont. Em 1891, após a morte de seu pai, Henrique Dumont, foi para Paris, onde os balões despertaram o seu interesse. Em 1898 realizou o primeiro projeto aeronáutico, o balão esférico *Brasil*, considerado na época o menor aeróstato já construído. Daí por diante construiu outros dirigíveis até chegar ao *Santos Dumont 6*, com o qual recebeu o Prêmio Deutsch, em 19 de outubro de 1901, após contornar a Torre Eiffel e demonstrar a sua dirigibilidade. Em 23 de outubro de 1906, voou 60 metros, a 3 metros de altura, com o biplano *14-Bis*, no campo de Bagatelle, em Paris. Em 1909 construiu o monoplano *Demoiselle*, com o qual bateu todos os recordes aeronáuticos da época. Com esse avião fez o seu último vôo em dezembro desse mesmo ano. A esclerose múltipla foi, gradativamente, minando a sua saúde. Em 1918 construiu, em Petrópolis, a casa conhecida como *Encantada*, onde fixou residência. Com a doença tomando conta de seu corpo, foi transferido em 1932 para o Guarujá, São Paulo, onde se suicidou em 23 de julho.

Santos Dumont não teve problemas financeiros, seu pai deixou-lhe, como herança, meio milhão de dólares. No entanto, as dificuldades encontradas pelos cientistas brasileiros durante o Segundo Império foram muitas e persistiram até a República, que teve

início sob os auspícios da modernização. Apesar de tantas dificuldades, alguns "cientistas" brasileiros desbravaram o caminho para outros ao longo de quatro séculos, e a ciência brasileira passou a viver lentamente, melhores momentos desde o início do século XX.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CANDOTTI, Ennio. *Cientistas do Brasil:* depoimentos. São Paulo: SBPC, 1998.

CARNEIRO, Henrique Soares. *História social da ciência.* (mimeo), 2001.

FILGUEIRAS, Carlos A. L. D. Pedro II e a Química. *Química nova*, n.11, vol.2. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, 1988.

_____. Havia alguma ciência no Brasil setecentista? *Química nova*, n.3, vol.21. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, 1997.

MOTOYAMA, Shozo et. al. 500 anos de ciência e tecnologia no Brasil. *FAPESP pesquisa*, n. 52. São Paulo: FAPESP, 2000.

SENNA, Orlando. *Santos Dumont:* ares nunca dantes navegados. São Paulo: Brasiliense, 2003.

TRINDADE, Diamantino Fernandes; TRINDADE, Lais dos Santos Pinto. Os pioneiros da ciência brasileira: Bartholomeu de Gusmão, José Bonifácio, Landell de Moura e D. Pedro II. *Sinergia*. São Paulo: CEFET-SP, vol. 4, jan-jun. 2003.

VARGAS, Milton. *História da ciência e da tecnologia no Brasil:* uma súmula. São Paulo: Humanitas, 2001.

Para contato com os autores:

Diamantino Fernandes Trindade
diafetri@hotmail.com

Lais dos Santos Pinto Trindade
dilais@bol.com.br

A DENOMINAÇÃO E A QUALIFICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO DA IMAGEM DO INDÍGENA NA *CARTA DO ACHAMENTO*.

Marlene das Neves Guarienti
Mestre em Língua Portuguesa pela USP
Professora do CEFET-SP

Para destacar o papel do léxico na construção da imagem do indígena "Carta do Achamento", analisamos neste trabalho a referência gente fácil, atribuída por Caminha aos nativos. Em nossa abordagem interessaram-nos as acepções do NDLP (Novo dicionário da língua portuguesa) por indicarem as possibilidades virtuais de sentido do signo descontextualizado. Como todo discurso tem uma proposição que define um objeto, concluímos que a imagem do indígena na "Carta" é um objeto-de-discurso criado e mantido no texto por estratégias discursivas intencionais.

Palavras-chave: léxico, discurso.

This paper analyses the designation of "gente fácil"(easy going people) attributed by Caminha in the "Carta do Achamento"(Discovering letter). Our aim is to underline the lexical role in the construction of the Brazilian Indian's image. In this approach, the NDLP (Novo Dicionário da Língua Portuguesa) are of particular interest as far they point out virtual senses of the descontextualized sign. As all discourses have a proposition which defines an object, the cited Indian's image is an object created and kept up by intended discursive strategies.

Key words: lexicon, discourse.

Para a consecução de nosso objetivo, destacar o papel do léxico na construção da imagem do indígena na *Carta do Achamento*, procedemos à análise do vocabulário para detectar os valores em jogo em uma referência registrada por Caminha. Estudamos, então, o enunciado ***gente fácil***, sintagma nominal composto por substantivo e adjetivo avaliatório.

Nossa primeira preocupação foi com a primeira instância de apreensão do sentido global do texto – o discurso, finalidade que o motiva ao mesmo tempo em que é vazada por ele. Consideramos o discurso como a operação global de um sujeito que constrói uma representação e permite ao autor compor as relações entre objetos diferentes, valorizar ou destruir qualificações e construir uma qualificação geral (Vignaux, 1976).

Todo discurso recai sobre um sujeito, tem um "tema", "proposição" do discurso que define um objeto e determina "sub-objetos" que vão funcionar como elementos do domínio de representação visado. O discurso constrói as existências desses objetos para que possam ser tratados discursivamente. Depreende-se, então, uma série de proposições que formam, segundo Dubois, uma classe, uma seleção de enunciados que levam à formulação da hipótese de que são representativos e permitem estabelecer uma relação com o modelo ideológico do autor. Esse conjunto de proposições representa sua ideologia, com seu sistema de valores referenciais inscritos nas unidades lexicais correspondentes a um conceito, termo invariante tornado objeto.

Cabe ao autor, ao enunciar seu discurso, fornecer ao leitor os elementos

considerados indispensáveis para que este possa reconhecer sua intenção de comunicação; ao leitor co-enunciador cabe a re-construção do sentido do texto, baseando-se este em normas e lugares comuns compartilhados pelos locutores de uma dada língua. (Maingueneau, 1996)

Os valores implícitos ou implicitados são veiculados, em última análise, por dados primariamente textuais em um contexto de uso que condiciona a descoberta do significado das palavras nas formas discursivas em que estão inseridos os valores do autor. A produção de sentido de um texto está relacionada com a seleção lexical operada pelo autor, este procura inscrever lingüisticamente o sentido que atribui a um conceito escolhendo as palavras que contêm os semas (traços de significação mínima) que lhe interessam acionar, é um processo onomasiológico.

O acionamento dos semas almejados providencia pistas sugestivas para a produção de sentido e a coerência é construída a partir do aproveitamento dessas sugestões para a elaboração de sentidos específicos em modelos representacionais. Assim, o leitor co-enuncia o discurso durante a leitura do texto, num percurso cognitivo que vai dos semas para o conceito; é um processo semasiológico. (Navarro, 1991)

O reaproveitamento dos signos é facultado pelo espaço polissêmico que, por sua vez, serve ao componente cultural na produção do sentido, porque abrange possibilidades virtuais que admitem a inscrição da ideologia nas palavras do texto. Isto é possível, pois segundo Barbosa (1998), as unidades léxicas também indicam as fontes históricas e míticas ligadas a cada grupo e organizam a trama da cultura compartilhada pelos sujeitos falantes-ouvintes. Assim, verificamos a importância do papel do léxico na produção do sentido da comunicação e, conseqüentemente, na construção da imagem do ente referido.

Por outro lado, enquanto as palavras designam as coisas numa evocação recíproca, a frase é um conjunto de palavras cujas relações formais lhes confere sentido. Verifica-se, então, que as palavras se inserem na geração de formações discursivas capazes de tornar um objeto de mundo do plano do "visível" em objeto-de-discurso do plano do "dizível" (Orlandi, 1994). Nesse plano, a referenciação é uma atividade discursiva em que os referentes passam a ser objetos-de-discurso (Mondada e Dubois 1995 apud Marcuschi, 1999: 17) construídos a partir de dados primariamente textuais, como as palavras, que servem como indicadores para a interpretação coerente. (Marcuschi, 1999)

Na construção lexical dos objetos-de-discurso, a classe do substantivo expressa a substância, designa entidades, e a do adjetivo expressa a característica, qualificando entidades. Os adjetivos avaliatórios são fundamentais na construção de um ponto de vista, de uma imagem segundo a perspectiva do autor, pois são axiológicos (interpretativos e de julgamento).

Dada a natureza do objetivo deste trabalho, interessaram-nos os traços distintivos de significado, como os chamados semas de dicionário, por nos fornecerem o leque das possibilidades virtuais de sentido do signo descontextualizado, pois o verbete de um vocábulo descreve as várias acepções já dicionarizadas, todas elas disponíveis, prontas para que alguma delas seja atualizada em discurso (Lopes, 1978). Neste estudo serão considerados quatro níveis de análise estabelecidos a partir da aproximação dos modelos de Korzybski (1958 apud Guiraud, 1980: 112-113) quanto ao grau de abstração das unidades lexicais, e de Pottier (1992) quanto aos níveis conceptuais subjacentes ao discurso, resultantes de combinatórias das unidades lexicais.

Verificadas as possibilidades virtuais de sentido de cada vocábulo do sintagma que constitui o enunciado de análise, confirmamos aquelas que ativam sentidos convalidados textualmente. De tais convalidações resultaram o conjunto semêmico confirmado para o denominador e aquele confirmado para

o qualificador, para procedermos à intersecção semêmica de ambos. Em seguida, obtivemos os sentidos compatíveis resultantes da intersecção semêmica dos vocábulos do sintagma nominal-enunciado de análise. Estabelecemos, assim, a base para interpretar o valor inscrito no enunciado gente fácil, que compõe a construção da imagem do indígena na *Carta do Achamento*.

Submetemos, assim, as possíveis atualizações do enunciado à convalidação por contextualização no corpus de referência e observamos quais sememas (conjuntos de semas) foram ativados pela escolha lexical do autor no discurso. Esses sentidos tornaram-se salientes e são apreendidos na leitura do texto manifestado.

Então, a partir do trecho:

"(...) ***esta gente é boa*** *e* ***simples*** *e* ***fácil*** *de levar para onde se quiser (...)"* (grifos nossos),

constituímos e destacamos o sintagma nominal: **gente fácil**.

As possibilidades virtuais de sentido para **gente**, relacionadas pelos sememas do NDLP (Ferreira, 1986) são:

1. Quantidade maior ou menor de pessoas indeterminadas; povo;

2. Determinado número de pessoas que têm em comum certas características, ou profissão, ou interesse; pessoal;

3. Número indeterminado de pessoas, ou mesmo uma só pessoa; alguém;

4. O gênero humano; a humanidade;

5. O ser humano; homem, pessoa;

6. Habitantes de determinada localidade, região ou país; população, povo;

7. Partidários ou sequazes de uma idéia, de uma facção ou causa política; companheiro, camarada;

8. Família ou empregados.

Pelo fato de o vocábulo **gente** referir-se à coletividade indígena, os sememas: "uma só pessoa" e "alguém" não são confirmados por individualizarem o referente de natureza coletiva.

Já os sememas: "o gênero humano", "a humanidade", "o ser humano" não se confirmam por serem abrangentes demais, ou seja, poderiam englobar, por exemplo, o campo lexical do *homem branco*.

O semema: "partidários ou sequazes de uma idéia, de uma facção ou causa política" também não se confirma, pois, se por um lado Caminha busca observar nos nativos alguma "idéia" ou formação de ordem religiosa, ou ainda alguma "facção" de ordem política, por outro, não encontra nenhum sectarismo. A seu ver, há, nos nativos, uma ausência de "idéia" religiosa, que fica estampada em:

"(...) ***eles não têm crença alguma,*** *segundo parece"* (grifo nosso).

Outra ausência, para o autor, é a de ordem política, como atesta o seguinte trecho:

"(...) vieram alguns a ele (o capitão), ***não para o reconhecerem por senhor, porque me parece que não entendem nem tomavam disso conhecimento*** *(...)"* (grifo nosso).

Por esses dados textuais, essas "ausências" de religião e política tornam aquela **gente**, segundo o parecer do colonizador, disponível e pronta para ser arregimentada com vistas à salvação católica e à correspondência aos ideais imperialistas. Assim, o semema: "partidários ou sequazes de uma idéia, de uma facção ou causa política" não encontrou convalidação textual para sua confirmação.

O caso dos sememas: "companheiro" e "camarada" não se confirmam para o denominador **gente**, pois sua convalidação

dependeria do registro de um grau de interação e familiaridade notadamente ausentes na situação de enunciação.

Finalmente, o semema: "família ou empregados" não foi confirmado para **gente** porque indicam sentidos que não integram o foco de observação de Caminha, qual seja, o da constatação se os indígenas estavam ou não em condições de serem o objeto, ou os pacientes do empreendimento da catequização e, posteriormente, da dominação. Além do mais, a idéia de "família" não se aplicaria numa relação metrópole/colônia, bem como a de "empregados", que não se aplicaria a uma relação dominador/dominados.

O adjetivo **fácil**, integrante do sintagma nominal referência, relacionado à denominação **gente**, apresenta, neste enunciado, as seguintes possibilidades virtuais de sentido, segundo o NDLP (Ferreira, 1986):

1. Que se faz ou se consegue sem custo ou esforço;
2. Que se apreende ou compreende sem custo;
3. Claro, simples, vulgar, natural;
4. Espontâneo, pronto;
5. Dócil, brando, suave;
6. Acessível, lhano, comunicativo;
7. Inclinado, tendente, propenso;
8. Crédulo, ingênuo, confiante;
9. Precipitado, irrefletido, imponderado.

No enunciado **gente fácil**, os sememas: "que se faz ou se consegue sem custo ou esforço", "pronto", "dócil", "brando", "acessível", "inclinado", "tendente", "propenso", "crédulo", "ingênuo", "confiante" podem ser confirmados por convalidação pelos trechos do texto em que Caminha demonstra acreditar na facilidade da conversão dos indígenas, justificadas exatamente por suas avaliações, como em:

"*E, (...)* ***não duvido, (...), que se façam cristãos*** *(...)*" (grifos nossos),

e em:

"*(...) e* ***andavam mais mansos e confiados entre nós*** *que nós entre eles.*" (grifo nosso).

No trecho a seguir, ficam confirmados os sememas: "que se faz ou se consegue sem custo ou esforço", "pronto", "dócil", "acessível", "confiante". Dançar é uma prática muito natural na cultura indígena, mas o abandono, a imprevidência e a alegria nessa interação com estrangeiros assumem um aspecto saliente na avaliação de Caminha quando registra:

"*(...) meteu-se com eles a dançar, pegando-lhes nas mãos e* ***eles folgavam e riam e andavam com ele mui bem****, ao som da gaita.*" (grifo nosso).

Os sememas "crédulo", "ingênuo", "confiante" (acepção 8) e "precipitado", "irrefletido", "imponderado" (acepção 9) estão presentes e confirmam-se pela credulidade e pela confiança demonstradas pelos indígenas no trato com os portugueses, como convalida a seguinte passagem:

"*(...) a uns dava uma coisa, a outros outra, de maneira que* ***com aquele engodo quase nos queriam dar a mão. Davam-nos daqueles arcos e setas*** *por sombreiros e carapuças de linho e* ***por qualquer coisa*** *que se lhes queria dar.*" (grifos nossos).

O semema "simples" é confirmado quando Caminha relata o modo de vida dos indígenas em:

"***Eles não lavram, nem criam*** *(...)*

***Não comem senão** do inhame, (...) e **das sementes e produtos, que as árvores de si lançam** (...)*" (grifos nossos).

Os sememas "vulgar", "natural", "espontâneo" são confirmados pelo registro de aspectos comportamentais diversos daqueles do europeu medieval, como vemos em:

"*(...) uma mulher moça, (...) à qual **deram um pano com que se cobrisse** e puseram-lho derredor, **mas ela**, quando se sentava, **não fazia caso de o muito estender** (...)*" (grifos nossos).

Esses aspectos comportamentais têm, para o autor, na inocência a sua causa:

"*A **inocência** desta gente, Senhor, é tal que a de Adão não seria maior **quanto ao pudor** (...)*" (grifos nossos).

Por fim, o semema "suave" não se confirma nos trechos em que os sememas "lhano", "comunicativo", "precipitado", "irrefletido", "imponderado" aparecem ora na aparente impulsividade em:

"*(...) por a sua **algazarra** ser tamanha que se não entendia nem ouvia ninguém(...)*" (grifo nosso),

e também em:

"*(...) **a conversação deles conosco** (...) quase nos perturbavam (...)*" (grifo nosso),

ora na aproximação descuidada em:

"*(...) **se misturaram conosco** e **abraçavam-nos** e **folgavam** (...)*" (grifos nossos).

Os sememas "que se apreende sem custo" e "claro" não se confirmam para o enunciado ***gente fácil*** por não encontrarem convalidação no corpus de referência, afinal, toda aquela comunicação que se estabeleceu entre nativos e portugueses era, no mínimo, parcial em função de não compartilharem da mesma língua.

Assim, concluímos que para ***gente*** em ***gente fácil***, das acepções registradas no verbete do NDPL (Ferreira, 1986), as que constituirão o conjunto de possibilidades virtuais de sentido confirmadas para o denominador são as que indicam a ativação dos sentidos dados por: "quantidade maior ou menor de pessoas indeterminadas", "povo", "determinado número de pessoas que têm em comum certas características, ou profissão, ou interesse", "pessoal", "número indeterminado de pessoas", "homens", "pessoas", "habitantes de determinada localidade, região ou país", "população", "povo" com os quais se compatibilizam aqueles confirmados para ***fácil***, que indicam a ativação dos sentidos dados por: "que se faz ou se consegue sem custo ou esforço", "simples", "vulgar", "natural", "dócil", "branda", "acessível", "comunicativa", "crédula", "ingênua", "confiante", "precipitada", "irrefletida", "imponderada".

Portanto, a partir da revelação dessa tessitura de sentidos atribuídos a ***gente fácil***, constituímos a imagem do indígena de acordo com a perspectiva de dominação que o descobridor, em consonância com seus interesses subjacentes, emprega em suas operações de denominação e de qualificação. A exposição dos sentidos da imagem do indígena destaca o papel do léxico na construção do objeto-de-discurso – ***gente fácil*** – criado e mantido no texto por estratégias discursivas intencionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAIÃO, A. *Os sete únicos documentos de 1500, conservados em Lisboa, referentes à viagem de Pedro Álvares Cabral*. Lisboa: Agência Geral das Colônias, 1940.

BARBOSA, M.A. Polissemia e parassinonímia nos termos da ecologia. In: *Anais do III E.E.L.A.*, Vol. 1. Arte e Ciência: São Paulo, 1998.

DUBOIS, J. Lexicologia e análise de enunciado. In: *Gestos de leitura*: da história no discurso. ORLANDI, E. (org.). Campinas: UNICAMP, 1994.

DUCROT, O. *O dizer e o dito*. Campinas: Pontes, 1987.

FERREIRA, A.B.H. *Novo Dicionário da Língua Portuguesa*. 2. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986.

GUIRAUD, P. *A semântica*. 3. ed. São Paulo: DIFEL, 1980.

LOPES, E. *Discurso, texto e significação*: uma teoria do interpretante. São Paulo: Cultrix, 1978.

MAINGUENEAU, D. *Pragmática para o discurso literário*. São Paulo: Martins Fontes, 1996.

MARCUSCHI, L.A. Referenciação e progressão tópica: aspectos cognitivos e textuais. XII Jornada do Grupo de Estudos Lingüísticos do Nordeste (GELNE), Fortaleza, 1º-4 set. 1999. (mimeo)

NAVARRO, Huguette Pottier. *La polissemia lexica en español*: Teoría e resolución. Madrid: Gredos, 1991.

ORLANDI, E. P. (org.). *Gestos de leitura*: da História no discurso. Campinas: UNICAMP, 1994.

POTTIER, B. *Théorie et analyse en linguistique*. 12. ed. Paris: Hachette Supérieur, 1992.

VIGNAUX, G. *L'Argumentation: essai d'une logique discursive*. Génève: Droz, 1976.

Para contatos com a autora:
marleneg@cefetsp.br

MEIOS E CONDIÇÕES PARA FABRICAR FABRICANTES

Sergio Luiz Kyrillos
Engenheiro, Mestre em Educação
Coordenador do Curso Superior de Tecnologia em Processos de Produção e Usinagem do CEFET-SP

Este ensaio visa abrir um espaço para a discussão da questão que envolve a educação profissional como fração significativa da modelagem de um sistema dependente da estrutura mundial fundamentada na globalização.

Palavras-chave: educação profissional, estrutura mundial, globalização.

This essay aims at opening a space to discuss the question of professional education as a significant part of the model of a system dependent of the world structure founded in globalization.

Key words: professional education, world structure, globalization.

APRESENTAÇÃO

A globalização, como forma de organização da humanidade, tem-se colocado como o espaço geopolítico que as nações capitalistas utilizam como modelo. O Brasil a duras penas tenta atingir ou, no mínimo, ficar próximo do centro desse modelo que possui muitas nações elétrons e muito pouco assemelhadas a núcleos atômicos carregados de prótons e nêutrons.

Temos sido os satélites gravitando ao redor de um centro que abriga bolsas de valores, bancos e empresas transnacionais. Na Antigüidade, o Egito, a Grécia e Roma, entre outros, exerceram seu papel de núcleos; hoje ocupam esse lugar os Estados Unidos e também a Europa – muito embora esta última tenha exercido sua influência mais fortemente no século XIX.

Kyrillos, S.L. (2002) destaca que "é impossível desvincular desse panorama as implicações econômicas e sociais de um país que luta para se fixar em um ambiente de novas tendências, e amplitudes comuns, aqui entendidos como a atual conjuntura na qual o capital se movimenta com a intenção de procurar e encontrar ambientes onde barreiras e restrições ao comércio e aos negócios sejam pequenas. Pode-se ilustrar o que foi descrito por meio das novas fronteiras políticas e blocos econômicos que lutam para se implementar. Fato que se comprova pela importância assumida pelo Mercosul (Mercado Comum do Cone Sul), liderado pelo Brasil e seus parceiros Argentina, Paraguai e Uruguai; pela ALCA (Área de Livre Comércio das Américas), que tem por filosofia integrá-las num único bloco; pela U.E. (União Européia), megamercado que incorpora quinze países, com livre trânsito de produtos e pessoas; pelo NAFTA (North American Free Trade Agreement), composto por Estados Unidos, México e Canadá e pela Associação Econômica de Países do Pacífico, que incorpora os ditos 'Tigres Asiáticos': Japão, Hong Kong, Taiwan e Coréia do Sul ".

Colocada essa tendência, junto dela vem o estímulo à resistência e às hegemonias exercidas pelos países centrais. O processo de

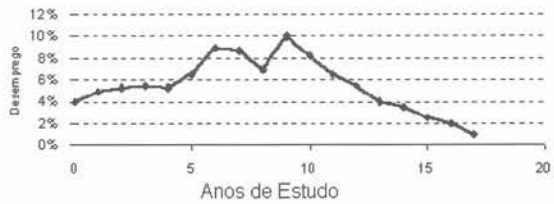
globalização cria desvios que precisam ser controlados e às vezes combatidos. Esses desvios relacionam-se, ao meu ver, à crescente dominação econômica da nação anfitriã, à desigualdade de força criada pelo poder dos grandes conglomerados fabris e financeiros que nela se instalam e à pasteurização ou homogeinização cultural, o que é inaceitável.

Entretanto, creio não ser nem possível e nem viável colocarmo-nos como vítimas da globalização, muito embora seja evidente que esse processo, se por um lado traz progressos vinculados à idéia de resultados econômico-financeiros obtidos em saldos de contas de correntes, avanços tecnológicos e aumento da oferta de produtos, traz também o sentimento de dominação e destruição de valores culturais, que acabam tornando-se evidentes. Dessa forma, num maior ou menor tempo, o atual quadro de globalização gera insatisfações naqueles que não se sentem beneficiados por ela; muito ao contrário, sentem-se explorados por esse sistema e dele excluídos. Deve-se, portanto, procurar construir a globalização que nos convenha. Qual será?

NÃO É RACIOCÍNIO BANAL, TAMPOUCO VISÃO SIMPLISTA

Carvalho (1997: 71-87), discorrendo sobre a tecnologia e a educação tecnológica, acentua que no mundo globalizado existe uma grande força no sentido de fortalecer as desigualdades sociais. Essa força poderá ser atenuada a partir de uma ação educacional que trabalhe com a percepção da realidade dos educandos como um todo. D'Ávila, E. e Teixeira, R. P. (2001), utilizando dados do IPEA, que reproduzimos abaixo, esclarecem que sendo maior a escolaridade menor será o índice de desemprego, particularmente quando se trata de educação em níveis fundamental e básico.

Índice de desemprego em Função da Escolaridade



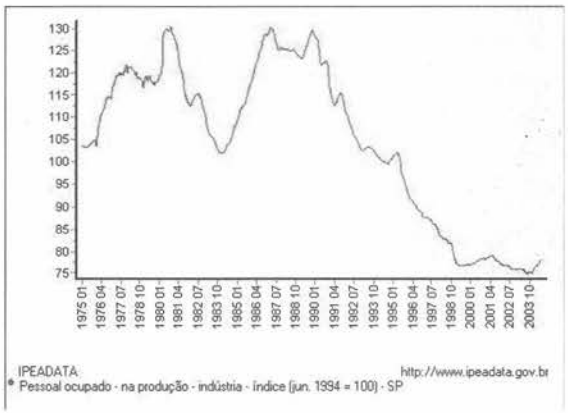
O filósofo Antonio Gramsci (1891-1937) nos remete a reflexões quando explica que "todo grupo social, ao mesmo tempo em que se constitui sobre a base original da função essencial que ele assume no campo da produção econômica, cria organicamente uma ou mais camadas intelectuais que lhe asseguram homogeneidade e consciência de sua própria função, não somente no setor econômico, mas também nos setores social e político...". Isso nos leva a deduzir que as referidas camadas não vêm à luz por geração espontânea ou de forma abstrata; surgem por meio das relações concretas a partir de uma produção sócio-cultural, de construção diuturna e histórica.

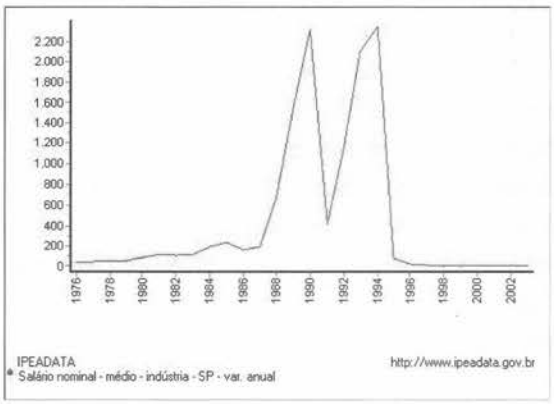
Kyrillos (2000) propõe que as instituições de ensino profissional necessitam trabalhar mais próximas dos setores produtivos, que mudam – em função de novos processos produtivos – rapidamente seus requisitos de competências necessárias para a atuação profissional num planeta que possui organizações que se relacionam de forma tão intensa; sugere ainda que seja necessário propiciar condições para tornar seus educadores mais hábeis, tanto no uso das novas tecnologias educacionais quanto na implementação de uma psicologia educacional mais atualizada aos padrões necessários para o enfrentamento de obstáculos criados em função das exigências do mundo globalizado. Os professores devem ser capazes de mostrar a relação existente entre o ambiente escolar e o mundo do trabalho.

Por outro lado, o Estado brasileiro deve ter uma atuação mais lúcida, além da iniciativa no sentido de articular condições para o desenvolvimento de novos e muitos

protagonistas que possam vir a criar as forças produtivas capazes de gerar, não só estabilidade financeira e ganhos monetários, mas também principalmente robustecer as organizações geradoras dos bens de produção, da indústria de base, articular a agroindústria e a biotecnologia – capazes de implementar os conhecimentos tecnológicos no campo –, fomentar e incentivar a iniciativa empreendedora de jovens profissionais. Deve, enfim, fortalecer todos os meios capazes de fabricar os fabricantes porque são eles os atores capazes de produzir, ao meu ver, a verdadeira riqueza necessária ao desenvolvimento e aos interesses do país. Não se trata de xenofobia; entretanto o Brasil possui hoje massa empresarial suficientemente preparada para desenvolver empresas líderes em setores como o da indústria siderúrgica, o da aeroespacial, o da têxtil, o da agroindústria, entre outras, capazes de, em disputas internacionais, mostrar todo o seu potencial tanto no que se refere à tecnologia quanto à sua capacidade de negociação; muito embora o Brasil seja um país economicamente pequeno, já que movimenta menos de 2% do PIB mundial.

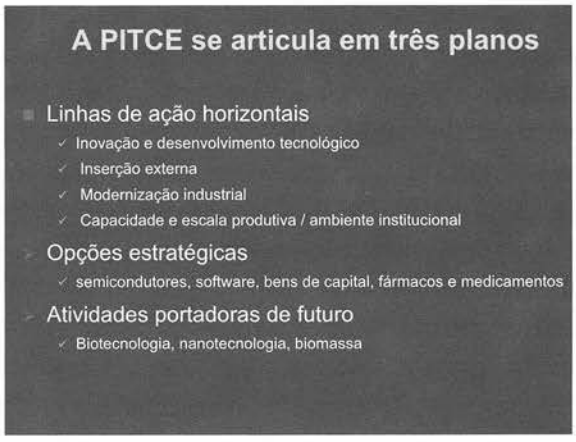
Um país como o Brasil tem em seu território próximo de 400 das cerca de 600 maiores corporações do mundo e não pode, constantemente, ficar a reboque do mundo monetarista; deve, sob a minha ótica, prioritariamente vincular sua riqueza ao investimento produtivo, à geração de emprego e renda, diminuindo a exclusão social que a mera especulação financeira propicia. É importante salientar que a internacionalização de empresas brasileiras é boa, porque facilita a captação de recursos no exterior a taxas bem inferiores, já que numerários lá captados por organizações genuinamente brasileiras – não possuidoras de filiais ou coligadas – carregam os custos das incertezas que os agentes financeiros internacionais vêem nas instabilidades da economia brasileira. De qualquer modo esses recursos serão bem aplicados caso estejam a serviço da industrialização de bens e produtos, da criação de postos de trabalho (que desde 1998 tem apresentado índices pífios conforme demonstra o gráfico a seguir – *Pessoal Ocupado / Produção – Indústria*), e de forças produtivas capazes de gerar um mercado interno indutor de novas demandas, uma vez que, de acordo também com dados do IPEA (*Salário Nominal Médio – Indústria/SP*), reproduzidos a seguir, demonstra-se que o poder aquisitivo dos consumidores brasileiros tem-se mantido em níveis baixíssimos, incapazes, portanto, de gerar demandas internas apreciáveis. Assim, não acredito ser possível nos manter de maneira sustentável apenas com as exportações e dependentes dos consumidores de mercados externos. É louvável a criação de mecanismos que consolidem e fortaleçam uma poupança interna apreciável; entretanto como fazê-lo diante dos dados apresentados?





Fonte IPEADATA – acesso: 14 set. 2004

Ao Brasil deveriam ser direcionados investimentos em infra-estrutura, tais como energia elétrica, ferrovias, armazéns e portos; esses também agentes produtivos capazes de movimentar o mercado interno. O IPEA projetou, para o ano de 2004, crescimento econômico superior aos 3,5% previstos anteriormente, segundo seu presidente, Glauco Arbix. Ele afirma que *"em 2005 investimento será a questão chave, e será urgente que se resolvam questões ligadas à infra-estrutura como estradas, portos e energia"*. Mantidas as atuais taxas de crescimento para a economia brasileira, a Agência Internacional de Energia (AIE) prevê a necessidade de investimentos da ordem de US$ 450 milhões, hoje indisponíveis. O presidente da unidade brasileira de uma montadora de automóveis de origem americana, em entrevista ao jornal *Folha de São Paulo* de 30.08.2004, Caderno Dinheiro, declarou que *"se o Brasil crescer 4% este ano e 4 % em 2005, em 2006 não teremos como crescer porque não teremos infra-estrutura"*. Cabe lembrar que, no ano de 2001, nosso país teve de frear o crescimento por falta de energia em episódio conhecido como "apagão". Entretanto, no sentido de minimizar esses problemas estruturais, é possível destacar que vêm sendo desenvolvidas pelo Estado brasileiro algumas ações voltadas à política industrial e tecnológica; porém voltada ao comércio exterior. A PICT (Política Industrial e Tecnológica e de Comércio Exterior) tem como foco, segundo Mario Sergio Salermo, diretor de estudos setoriais do IPEA, uma política focada no aumento da eficiência produtiva, na diminuição da vulnerabilidade externa e no estímulo à poupança que vise à dinamização da estrutura produtiva integrada à eficiência econômica com inovação tecnológica e ampliação do comércio exterior, cujos eixos principais e planos de articulação apresentamos abaixo.



CONCLUSÃO

Nosso país tem passado por profundas alterações, a tecnologia tem avançado rapidamente e o conceito acerca das necessidades de capacitação vem mudando. Creio que a formação profissional na área tecnológica deve no momento permitir que os estudantes tenham oportunidades de auto-realização.

A articulação entre a educação e o trabalho, em particular a educação profissional, precisa ser incrementada, sem, entretanto, sucumbir à idéia de que meros implantes de casos bem-sucedidos no mundo do trabalho sejam suficientes para transformá-la. Não se pode pensar em educação como simples ferramenta para a inserção de indivíduos no mercado de trabalho; educação é muito mais do que isso. É o processo pelo qual mudamos e reconstruímos o mundo, avançamos como seres pensantes, realizamos

sonhos, construímos cidadãos, consolidamos uma nação.

Por outro lado, é impossível ignorar o exército de desempregados que não encontra posição no mercado de trabalho por falta de qualificação profissional. Pesquisa da Confederação Nacional da Indústria (CNI), encomendada ao IBOPE e publicada pela Agência Estado em 19.09.2004, aponta que o desemprego deve bater em 14% o emprego nos próximos seis meses (44% – aumento do desemprego contra 30% – aumento do emprego), se mantido o atual ritmo de inflação. Indicadores demonstram que o aumento do tempo de permanência na escola é uma solução viável, além de possível para a questão da redução do número de desempregados. O estímulo às instituições de fomento que permitem o surgimento de novos empreendedores deve ser valorizado, já que acreditamos ser plenamente possível motivar nossos estudantes com o objetivo de torná-los aptos a ter atitudes na direção de buscar o que lhes interessa, permitindo rastrear boas oportunidades, colocando em suas mãos o seu destino.

Na condição de agentes transformadores, nosso verdadeiro papel, como educadores, não é o de permitir a perpetuação de procedimentos de capacitação que sejam apenas canais para repassar formulários, instruções e informações. Acredito que uma postura didática e empreendedora permita aos nossos educandos construir verdadeiros projetos de vida.

É preciso, também, que se tenha em boa conta o quanto de esforço é necessário para o cumprimento e a execução das austeras metas traçadas em acordos internacionais que acabam por revelar apenas bons números para a economia, mas que levam ao empobrecimento interno, conforme os gráficos acima demonstram, enquanto as reais prioridades – aquelas que envolvem o desenvolvimento do País – ficam relegadas a um plano secundário.

Finalizando, acreditamos ter um País digno à medida que nossos recursos humanos, os mais valiosos patrimônios nacionais, estejam plenamente capacitados e atuando em conjunto com as forças produtivas, capazes de gerar fortes demandas por trabalho. Desse ciclo teríamos estratos sociais, via redistribuição de renda, suficientes para garantir a existência e o desenvolvimento de um mercado interno pujante. Optar apenas pelo mercado externo, por mais sedutor que sejam os números para a balança comercial, não nos parece ser a opção mais racional.

A inserção do País no mundo globalizado requer investimentos em educação, ciência e capacitação para o trabalho voltado à aplicação de novas tecnologias e para o desenvolvimento de infra-estrutura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO, M. G. Tecnologia, desenvolvimento social e educação tecnológica. *Educação & Tecnologia*. Revista Técnico-Científica dos programas de Pós-Graduação em Tecnologia dos CEFETs PR/MG/RJ. Curitiba, 1997.

D'ÁVILA, E.; TEIXEIRA, R. P. O dilema da formação profissional básica: a construção de um sistema de qualificação profissional básica objetivando a formação do trabalhador-cidadão ou o treinamento rápido para reinserção no mercado de trabalho? *Sinergia*. Vol. 2, jan-jun 2001. São Paulo: CEFET-SP.

FOLHA DE SÃO PAULO. *Montadoras vão propor ações para ampliar mercado interno*. Disponível em: www.folhaonline.com.br

GRAMSCI, A. *Maquiavel, a política e o Estado moderno*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1979.

_____. *Materialismo histórico e a filosofia de Benedetto Croce*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1981.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. *Políticas industrial e tecnológica e de comércio exterior. Em:* www.ipeadata.gov.br. Acesso em 17 set. 2004

____. *Pessoal ocupado – produção – indústria (SP). Em:* www.ipeadata.com.br. Acesso: 14 set. 2004

_____. *Salário nominal – médio – indústria (SP). Disponível em:* www.ipeadata.com.br. Acesso em 14 set. 2004

KYRILLOS, S. L. Educação, mercado de trabalho e globalização. *Sinergia*, vol 1, jul-dez, 2000. São Paulo: CEFET-SP

_____. Empregabilidade e educação para empreendedores. *Sinergia* 2002, Vol. 3, jul-dez 2002. São Paulo: CEFET-SP.

S/A O ESTADO DE SÃO PAULO – Perspectivas para inflação e desemprego: Pesquisa CNI/IBOPE. Disponível em: www.estado.com.br Acesso: 19 set. 2004

Para contato com o autor:
kyrillos@ifsp.edu.br

AQUISIÇÃO DE CONHECIMENTO: O GRANDE DESAFIO NA CONCEPÇÃO DE SISTEMAS ESPECIALISTAS

Shirlly Christiany Macedo Silva
Aluna do Mestrado em Sistemas e Computação da UFRN
Graduada em Ciências da Computação pela UERN

Welbson Siqueira Costa
Aluno do Mestrado em Sistemas e Computação da UFRN
Tecnólogo em Informática pelo CEFET/RN

Durante as últimas décadas o mundo vem-se tornando um ambiente de convívio totalmente dependente das informações. Neste contexto surgem os Sistemas Especialistas (SEs). Uma das etapas da construção desses sistemas agrega bastante dificuldade em suas concepções, a aquisição de conhecimento. Neste trabalho é exposto o conceito de SE mostrando sua arquitetura, as dificuldades em adquirir o conhecimento para os SEs e algumas técnicas de aquisição de conhecimento.

Palavras-chave: aquisição de conhecimento, sistema especialista, regras de produção.

During the last decades the world is turning into an environment totally dependent on information. In this context, the Expert Systems (ES) appear. One of the stages of the construction of these systems poses a lot of difficulty in its conceptions, the knowledge acquisition. In this work we show the concept of ES, showing its architecture, the difficulties in acquiring the knowledge for ESs and some techniques of knowledge acquisition.

Key words: knowledge acquisition, expert systems, production rules.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento mundial ocorre e vem-se intensificando em virtude da crescente quantidade de informações compartilhada entre os povos. Esse desenvolvimento acontece em conjunto com o desenvolvimento tecnológico, o qual abre maiores caminhos para a disseminação de mais informações ou conhecimento. Por exemplo, a Internet é uma das grandes responsáveis pela divulgação de conhecimento ou informações. Nesse contexto de mundo, repleto de informações, é cada vez mais crescente a necessidade que têm os profissionais e empresas de possuírem conhecimento sobre o seu domínio de atuação para que possam mostrar-se competitivos no mercado em que atuam. O diferencial competitivo de uma empresa situa-se essencialmente na capacidade que ela tem de oferecer soluções para seus clientes. Essa capacidade provém do conhecimento adquirido pela empresa e por profissionais que trabalham nela durante anos. Por não ser um produto concreto, o conhecimento pode simplesmente sumir ou não estar presente quando for necessitado, estando ele armazenado na mente das pessoas que trabalham na empresa e pode desaparecer com uma mudança de quadro de pessoal. Estando

ele registrado em documentos e relatórios, poderá não ser percebido facilmente quando realmente for necessitado. Assim, o uso de sistemas inteligentes vem-se tornando popular e essencial em empresas de médio e grande portes. Esses sistemas inteligentes são os Sistemas Especialistas (SEs), que armazenam conhecimento e possibilitam facilmente o próprio resgate de maneira organizada, sendo os Sistemas de Apoio à Tomada de Decisões exemplos de SEs. Os Sistemas de Apoio à Tomada de Decisões armazenam informações relevantes de um determinado assunto e auxiliam a tomada de decisões sobre aquele assunto. Por exemplo, acerca de compra e venda de ações na bolsa de valores, o que se dá em função da cotação do dólar, do índice de risco de investimento em determinado país, do preço do petróleo, entre outros, e tudo isso pode ser auxiliada por um Sistema de Apoio à Tomada de Decisão.

Outro fato que ocorre com a grande quantidade de informações existentes é que não há mais um profissional que conheça tudo em sua área de trabalho ou estudo. Por exemplo, na medicina há várias áreas de especialização: um neurologista estuda e trabalha com problemas no cérebro humano, um cardiologista com problemas no coração, um ginecologista com o aparelho reprodutor feminino. Logo, um especialista é aquele profissional que possui um conhecimento profundo e específico em determinada área. Mas especialistas são raros e bastante requisitados e ainda podem, algumas vezes, falhar. Dessa maneira os SEs demonstraram ser de grande valia na realização de tarefas que requerem especialização (Solange, 2003: 68). Esses sistemas podem, em algumas tarefas, não substituir o especialista, como num diagnóstico médico, mas podem auxiliá-lo aumentando a eficácia no diagnóstico e tratamento de doenças.

Já é um fato o uso de Sistemas Especialistas em diversas áreas de trabalho. Mas a construção desses sistemas apresenta um grande desafio, a construção de sua base de conhecimento, que para ser realizada necessita de uma abordagem de engenharia de conhecimento que extrai informações de especialistas, documentos e fatos e os insere na base que será usada pelo sistema. Essa tarefa é essencial e bastante difícil, tendo em vista a natureza do problema (o conhecimento).

2. SISTEMAS ESPECIALISTAS

Sistemas Especialistas, também conhecidos como Sistemas Baseados em Conhecimento (SBC), são Sistemas Inteligentes (SI). Conforme Solange (2003:.52), há muitas controvérsias sobre a definição de SI. No entanto, em sua maioria elas acabam por convergir para um mesmo ponto: SIs são sistemas de computador que têm a capacidade de realizar operações que se fossem realizadas por humanos seriam consideradas inteligentes. Os SEs diferem de outros SIs por possuírem a capacidade de gerar explicações sobre a linha de raciocínio por trás de cada uma de suas decisões.

Os SEs são programas de computador que manipulam conhecimento e informações de forma inteligente. Eles são desenvolvidos para resolver problemas que requerem uma grande quantidade de conhecimento humano e de especialização. Por isso, todo SE possui uma base de conhecimento onde estão armazenados conhecimentos humanos sobre uma determinada área na qual será usado. Um exemplo de SE seria o de um sistema de apoio à tomada de decisões empresariais: esse sistema deveria armazenar informações relevantes ao bom desempenho empresarial de um determinado empreendimento. Assim os empresários poderiam consultá-lo sempre que tivessem a necessidade de tomar uma decisão.

3. ESTRUTURA DE UM SISTEMA ESPECIALISTA

Nem todos os SEs apresentam a mesma estrutura, no entanto, em sua grande maioria ela é semelhante à da Figura 1.

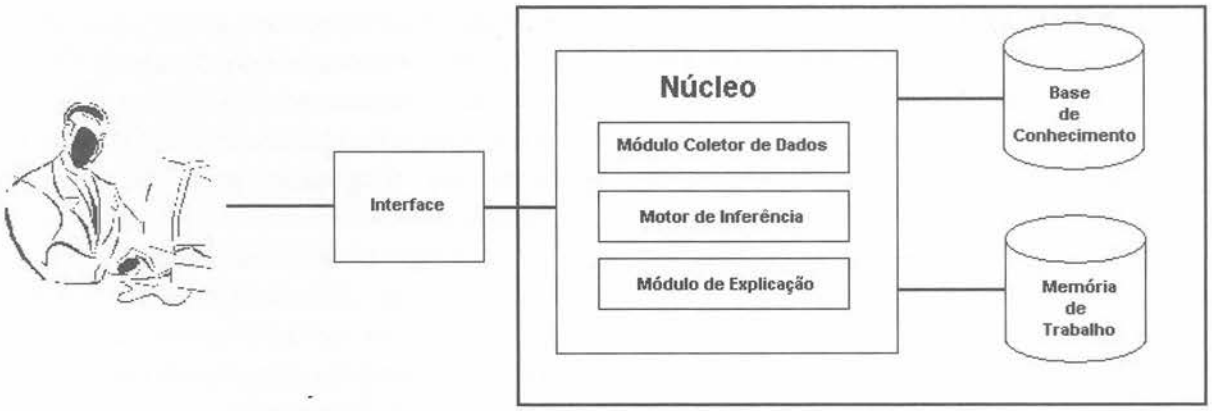


Figura 1

3.1. Base de Conhecimento (BC)

A BC é o local onde está armazenado o conhecimento sobre um domínio de atuação do SE. Esse conhecimento pode estar representado em alguma das várias linguagens de representação de conhecimento como: regras de produção, lógica, *frames* ou redes semânticas.

Muitas vezes o conhecimento existente na BC não é totalmente suficiente para chegar a uma conclusão e fornecer uma resposta plausível; assim, os SEs devem possuir mecanismos para lidar com esses problemas, tais como informar, por exemplo, ao usuário que necessita de determinada informação para poder chegar a um resultado, ou fornecer uma resposta intermediária.

3.2. Núcleo do SE

O núcleo do SBC é composto basicamente por três módulos que podem ser independentes ou não. 1) **Módulo Coletor de Dados (MCD):** é responsável pela interação com o usuário. Ele faz perguntas necessárias ao processo de raciocínio (inferência). Como perguntas sobre sintomas de doenças, na tentativa do diagnóstico correto; 2) **Motor de Inferência (MI)**: é responsável pelo desenvolvimento do raciocínio (inferência) baseando-se nas informações obtidas pelo MCD e armazenadas na BC. É nesse módulo que são processadas informações para se obter respostas aos usuários do SBC; 3) **Módulo de Explicação (ME)**: tem a função de fornecer explicações, em alto nível, sobre o porquê de ter chegado à determinada conclusão ou o porquê de estar fazendo uma determinada pergunta ao usuário.

3.3. Memória de Trabalho

A MT pode ser comparada à memória RAM de um computador, ou seja, ela é uma área de armazenamento de informações temporárias. Informações que são necessárias apenas no momento em que um determinado trabalho está sendo realizado. Nela são registradas todas as respostas fornecidas pelos usuários em uma interação com o sistema; são armazenados, também, todos os passos executados em uma interação, as conclusões intermediárias e as finais.

3.4. Interface

A interface é o meio de interação entre os usuários e o SE. Ela permite a comunicação entre ambas as partes. É por meio dela que o sistema faz perguntas aos usuários e recebe as respectivas respostas. Também é através dela que o sistema expõe as conclusões e explicações.

4. REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO NA BASE DE CONHECIMENTO

Segundo Solange (2003: 29), representar um conhecimento pode ser entendido como uma forma sistemática de estruturar e codificar o que se sabe sobre determinado assunto.

Há várias técnicas de representação de conhecimento como: Representação Lógica, Redes Semânticas, *Frames*, Orientação a Objetos e Regras de Produção.

Por serem de fácil entendimento e não necessitarem de conhecimento específico. Vejamos com mais detalhes as Regras de Produção:

Os primeiros SEs foram sistemas baseados em regras. Sistemas assim trabalham com a idéia de que seres humanos tomam decisões baseando-se em regras do tipo ***SE* <condição> *ENTÃO* <conclusões e ações>** (Neghevitsky, 2002: 30).

Uma simples regra de produção seria: *SE* está chovendo *ENTÃO* não vou sair hoje. As condições podem estar armazenadas na BC ou serem fornecidas pelos usuários do sistema como respostas às perguntas do próprio SE. Algumas regras podem produzir conclusões intermediárias as quais serão usadas como condições de outras regras para se chegar a uma conclusão final. Vejamos o exemplo seguinte:

***SE* <tenho dinheiro> *ENTÃO* <posso ir à festa>**
***SE* <posso ir à festa> *ENTÃO* <convidarei minha namorada>**

Como podemos observar, no exemplo acima, as regras são uma forma natural de representação de conhecimento.

5. AQUISIÇÃO DE CONHECIMENTO (AC)

Segundo Mastela (2004), AC pode ser definida como o processo de compreender e organizar o conhecimento de várias fontes. Esse conhecimento deverá, então, ser codificado e armazenado em uma BC para que possa ser resgatado pelo SE quando necessário.

O agente responsável por todas as atividades de construção de um SE é o engenheiro de conhecimento. Ele deve entender o domínio de aplicação do sistema para que possa interagir com as fontes de informações (conhecimento que será incorporado ao SE) e, ainda, deve possuir um conhecimento razoável de computação, linguagens e ferramentas de inteligência artificial, a fim de escolher o melhor para implementação do sistema.

A AC é a atividade inicial do processo de engenharia de conhecimento e a mais difícil (Mastela, 2004), por isso diz-se que é o gargalo da construção dos SEs. Essa dificuldade se dá em virtude da inexistência de uma metodologia eficiente, confiável e padrão para extração e organização do conhecimento das várias fontes. Essa dificuldade existe de fato, no entanto a AC é essencial, pois apenas ela permite a construção de uma BC, que é inerente à existência de um SE.

As fontes de conhecimento usadas no processo de AC podem ser documentadas ou não. As fontes documentadas são livros, filmes, gráficos, diagramas, manuais, entre outras. Já as fontes não documentadas residem na mente das pessoas que atuam no domínio de aplicação do sistema (especialistas que detêm o conhecimento que se quer armazenar no SE).

Ao utilizar fontes documentadas, o engenheiro de conhecimento esbarra na dificuldade relativa a ter que conhecer o domínio do problema para poder compreender o conteúdo dessas fontes. Por exemplo, não é possível para um leigo adquirir um livro de cardiologia e conseguir extrair conhecimentos importantes. Assim, o engenheiro de conhecimento acaba tendo de recorrer aos agentes do domínio, que são pessoas que

trabalham diretamente com o assunto em questão. Mas em quase todos os domínios há um agente que se destaca por desenvolver métodos particulares e eficientes de lidar com os problemas e ainda por possuir um conhecimento profundo sobre o assunto. Esse agente é o especialista. Especialistas desenvolvem estruturas de armazenamento de informações particulares, que são mais enxutas e eficazes para lidar com informações de um domínio específico. Dessa maneira os especialistas são a melhor fonte de informações para um processo de AC.

Há muitos fatores que causam problemas na AC a partir de especialistas. Inicialmente um problema é a comunicação entre o especialista e o engenheiro de conhecimento. O engenheiro pode começar uma série de entrevistas sem ter boa noção do assunto em questão. Assim o especialista para ser compreendido deverá usar termos triviais, mas estes não são termos que expressam a maneira natural de trabalho do especialista, logo há uma considerável perda de informações sendo transmitida. O ideal é que ambos, o engenheiro de conhecimento e o especialista, aprendam um pouco sobre o trabalho um do outro para que a conversa flua mais naturalmente, no entanto, até que isso ocorra já se terá perdido muito tempo.

Mesmo havendo uma boa interação entre especialista e engenheiro de conhecimento, ainda há alguns problemas no processo de AC.

Algumas estratégias de resolução de problemas usadas por especialistas estão tão arraigadas na mente desses profissionais que só são ativadas em situações reais de aplicação de um trabalho, por isso elas quase sempre não são transmitidas para os engenheiros de conhecimento nas entrevistas.

Outra dificuldade é que em alguns casos o especialista sabe resolver um problema, mas não sabe explicar como ou por que resolveu daquela maneira. Isso ocorre porque o conhecimento utilizado para resolver o problema é tácito, ou seja, é um conhecimento implícito em sua mente que para ser relatado deve ser explicitado. No entanto, essa tarefa oferece bastante dificuldade para os seres humanos em geral.

Há ainda o fato de que algumas pessoas sentem-se avaliadas no processo de entrevistas para AC e acabam omitindo algumas informações importantes para a construção da BC.

Um outro problema é que especialistas são profissionais extremamente valiosos e requisitados em uma empresa. Assim, é bastante difícil tê-los comprometidos plenamente com o desenvolvimento de um SE.

6. TÉCNICAS DE AQUISIÇÃO DE CONHECIMENTO

Muitos esforços têm sido feitos para sistematizar ou até mesmo automatizar o processo de AC. Esses esforços resultaram em várias técnicas, as quais podem ser classificadas em manuais, semi-automáticas e automáticas. As técnicas manuais são as mais utilizadas, as semi-automáticas geralmente são utilizadas em conjunto com as manuais, já as automáticas dizem respeito ao processo pelo qual o conhecimento é adquirido automaticamente, ou seja, sem a interferência humana, ou com pouca interferência. As técnicas automáticas são uma área tão vasta que não entram no escopo deste trabalho. Como exemplo de AC automático temos a mineração de dados e o aprendizado de máquina (redes neurais, árvores de decisões, entre outros).

6.1. Técnicas Manuais

Segundo Solange (2002: 69), a maioria das técnicas manuais fundamenta-se na psicologia e análise de sistemas, sendo o engenheiro de conhecimento o responsável por adquirir o conhecimento do especialista e de outras fontes para codificá-lo na BC.

6.1.1. Baseadas em Descrições ou Imersão na Literatura

Nesta técnica o engenheiro de conhecimento (EC) faz um pequeno estudo sobre o assunto do problema em algumas literaturas com o objetivo de adquirir algum conhecimento inicial sobre o domínio. Isso é importante para que nas futuras entrevistas com o especialista (ES) a conversa possa fluir em um nível um pouco mais adiantado, pois o simples uso de alguns jargões pelo ES poderá vir a impossibilitar o EC de entender determinadas informações.

6.1.2. Baseadas em Entrevistas

Nesta técnica são realizadas entrevistas com o ES. As informações podem ser coletadas com o auxílio de gravadores, filmadoras, questionários, ou qualquer outro meio possível. Essas informações são posteriormente analisadas para se extrair o conhecimento desejado.

6.1.3. Baseadas em Acompanhamento

Este método consiste em acompanhar o processo de raciocínio do ES em casos reais. Assim, são pesquisados casos em prontuários ou antigos projetos resolvidos anteriormente pelo especialista. Isso estimula a descrição do ES sobre o assunto em questão.

Esta técnica, por utilizar casos reais, evita que o ES seja direcionado a responder questões irrelevantes, no entanto, nem sempre se consegue uma amostragem de casos realmente representativa.

6.2. Técnicas Semi-automáticas

As técnicas de AC manuais podem ser bastante problemáticas devido ao grande número de pessoas envolvidas – especialistas, engenheiros e programadores (Solange, 2002: 78). Esse processo de adquirir o conhecimento do especialista e transmitir aos programadores acaba por gerar ruídos de comunicação entre as partes. Uma alternativa para minimizar esse tipo de problema é a aquisição de conhecimento semi-automático, que consiste na utilização de ferramentas computacionais que auxiliam o engenheiro de conhecimento a codificar a BC. Além de reduzir o contingente de pessoas envolvidas, e por conseqüência os problemas de comunicação, a aquisição semi-automática também acelera o processo de construção da Base de Conhecimento, permitindo que o engenheiro e o especialista tenham respostas mais rápidas, pois à medida que a Base vai sendo construída ela pode ser testada e possíveis erros serem detectados prematuramente.

7. CONCLUSÃO

A sabedoria vem com o uso bem-sucedido do conhecimento. Entendendo conhecimento como sendo um conjunto de informações necessárias à realização de determinadas tarefas, é irrefutável que a sabedoria é o bem mais precioso da humanidade, pois somente com o saber é possível sobreviver e se desenvolver. A preciosidade da sabedoria também provém do conceito de que ter saber é ter poder, ou seja, poder para realizar atos que só são possíveis quando se tem o saber.

O conhecimento é inerente a qualquer área de atividade em nossa sociedade; assim, existem os mais diversos conhecimentos possíveis. As informações que compõem um determinado conhecimento podem estar localizadas em diversos meios, tais como livros, anotações, registros em uma empresa, banco de dados, mente de pessoas, entre outros. Mas essas informações nem sempre podem ser facilmente resgatadas ou manipuladas. Informações em livros, por exemplo, são de difícil acesso quando não se sabe realmente o que se quer ou quando não se tem o livro certo. Conhecimento na mente

de pessoas também é outro problema, já que essas pessoas nem sempre estão disponíveis.

Pessoas com um grande conhecimento específico em determinado assunto são denominadas especialistas. Esses profissionais são de extrema importância em certas áreas de trabalho e são bastante requisitados. Assim, é de interesse que o conhecimento de sua mente possa ser perene e facilmente acessível. Em virtude dessas necessidades, uma das áreas de estudos da informática, a Inteligência Artificial, vem despendendo esforços para a construção de sistemas informatizados que possam armazenar e possibilitar o resgate de conhecimento de maneira inteligível ao ser humano. Esses sistemas são os Sistemas Baseados em Conhecimento (SBC) ou Sistemas Especialistas (SE). Esses tipos de sistemas vêm-se mostrando bastante eficientes no apoio à tomada de decisões em diversas áreas de aplicação, como medicina, psicologia, investimentos financeiros, administração empresarial, entre outras.

Os SEs surgem então como uma solução para suprir as necessidades em um mundo que necessita de informações cada vez mais precisas e rápidas. No entanto, o processo de Aquisição de Conhecimento (AC) é um dos maiores problemas na concepção desse tipo de sistema. O sucesso de um sistema dessa natureza depende de uma coleta fiel das informações essenciais ao domínio de interesse.

Há várias técnicas de AC: as manuais, que dependem muito do engenheiro de conhecimento; as semi-automáticas, que provêm ferramentas que ajudam o engenheiro a otimizar e acelerar o processo de AC; as técnicas automáticas (que não foram objetivos deste trabalho) que dispensam completamente a figura de um engenheiro de conhecimento. As técnicas automáticas são uma enorme área de estudo na Inteligência Artificial – o aprendizado de máquina. Elas permitem construir programas de computador que adquirem conhecimento a partir de exemplos. Elas são eficientes no que diz respeito ao reconhecimento de padrões (imagens, vozes, seqüências), mas não podem adquirir conhecimento complexo de uma mente humana (um especialista), elas ainda não podem explicar as linhas de raciocínio usadas para resolver determinado problema, portanto são limitadas em alguns aspectos importantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MASTELA, L. S. Técnicas de aquisição de conhecimento para sistemas baseados em conhecimento. Disponível em: http://www.inf.ufrgs.br/gpesquisa/bdi/ publicacoes/files/TI1LSM.pdf. Acesso em 30 jun. 2004.

NEGHEVITSKY, M. *Artificial intelligence*: a guide to intelligent sistems. Adilson Wesley Editora, 2002.

RUSSELL, S.; NORVIG, P. *Inteligência artificial*. Campus, 2004.

SOLANGE, O. et.al. *Sistemas inteligentes*: fundamentos e aplicações. Manole, 2003.

Para contato com os autores:

Shirlly Christiany Macedo Silva
shirlly@ppgsc.ufrn.br

Welbson Siqueira Costa
welbson@ppgsc.ufrn.br
welbsonsiqueira@yahoo.com.br

SEGURANÇA E HIGIENE NO TRABALHO EM ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO

José Francisco Buda
Engenheiro Civil e de Segurança no Trabalho
Mestre pela UNICAMP
Professor do CEFET-SP e da UNIFIAM-FAAM

Interpretar as estações de tratamento de esgoto como plantas industriais, que prestam serviços à comunidade por meio de um sistema produtivo e de transformação, reflete que estas enfrentam problemas como qualquer outra indústria nas questões de higiene e segurança no trabalho. Através de questionários, entrevistas com profissionais do setor e visitas técnicas, foi possível verificar os riscos ambientais aos quais os operários estão expostos. Foram analisados ainda a incidência destes riscos, os acidentes mais comuns nas estações e os procedimentos e manuais da área de segurança.

Palavras-chave: ***segurança no trabalho, riscos ambientais, acidente de trabalho, estações de tratamento de esgoto.***

To interpret the sewage treatment station as an industrial plant, which serves the community through a productive and transformation system, reflects that they face problems as any other industry in terms of hygiene and work security. Through questionnaires, interviews with professionals of treatment and security areas and visits to treatment stations, it was possible to build up a general picture of the accidents and existing risks in the stations. It was possible to verify the frequency of accidents and the procedures and manuals of the security area in the work.

Key words: job security, environmental risks, job accident, sewage treatment stations.

INTRODUÇÃO

A questão da segurança no trabalho vem merecendo especial cuidado no Brasil desde a década de 70, quando o País ostentava o título nada lisonjeiro de "campeão mundial em acidentes de trabalho" (Gianassi, 1999). Ao longo destas quatro décadas, a consolidação da cultura de segurança nos diversos segmentos industriais contribuiu para reverter essa imagem. Buscou-se apresentar a evolução da segurança no trabalho no setor de saneamento. Para iniciar esta reflexão deve-se entender as estações de tratamento de esgoto como uma indústria, transformando a matéria-prima (esgoto bruto) em produto final (esgoto tratado). (Sperling, 1996)

RISCOS AMBIENTAIS E ACIDENTES NAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO

As estações de tratamento de esgoto, por sua atividade, produtos manuseados e subprodutos, possuem riscos ambientais, conforme verificado pelo questionário e visitas realizadas. Estes foram demonstrados na tabela 1. A partir do levantamento desses riscos fica fácil determinar quais os equipamentos de proteção individual devem ser utilizados pelos operários, bem como que fatores devem ser controlados e monitorados de forma a não causar danos à saúde do trabalhador. Entre os equipamentos mais comuns estão os seguintes itens: máscara de

proteção respiratória, capacete, botas, luvas, macacões, máscaras de respiração autônoma, óculos e outros. A utilização destes equipamentos vem do trabalho contínuo dos técnicos e engenheiros de segurança na conscientização e na fiscalização do uso dos mesmos e de como são de grande importância para evitar acidentes. As campanhas de conscientização e os manuais devem ser atualizados constantemente e serem de fácil entendimento.

Muitos acidentes ainda são comuns, como por exemplo, contaminação por produtos químicos, quedas de caminhões, atropelamentos, picadas de animais peçonhentos, queda de alturas, cortes e queda de materiais durante a operação de limpeza das grades grosseiras. Muitos desses já foram observados por Loureiro em seu trabalho de doutorado, em 1982. Logo, a mudança de cultura do trabalhador e do empregador, bem como as campanhas constantes, são de grande importância para evitar os danos ao bem-estar dos operários do setor de saneamento, de forma que este possa exercer satisfatoriamente sua atividade profissional.

Tipo de Agente	Descrição do agente	Normas Regulamentadoras
Agentes físicos	Quedas e cortes Quedas e ferimentos corporais Soterramento (fase de implantação) Ruído excessivo causado por bombas e máquinas Calor ou umidade (trabalho a céu aberto)	NR 15 - Atividades e operações insalubres - anexos 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10. NR 16 - Atividades e operações perigosas
Agentes químicos	Contato com substâncias impermeabilizantes na fase de implantação Contato com vapores tóxicos na fase de operação Contato com produtos químicos presentes nos efluentes (fase de operação) Contato com cal na vala séptica	NR 15 - Atividades e operações insalubres - anexos 11, 12, 13. NR 25 - Resíduos industriais
Agentes biológicos	Contato com terrenos contaminados (aterros ou lixões) na fase de implantação Contato com contaminantes biológicos presentes nas grades Contato com agentes biológicos e contaminantes presentes no material sólido retido na caixa de areia (na fase de operação) Contato com lodos ejetados dos filtros-prensa, que podem conter agentes biológicos. Contato com sprays dos efluentes gerados pelos sistemas de aeração Animais peçonhentos	NR 15 - Atividades e operações insalubres - anexo 14

Continua

Tipo de Agente	Descrição do agente	Normas Regulamentadoras
Agentes ergonômicos	Dificuldades de execução dos serviços de implantação das grades grosseiras (projeto inadequado) Dificuldades de execução dos serviços de limpeza das grades Riscos associados às atividades inadequadas durante a fase de construção Iluminação inadequada Má postura durante a limpeza de grades e caixas de areia	NR 17 - Ergonomia NR 18 - Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção
Agentes mecânicos ou acidentes	Acidentes pessoais na montagem das grades - principalmente as mecanizadas (projeto inadequado), grades grosseiras, elevatória, grades médias e caixas de areia Acidentes pessoais na operação de grades mecânicas (fase de operação) - cortes, fraturas, etc. Riscos de quedas Riscos mecânicos decorrentes da fase de construção Perigo de incêndio e explosões devido aos locais de concentração de gases gerados no processo Perigo de eletricidade proveniente dos painéis de operação e de bombas, assim como da manutenção de equipamentos de difícil acesso Riscos de atropelamento nos serviços externos Riscos de atropelamento nos serviços executados dentro das Estações de Tratamento de Esgoto, devido à má utilização dos veículos Sinalização inexistente ou desatualizada nas Estações de Tratamento	NR 8 - Edificações NR 10 - Instalações e serviços em eletricidade NR 11 - Transporte, movimentação, armazenamento e manuseio de materiais NR 12 - Máquinas e equipamentos NR 13 - Caldeiras e vasos de pressão NR 14 - Fornos NR 16 - Atividades e operações perigosas NR 18 - Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção NR 19 - Explosivos NR 20 - Líquidos combustíveis e inflamáveis NR 21 - Trabalhos a céu aberto NR 22 - Trabalhos subterrâneos NR 23 - Proteçã contra incêndios NR 24 - Condições Sanitárias e de conforto nos locais de trabalho NR 26 - Sinalização de Segurança

Tabela 1 - Relação dos riscos verificados nas pesquisas e sua correspondente norma regulamentadora (Brasil, 1999)

Uma análise dos números registrados pela CNAE (Código Nacional de Atividade Econômica) demonstra evolução de 16,73% no número dos acidentes ocorridos no período 2000-2002. Quando separados por tipo de ocorrência (típico ou no local de serviço, em trajeto e doença do trabalho), observa-se a predominância de acidentes no local de trabalho. Porém, ao observar as taxas de evolução por tipo de acidente, nota-se que a maior evolução, no período, dentre os tipos de ocorrências se deu nos acidentes relacionados ao trajeto. A tabela 2, a seguir, demonstra as tendências de ocorrência de acidentes no período 2000-2002.

Ano	Total	Típico		Trajeto		Doença do trabalho	
		absoluto	%	absoluto	%	absoluto	%
2000	1966	1599	81,33%	269	13,68%	98	4,98%
2001	2063	1646	79,79%	315	15,27%	102	4,94%
2002	2295	1863	81,18%	321	13,99%	111	4,84%
evolução	**16,73%**	**16,51%**	**- 0,19%**	**19,33%**	**2,22%**	**13,27%**	**- 2,97%**

Tabela 2 - Evolução nos acidentes de trabalho para a CNAE 4100-9 no período de 2000 a 2002, segundo os tipos de ocorrência (adaptado de previdência social, 2003)

AÇÕES E REFLEXÕES

Apesar dos dados levantados, encontrou-se muita dificuldade nas repostas das empresas de saneamento, o que demonstra a desconfiança por parte destas em apresentar dados referentes aos acidentes, bem como em listar as ações relacionadas à segurança.

O código CNAE, no qual o setor de saneamento está enquadrado, no caso 4100-9, engloba também os trabalhadores de coleta e tratamento de água, o que acaba não revelando um número exato de trabalhadores do setor, bem como os acidentes sofridos por estes. Portanto, um código CNAE específico ajudaria a obter números que refletissem apenas o setor de saneamento. As normas regulamentadoras existentes atendem de forma complementar o setor, uma vez que muitos dos riscos levantados e acidentes registrados já possuem sua regulamentação específica, pois fornecem parâmetros de segurança em relação a ruídos, calor, controle de produtos químicos e seus valores de tolerância, ergonomia, trabalhos em lugares confinados e outros. Entretanto, é necessária a criação de procedimentos e controles mais eficazes, de forma que as normas existentes tenham sua plena aplicação. Por fim, é necessária também a inclusão no currículo dos cursos de graduação nas áreas de engenharia e afins, bem como os de formação dos profissionais que atuam nas áreas de pesquisa e disciplinas referentes à Segurança no Trabalho, pois se percebe o desconhecimento sobre o assunto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Previdência Social, MPAS. *Seguro de acidente do trabalho*. Disponível em: http:/ www.mpas.gov.br/docs/ capitulo2.doc. Acesso em 20 agosto 2002.

BRASIL. Portaria nº 3.214, de 8 de junho de 1978. Aprova as Normas Regulamentadoras – NR – do Capítulo V do Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas à Segurança e Medicina do Trabalho. *Segurança e Medicina do Trabalho*. 43. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

BRASIL. SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento). Diagnóstico. *Tabela dos municípios*. Disponível em: http:/ /www.snis.gov.br. Acesso em 20 agosto 2002.

BRASIL. *Consolidação das leis do trabalho*. 12. ed. São Paulo: Saraiva, 1990.

BRASIL. IBGE. *Pesquisa nacional de saneamento básico*. Disponível em:http:// www.ibge.gov.br. Acesso em 20 abril 2003.

BRASIL. INSS, Ministério da Previdência Social. Legislação. *Indicadores de acidentes de trabalho*. Disponível em: http:// www.previdenciasocial.gov.br. Acesso: 3 setembro 2002.

GIANNASI, F. Introdução à engenharia de segurança do trabalho. Anotações de aula do Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho da Universidade Presbiteriana Mackenzie. São Paulo,1999. 18 p.

LOUREIRO, R. V. *Higiene e segurança em estações de tratamento de esgoto.* 1982. Tese (Doutorado em Saúde Pública) – Departamento de Saúde Ambiental, FSP, USP, São Paulo, 1982.

SPERLING, M. V. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 2. ed. Belo Horizonte. EDUFMG. 1996.

Para contato com o autor:
jfbuda@uol.com.br

CALIBRAÇÃO DIRETA DOS 21 ERROS GEOMÉTRICOS DA MM3C

Rosana Camargo
Mestra e Doutoranda em Engenharia Mecânica pela Universidade de São Paulo
Professora da Área de Mecânica do Curso de Tecnologia em Automação do CEFET-SP

Walter Link
Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo

O presente trabalho apresenta o método de calibração direta, com o qual é possível determinar os 21 erros geométricos. A natureza dos erros pode ser classificada como sistemática, aleatória e temporal, e os erros podem ser avaliados através de métodos de calibração direta e indireta. A calibração indireta utiliza artefatos padrões como referência, e a calibração direta utiliza instrumentos de medição, que permitem coletar os valores dos erros de forma direta. Este último método possui um elevado poder de diagnóstico e possibilita a obtenção de uma grande quantidade de informações sobre a MM3C, entretanto é um processo caro e demorado. Ambos os métodos permitem medir indireta ou diretamente os 21 erros geométricos em uma MM3C, dos quais 18 são paramétricos, dependentes da posição dos carros móveis (um erro de posicionamento, 2 de retitude e 3 rotacionais, para cada eixo coordenado) – e 3 erros não-paramétricos (erros de perpendicularidade entre eixos). O método permite, ainda, identificar as fontes dos erros.

Palavras-chave: rastreabilidade, calibração, MM3C.

This paper deals with the direct calibration method for three-coordinate measuring device to establish the 21 geometrical errors. Those errors can be classified as systematic, random and temporal, and can be measured through the direct and indirect calibration method. Indirect calibration uses standard devices, like gage blocks, as reference, whereas direct calibration uses measuring instruments that allow to evaluate the errors in a direct way. The former method has a high diagnostic power and allows to obtain a large amount of information of the 3D MM – however, it is a long and expensive process. Both methods allow to directly or indirectly measure the 21 geometric errors in an 3D MM, of which 18 are parametric, dependant of the position of the table or too-holder (one from the positioning, 2 due to the straightness and 3 rotational, for each coordinated axis - and 3 non-parametric errors (perpendicularity errors). The method also allows to identify the sources of errors.

Key words: traceability, calibration, 3DMM

1. INTRODUÇÃO

Sabe-se que a estrutura de uma máquina de medir a 3 coordenadas é composta de 3 eixos lineares e perpendiculares entre si, que simulam a geometria de um sistema de coordenadas cartesianas. A proposta desse sistema é prover movimentos puros e unidirecionais ao longo dos 3 eixos. No entanto, as partes móveis, como carro, cabeçote e travessão, não se movem exatamente segundo esses eixos em uma única

direção; eles se deslocam com movimentos irregulares.

Uma descrição desses movimentos irregulares pode ser feita utilizando-se os conceitos da cinemática do corpo rígido, que especificam a necessidade de 6° de liberdade para a localização de um corpo no espaço. Esses graus de liberdade estão associados a 3 movimentos de translação e a 3 movimentos rotacionais, conhecidos por "roll", "pitch" e "yaw", conforme mostrado na figura 1.

Quando o elemento móvel se movimenta na direção do eixo X, por exemplo, permanecendo as coordenadas Y e Z teoricamente constantes, deslocamentos indesejáveis de translação e rotação ocorrem. Sabendo-se que esses deslocamentos indesejáveis são 3 de translação e 3 de rotação para cada um dos eixos das coordenadas, logo se conclui que podem ser gerados 18 erros, conhecidos como paramétricos, durante o movimento da máquina no espaço 3D. Lembrando ainda que existem os erros de ortogonalidade entre os eixos "X", "Y" e "Z", tem-se um total de 21 erros geométricos que alteram a localização do ponto de referência do apalpador da MM3C. Através do método de calibração direta, é possível determinar individualmente cada um esses 21 erros geométricos.

2. CALIBRAÇÃO DIRETA DE ERROS DE MM3C

O resultado de qualquer medição deve estar rastreado. Para sua quantificação, deve-se adotar o sistema internacional de unidades – SI (ISO 14253-1: 1998). A calibração é o meio utilizado para determinar a rastreabilidade de um instrumento ou uma máquina de medir. Procedimentos de calibração permitem avaliar o desempenho metrológico, determinando os erros e provendo informações quantitativas sobre a exatidão de máquinas como as MM3C.

A natureza dos erros pode ser classificada como sistemática, aleatória e temporal. Esses erros podem ser avaliados através de métodos de calibração direta e indireta. A calibração indireta utiliza artefatos padrões como referência, enquanto que a calibração direta possui um grande poder de diagnóstico e permite a obtenção de uma grande quantidade de informações sobre a MM3C, porém é um processo caro, por ser um procedimento demorado. (Knapp et al., 1991; Di Giacomo, 1986)

Esse método de calibração permite a determinação dos diferentes erros, em cada um dos 3 eixos principais, sendo que ao todo são 21 erros, conforme mostrado na figura 1. Desses 18 são paramétricos – erros individuais (rotacionais nos 3 eixos, retitude e posicionamento) – e 3 erros não-paramétricos (de perpendicularidade entre eixos). Além da sua determinação o método fornece meios de se identificar as fontes dos erros.

3. INSTRUMENTAÇÃO UTILIZADA NA CALIBRAÇÃO

Por causa de sua natureza, a medição dos erros geométricos de uma MM3C requer instrumentação apropriada para sua realização, para que se obtenham resultados satisfatórios e confiáveis, para facilitar os testes e minimizar o tempo de ensaios. A escolha dos instrumentos deve basear-se nos seguintes critérios: ser de uso flexível em todo o volume de trabalho; ter erros de exatitude com faixa de 5 a 10 vezes menor que os erros da MM3C; cobrir toda a faixa de erros esperada e atender às faixas de operação dos eixos da MM3C.

Para a execução desse trabalho, e atendendo aos critérios acima mencionados, foram selecionados os seguintes equipamentos:

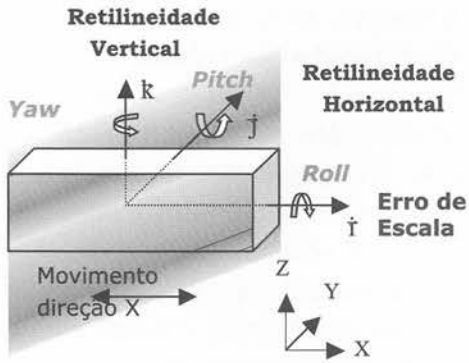


Figura 1 - Erros mecânicos em modelo de corpo rígido

3.1 Sistema de Medição a *Laser*

O conjunto, que compõe o Sistema Interferométrico a *laser*, é composto pelo canhão de *laser*, uma unidade de processamento eletrônico e conjuntos de acessórios ópticos que devem ser escolhido de acordo com o tipo de medida a ser realizada.

Esses conjuntos ópticos possuem um interferômetro, um prisma de Wollaston, espelhos refletores planos e angulares e retro-refletores prismáticos. Para cada tipo de medição existe um princípio básico. A seguir serão descritos, sucintamente, os utilizados nas calibrações da MM3C.

3.1.1 Princípio Interferométrico para Medição de Retitude

O princípio de medição de retitude está esquematizado na figura 2. Um feixe de luz composto por 2 freqüências "f_1"e "f_2" que, ao atravessar o "Prisma de Wollaston", separa-se percorrendo caminhos diferentes até os raios de luz atingirem o espelho refletor, que os reflete de volta ao prisma, onde são recombinados. Devido à existência de deslocamento relativo perpendicular entre o prisma e o movimento do espelho, ocorrem variações de freqüências "Δf_1" e "Δf_2", que são monitoradas por uma fotocélula, processada eletronicamente e convertida em deslocamentos transversais, à direção do movimento do eixo.

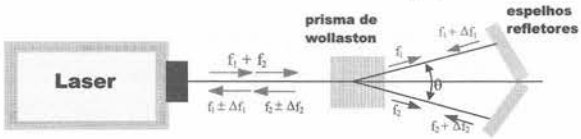


Figura 2 - Princípio básico interferométrico para medição de erros de retilineidade

3.1.2 Princípio Interferométrico para Medição de Posição

A determinação da posição baseia-se no seguinte princípio: um feixe de luz emitido pelo canhão com freqüências "f_1"e "f_2", ao atingir o interferômetro, é separado em dois feixes; o feixe "f_2" (feixe de referência) é refletido de volta para o canhão, enquanto que o feixe "f_1" segue até atingir o espelho refletor prismático móvel, que o reflete, retornando ao interferômetro, onde são recombinados os feixes, que seguem até atingir a fotocélula no canhão *laser*. Tendo as freqüências "f_1" e "f_2" percorrido distâncias diferentes, o feixe que retorna apresenta uma diferença de freqüência "Δf_1". Essa diferença é que representa o deslocamento relativo entre o interferômetro e o refletor. A figura 3 apresenta um esquema de montagem para medições de posição de eixos paralelos ao feixe do *laser*.

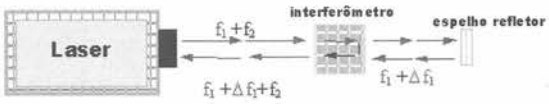


Figura 3 - Princípio básico interferométrico para medição de erro de posição, com eixo a medir paralelo ao feixe do laser

A figura 4 mostra um esquema para medições de posição de eixos perpendiculares ao canhão.

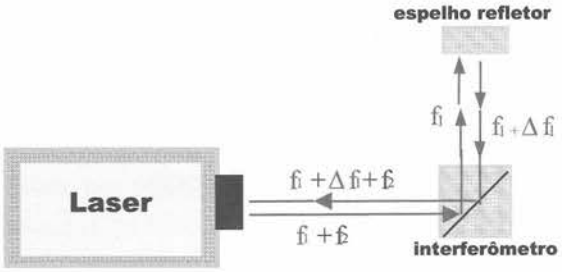


Figura 4 - Princípio básico interferométrico para medição de erro de posição, com eixo a medir perpendicular ao feixe do laser

3.1.3 Princípio Interferométrico de Medição Angular

O feixe de luz de freqüência "f_1" e "f_2" emitido pelo *laser*, ao atravessar o interferômetro angular, é dividido em dois, conforme pode ser visto na figura 5, e estes, ao atingirem os espelhos refletores prismáticos, retornam ao interferômetro, onde são recombinados. Devido ao movimento angular relativo entre o interferômetro e os espelhos refletores, ocorre uma variação de freqüência "Δf_1" e "Δf_2", que é captada pela fotocélula no canhão, onde é processada eletronicamente e convertida em deslocamentos angulares.

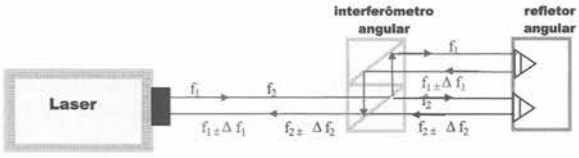


Figura 5 - Princípio básico interferométrico para medição de erros angulares

3.1.4 Nível Eletrônico

O nível eletrônico foi utilizado para a medição do erro angular "roll". Seu princípio de funcionamento é mostrado na figura 6. De acordo com a inclinação dada ao aparelho, um sistema eletrônico detecta o sinal emitido por um pêndulo existente no interior da unidade de sensoreamento. Esse sinal, proporcional à inclinação, é processado e apresentado no indicador analógico pelo deslocamento do ponteiro ou por um número no indicador digital.

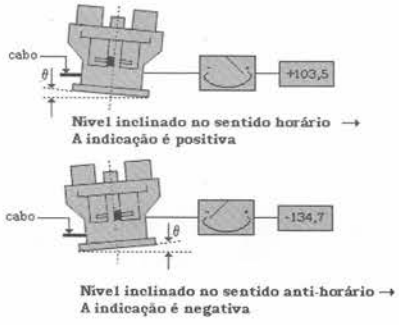


Figura 6 - Princípio de medição do nível eletrônico

3.1.5 Esquadro de Granito e Comparador Eletrônico

O esquadro de granito é utilizado juntamente com um comparador eletrônico do tipo LVDT. O comparador eletrônico, normalmente, é acoplado à parte móvel da máquina, comparando-se a trajetória descrita pela ponta do comparador e a reta definida pela superfície de referência do esquadro (ver figura 7). A irregularidade entre a trajetória e a superfície de referência é medida pelo comparador e indicada na unidade eletrônica.

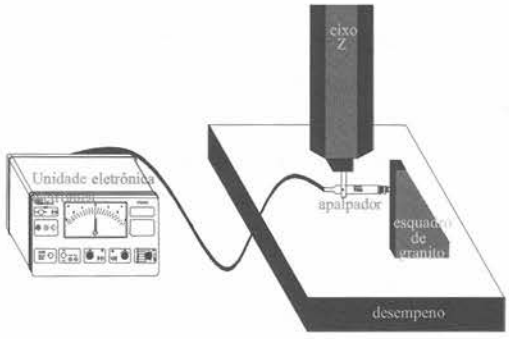


Figura 7 - Montagem do esquadro de granito e nível eletrônico para medição de erros de ortogonalidade

3.2 Determinação dos Erros Geométricos na MM3C

3.2.1 Erro de Posição

Erro de posição, também chamado de erro de escala, representa a diferença entre a indicação da escala e a posição real (valor verdadeiro). A violação do princípio Abbè (Bryan, J. B., 1979) pode ter grande influência nesse tipo de erro, e essa influência deve ser reduzida ao mínimo possível. A tabela 1 apresenta os detalhes a serem observados para a montagem da calibração, com a finalidade de determinar os erros de posição dos eixos "X", "Y" e "Z".

OBSERVAÇÕES	EIXO "X"	EIXO "Y"	EIXO "Z"
Posição do feixe do laser	Perpendicular ao eixo	Paralelo ao eixo	Perpendicular ao eixo
Eixos que permanecem estáticos durante o teste	"Y" e "Z"	"X" e "Z"	"X" e "Y"
Para minimizar o erro de Abbè	O sistema foi montado na parte superior da máquina	O sistema foi montado na parte inferior à esquerda da máquina	O sistema pode ser montado em qualquer posição, visto que neste caso o erro Abbè é desprezível.

Tabela 1 - Observações na realização da calibração

3.2.2 Erro de Retitude

A norma VDI/VDE 2617/ Parte 3 (1989) define assim o erro de retitude: "Quando o ponto de referência de uma máquina se move ao longo de um eixo coordenado, ele descreve uma trajetória. O desvio desta trajetória, em relação a uma reta geométrica, é denominado erro de retitude". Esse desvio ocorre em dois planos perpendiculares entre si, sendo a intersecção desses dois o eixo do movimento. Como as MM3Cs possuem 3 eixos e o desvio pode ser em 2 planos, existe um total de 6 possíveis erros de retitude para compor o quadro de erros. São eles: **Retitude segundo o eixo "X" em 1:** a verificação do erro de retitude quando o movimento ocorre ao longo do eixo "X", e a medição dos desvios é feita na direção do eixo "Z". **Retitude segundo o eixo "X" em 2:** calibração segundo o mesmo eixo, porém a medição dos desvios é feita na direção do eixo "Y". A única diferença entre as montagens para medição do desvio horizontal e vertical, para avaliação do erro de retitude, está no giro de 90° do prisma de Wollaston e do refletor. **Retitude segundo o eixo "Y" em 3 e 4:** aplica-se o mesmo procedimento para a determinação do erro de retitude do eixo "Y", que o utilizado na verificação da retitude segundo o eixo "X", uma vez que a contagem dos componentes ópticos é análoga. **Retitude segundo o eixo "Z" em 5 e 6:** nesta montagem, foi utilizado um acessório adicional necessário para otimizar o espaço ocupado sobre a máquina. Nesse caso o feixe emitido pelo *laser* incide inicialmente sobre um espelho refletor, que o desvia, perpendicularmente, na direção paralela ao eixo "Z", incidindo no espelho retro-refletor, que o faz passar pelo interferômetro, atingindo o refletor angular que se encontra fixo na superfície da máquina, e deste retorna ao canhão *laser*, percorrendo o caminho óptico inverso.

Para a medição do erro de retitude, existem 3 condições básicas: o interferômetro deve estar entre a unidade *laser* e o refletor; o interferômetro deve ser montado no lugar do apalpador da máquina e o refletor deve estar fixo na máquina.

3.2.3 Erros Angulares

Os erros angulares "pitch", "yaw" e "roll" são erros de rotação. Quando a rotação for em torno de um eixo perpendicular ao eixo em movimento, os erros gerados são denominados de "pitch" ou de "yaw". Quando a rotação for em torno do próprio eixo que está em movimento, o erro será denominado de "roll". A tabela 2 é explicativa para tais denominações, tomando-se como referência o eixo "X".

Erros Angulares do Eixo "X"	Causa
Pitch de "X"	Rotação do eixo "X" em torno do eixo "Z"
Yaw de "X"	Rotação do eixo "X" em torno do eixo "Y
Roll de "X"	Rotação do eixo "X" em torno do eixo "X

Tabela 2 - Rotações do eixo "X"

3.2.4 Erro de Perpendicularidade

O erro de ortogonalidade é um erro não-paramétrico, ou seja, não pode ser descrito em função de um só parâmetro. É um erro que ocorre devido à impossibilidade de se conseguir, na prática, a montagem dos 3 eixos da máquina perfeitamente perpendiculares entre si. A calibração dessa perpendicularidade constitui-se da avaliação da posição relativa entre 2 eixos, sempre tomando um deles como referência. Quanto ao erro, esse é determinado a partir da medição da retilineidade segundo 2 direções e pelo ajuste de retas que o definirão. Conforme mostra a figura 8, podem ocorrer até 3 erros de perpendicularidade entre os eixos da máquina. Erro de perpendicularidade entre os eixos X e Y, que é o ângulo formado entre os eixos X e X0, onde X0 é a posição real do eixo X no plano XY. Erro de perpendicularidade entre os eixos X e Z, que é dado pelo ângulo observado entre a projeção do eixo Z0 no plano XZ e o eixo Z. Por sua vez, o erro de perpendicularidade entre os eixos Y e Z é dado pelo ângulo formado entre o eixo Z e a projeção de Z0 no plano ZY, sendo que o eixo Y é o eixo de referência, Y=Y0. Em resumo: θ_{xy} = erro de perpendicularidade entre os eixos X e Y; θ_{xz}= erro de perpendicularidade entre os eixos X e Z e θ_{yz} = erro de perpendicularidade entre os eixos Y e Z.

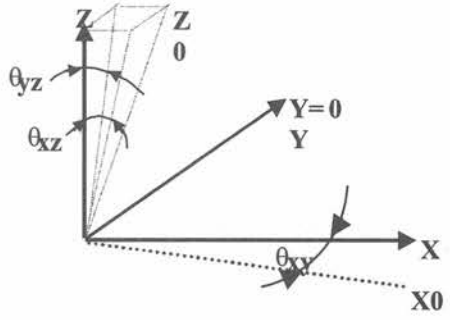
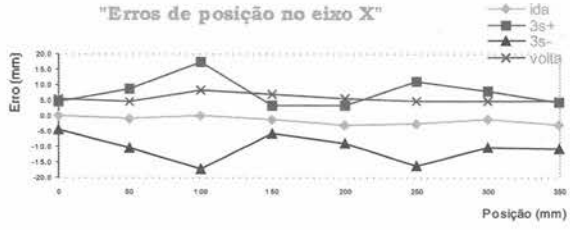
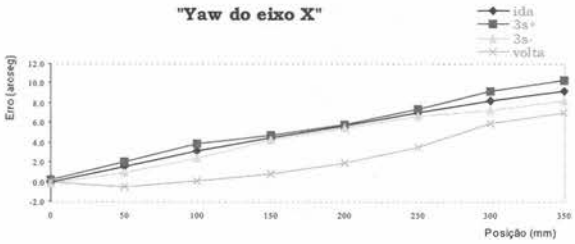


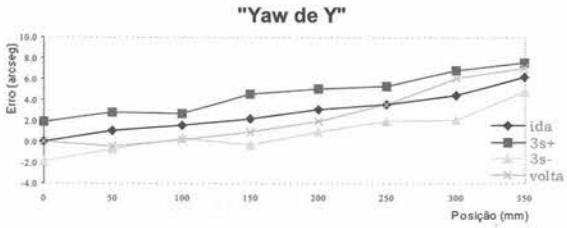
Figura 8 - Erro de perpendicularidade entre eixos

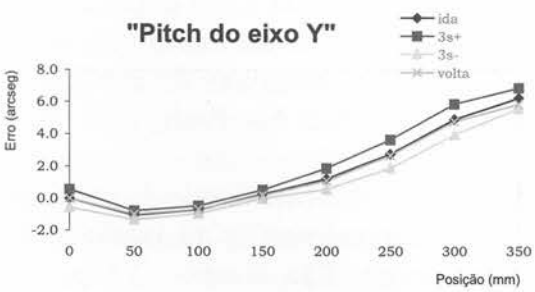
4 RESULTADOS OBTIDOS

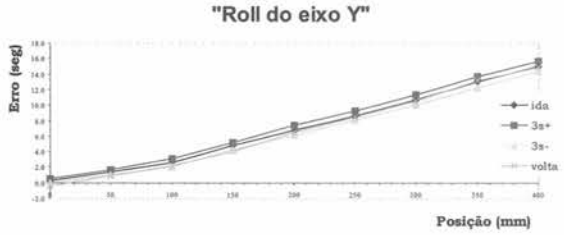
Através dos gráficos dos erros geométricos avaliados na calibração da MM3C, pode-se analisar o comportamento do deslocamento dos carros sobre o eixo em análise tanto na ida, quanto no retorno. Em torno do valor médio da ida, é apresentada a dispersão das medidas com 3s. Abaixo estão alguns dos gráficos, obtidos na calibração.











5 CONCLUSÃO

1) Os erros de posição nos 3 eixos são pequenos, menores que 0,005mm;

2) A máquina apresenta erros de reversibilidade grande nos eixos "X" e "Z" (de 0,005mm);

3) Os erros de retitude nos eixos "Xz" e "Yz" são perfeitamente aceitáveis, porém o eixo "Xy" tem um desvio grande, o que pode gerar erros de medição considerável;

4) Através da calibração direta é possível determinar individualmente os 21 erros geométricos da MM3C em pontos do volume de trabalho da máquina. Portanto esse método de calibração é uma ferramenta indispensável na avaliação e no diagnóstico dos erros geométricos;

5) A calibração direta possui um grande poder de diagnóstico e permite a obtenção de uma grande quantidade de informações sobre a MM3C, porém é um processo caro, uma vez que seu procedimento é demorado (Knapp et al., 1991; Di Giacomo, 1986);

6) Este método de calibração tem a vantagem de ser confiável e completo, se comparado ao método de calibração indireta. Com ele é possível determinar os erros em cada um dos eixos preferenciais, que são os 21 erros geométricos, sendo 18 paramétricos – erros individuais (rotacionais nos 3

eixos, retilineidade e posicionamento) – e 3 erros não-paramétricos (de ortogonalidade entre eixos);

7) Também possibilita a identificação das fontes de erros, para avaliação da incerteza das medições;

8) Os dados obtidos pela calibração são apropriados para correção dos erros através de programas computacionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRYAN, J. B. The Abbè principle revisited: in updated interpretation. *Precision Engineering*, v.1, n 1, 129-132, jul. 1979.

ISO 14253-1. *Geometrical product specifications (GPS) – Inspection by measurement of workpieces and measuring equipment* – part 1: Decision rules proving conformance or non-conformance with specifications. 1998.

KNAPP et al. apud DI GIACOMO, B. *Computer aided calibration and hybrid compensation on geometric errors in coordinate measuring machines* – PhD. Thesis, 418p. England, University of Manchester Institute of Science and Technology, Mai 1986.

VDI/VDE 2617. PART 3: *Characteristic parameters and their Checking, Components of measurement deviation of the machine.* 1989.

ANSI/ASME B89.4.1. *Methods for performance e evaluation of coordinate measuring machines.* 1995.

BURDEKIN, M., DI GIACOMO, B. & XIJING, Z. - *Calibration software and application to co-ordinate measuring machines.* Three coordinate measurement machines software coference. NPL, England, Septembre 1984: 1-7.

CARDOZA, J. A. S. *Máquinas virtuais de medir a três coordenadas* – São Carlos, 209 p. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos- USP, Brasil, agosto 1995.

CENAM. *Máquinas de medición por coordenadas.* Centro Nacional de Metrologia do México, 1996.

DENAVIT, J. & HARTENBERG, R. S. apud SATO, D. P. V. *Uma contribuição ao modelo de sintetização de erros em máquinas ferramentas.* São Carlos. 198p. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo,1998.

DI GIACOMO, B. *Computer aided calibration and hybrid compensation on geometric errors in coordinate measuring machines.* PhD. Thesis, 418p. England: University of Manchester Institute of Science and Technology, Mai 1986.

ISO /DIS 10360-3.2. *Geometrical product specifications (GPS) – Acceptance and reverification tests for coordinate measuring machines (CMM)* – part 1: 1998.

KAKINO,Y; IHARA, Y.; SHINOHARA, A. *Accuracy inspection of NC machine tools by double ball bar method.* Munich, Vienna, New York: Dr. Johannes Heidenhain GmbH. 1993.

KUNZMANN, H.; WÄLDELE, F. Performance of CMMA. *Anais do CIRP*, 37 (2), 1988:633-40.

KUNZMANN, H.; TRAPET, E.; WÄLDETE, F. Já há como rastrear as medições com máquinas de coordenada. *Máquinas e Metais.* São Paulo, ago. 1994.

ORREGO, R. M. M. *Método de calibração direta para máquinas de medir a três coordenadas.* São Carlos. 175p. Tese

(Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1999.

SWYT, D. A. *The international standard of length.* In: Bosch, J. A. *Coordinate easuring machines and systems.* New York: Marcel Dekker, 1995.

VDI/VDE 2617. *Accuracy of coordinate measuring machines*, Part 1: Characteristics and their checking, 1986. Part 2: Characteristic parameters and their checking. Measuring task. Specific measurement uncertainty – Lenght measurement uncertainty. 1986

Para contato com os autores:

Rosana Camargo
rosanacamargo@gmail.com

Walter Link
walter_link@uol.com.br

ESTUDO DA PROTEÇÃO E CONTROLE EM SISTEMAS DE TRAÇÃO EM CORRENTE CONTÍNUA

Pedro Gozalo de Oliveira
Mestrando na Área de Sistema de Potência - EPUSP
Ex-prof. do CEFET (Área de Eletrotécnica)

Dr. Augusto Ferreira Brandão Junior
Prof. da Escola Politécnica da USP
PEA – Sistema de Potência

A presente pesquisa tem por objetivo contribuir para minimizar os principais problemas registrados na distribuição de energia, nos sistemas de tração em corrente contínua, através do reconhecimento de curtos-circuitos afastados das subestações, reduzindo o efeito destas correntes de falta, de forma que os equipamentos não fiquem submetidos a elevados esforços térmicos.

A metodologia desenvolvida equaciona um modelo de circuito RL, capaz de proporcionar uma análise da questão do curto-circuito no sistema de alimentação elétrica de tração, composta por subestação retificadora e linhas de contato.

Palavras-chave: proteção eletrônica, subestação CC.

The current research aims at contributing to minimize the main detected problems in energy distribution, in the traction and continued current systems, through the recognition of short circuits located away from the substations, reducing the effect of such foul currents in a way that the equipment is not submitted to high thermal efforts.

The developed methodology equates a RL circuit model that is capable to analyze the short circuit in the operating system, consisting of rectify substation and contact lines.

Key words: Electronic protection, substation CC

1. INTRODUÇÃO

O sistema de abastecimento de energia em corrente contínua se caracteriza por elevados níveis de curto-circuito. Desta forma, o sistema de proteção deve garantir que os equipamentos não fiquem submetidos a elevados esforços térmicos e dinâmicos por efeito destas correntes de falta.

Para tanto são empregados disjuntores de corrente contínua do tipo extra-rápidos, que permitem uma eficiente interrupção do curto-circuito antes que a corrente de falta atinja valores proibitivos, tendo em vista a suportabilidade dos equipamentos.

A ação combinada entre disjuntores de corrente contínua e unidades de proteção eletrônicas garantem a eficiência da proteção também em condições normais de operação.

2. SISTEMA INDUTIVO DE CORRENTE CONTÍNUA

Antes de iniciar uma abordagem, mesmo que simplificada da questão do curto-circuito em corrente contínua, convém iniciar o assunto através da análise de um circuito

indutivo e verificar o comportamento da corrente elétrica no circuito.

O interesse desta análise consiste no fato de podermos modelar o sistema de alimentação elétrica de tração composto por subestação retificadora e linhas de contato, por um circuito RL.

A figura 2.1 indica qualitativamente o desenvolvimento de uma corrente de curto-circuito e os seus equivalentes ao longo de uma linha eletrificada.

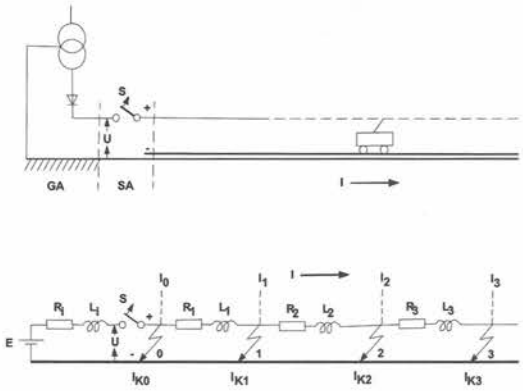


Figura 2.1: Exemplo básico de uma linha e seu esquema elétrico correspondente

Onde:

GA: subestação retificadora
SA: conjunto proteção de linha
S: disjuntor
I: comprimento da linha
E: fonte de alimentação equivalente
Ri: resistência ôhmica da fonte
Li: indutância da fonte de alimentação
R1,2,3: resistência ôhmica da linha
L1,2,3: indutância da linha
Iko...3: correntes de curto- circuito
U: tensão nos terminais do disjuntor

2.1 Abertura de um Curto-Circuito nos Bornes de um Disjuntor

A abertura do circuito através da chave S está indicada na figura 2.2.

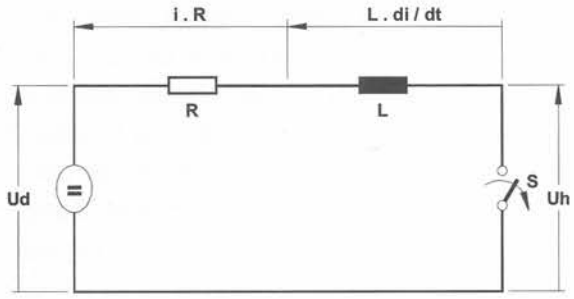


Figura 2.2: Sistema indutivo de corrente contínua

Para o caso de abertura de um sistema indutivo em corrente contínua, a grandeza e o desenvolvimento das grandezas elétricas são determinados pela natureza das constantes de manobra do disjuntor:

- tempo de abertura
- tempo de retardo
- tempo de crescimento de arco
- máxima tensão de arco

Assim, a tensão desse sistema indutivo é dada por:

$$Ud = R\,i(t) + L\,\frac{di(t)}{dt} + Uh$$

Onde:

Ud - Tensão do alimentador 3kvcc
R - Resistência interna do alimentador
i(t) - Corrente de curto-circuito
L - Indutância interna do alimentador
Uh - Máxima tensão de arco
$\frac{di(t)}{dt}$ - Gradiente da corrente de curto-circuito

Analisando a figura 2.3, quando a corrente de curto-circuito atingir o valor máximo da corrente de disparo do disjuntor (Ids), inicia-se a contagem de tempo de abertura total do disjuntor (T tot) e de retardo (Tm). Esse tempo de retardo é o tempo que

os contatos levam para começar a abrir. Após esse tempo, inicia-se o arco voltaico, elevando-se o nível de tensão entre os contatos, chegando-se à máxima tensão de arco (Uh). Nesse ponto, a corrente de curto-circuito atinge seu valor máximo îd. Para se levar essa corrente ao valor nulo, a variação di/dt deverá ser negativa.

Este coeficiente diferencial é expresso por:

$$L \frac{di(t)}{dt} = (Ud - Ri) - Uh$$

Quanto maior o valor de Uh, mais negativa se torna a variação di/dt. Esta condição é satisfeita, quando:

$$Uh > Ud - Ri$$

Dessa forma, para se obter uma maior tensão na câmara de extinção de arco do disjuntor, é necessário ter sua resistência interna aumentada.

Isso é conseguido aumentando-se a trajetória do arco dentro da câmara através de sua divisão em pequenos pedaços convenientemente espaçados. Essa divisão possibilita a retirada da maior energia possível do arco e sua conseqüente extinção.

A interrupção da corrente de curto é tanto mais rápida quanto mais negativa a relação di/dt. Essa situação pode ser vista na porção descendente da curva de interrupção da corrente. A corrente de curto é interrompida quando di/dt = 0. Nesta situação, temos:

$$L \frac{di(t)}{dt} = (Ud - Ri) - Uh$$

quando Uh = (Ud – Ri), temos:

$$L \frac{di(t)}{dt} = 0$$

Para ilustrar o significado físico de cada uma destas grandezas, na figura 2.3, temos um oscilograma típico de uma corrente de curto circuito quando em processo de interrupção por um disjuntor de corrente contínua.

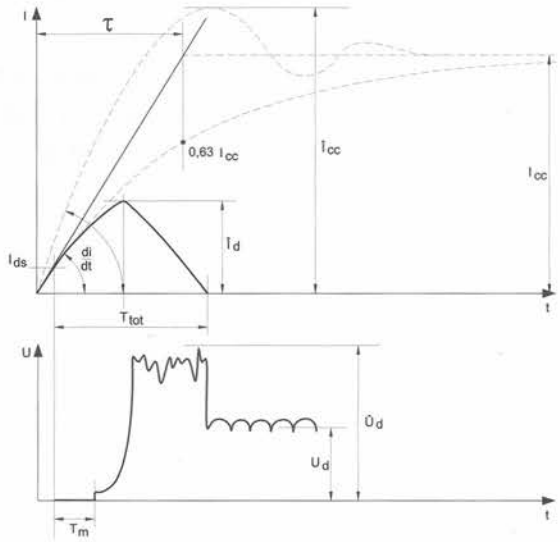


Figura 2.3: Oscilograma típico de uma corrente de curto-circuito

Onde:

Icc: corrente de curto-circuito em regime permanente.
îcc: máxima corrente de curto-circuito.
Ids: corrente de disparo no disjuntor.
îd: corrente de interrupção do disjuntor ou corrente de passagem.
U: tensão nos terminais do disjuntor.
Ud: tensão da fonte de alimentação.
Uh: tensão na câmara de extinção.
di/dt: gradiente da corrente de curto-circuito.
Tm: tempo que o contato móvel leva na abertura, desde o instante inicial até o momento de iniciação do arco.
τ : constante de tempo

A curva tracejada (a) da figura 2.3 indica a previsão téorica para o comportamento da corrente de curto-circuito em regime permanente. A curva tracejada (b), com ondulação, é indicativa do regime transitório, devido à capacitância da linha.

3. PROTEÇÃO ELETRÔNICA

A proteção eletrônica é concebida para atuar na região 2 e completar a zona de operação da proteção em corrente contínua.

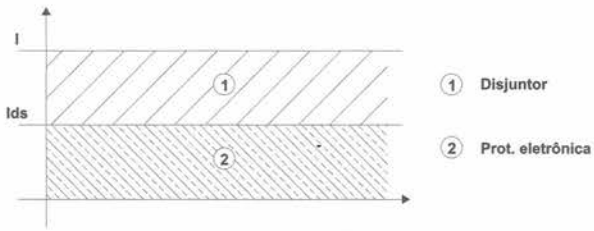


Figura 3.1: Operação combinada entre disjuntor e proteção eletrônica

A figura 3.2 mostra a evolução da corrente I(t) no alimentador e a sensibilização da proteção eletrônica na região de insensibilidade do relé direto do disjuntor. A abertura do disjuntor é feita por ordem da proteção eletrônica.

Quando a corrente, no alimentador, ultrapassar o valor máximo da corrente de ajuste (Imáx +) da proteção eletrônica e permanecer por um tempo inferior ao tempo de ajuste T+ da proteção, o disjuntor permanecerá ligado. Se a corrente no alimentador permanecer acima de Imáx + por um tempo igual ao tempo de ajuste T+, a proteção eletrônica detecta Imáx + e manda o comando para trip no disjuntor, desligando todo o sistema de alimentação.

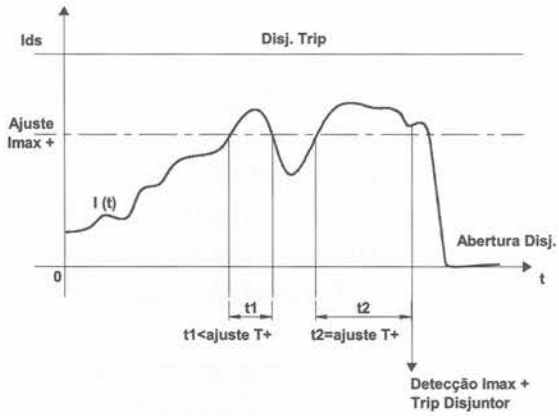


Figura 3.2: Zonas de proteção do disjuntor e proteção eletrônica

A forma eficaz de se distinguir correntes de defeito com características similares às correntes operacionais é aquela que se utiliza da diferenciação da corrente no tempo, ou di/dt. A proteção eletrônica, através de suas entradas analógicas diferenciais, consegue distinguir essas correntes.

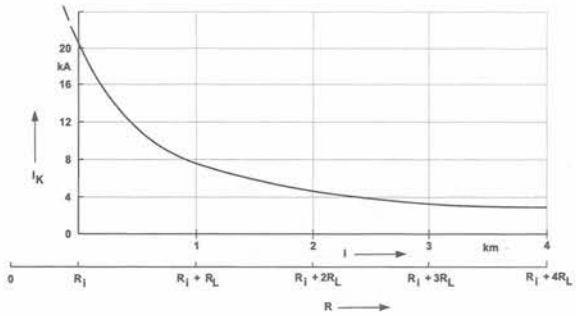


Figura 3.3: Desenvolvimento de um curto-circuito Ik

A figura 3.3 mostra o comportamento da corrente de curto-circuito em relação ao comprimento da linha. Quanto maior a distância, maior será a resistência e a impedância de linha, e conseqüentemente menor será a intensidade da corrente de curto-circuito ao longo do trecho. Dependendo do ponto em que ocorrer o curto-circuito, o disjuntor da subestação não irá atuar.

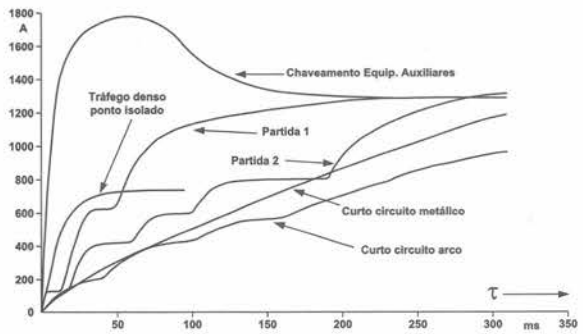


Figura 3.4: Curvas indicativas de diversos tipos de corrente de operação e de curto-circuito em fim de linha.

A proteção eletrônica, em particular com sua função de proteção di/dt, deve ser capaz de diferenciar e reconhecer se um disjuntor deve ser aberto devido a um curto-circuito ao longo da linha ou manter-se

fechado em situações operacionais, como:

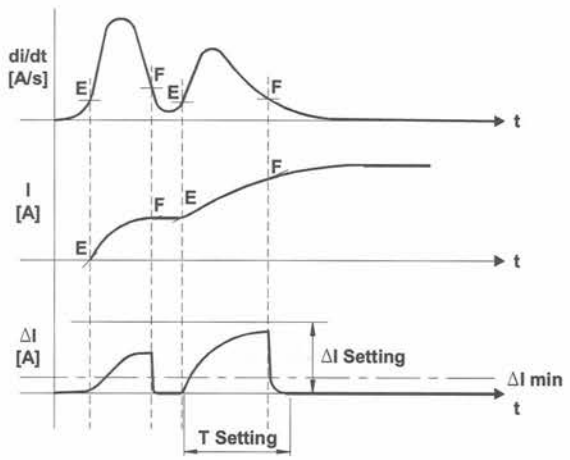
- carregamento normal da linha
- correntes de partida de equipamentos auxiliares
- passagem do trem por desvios ou cruzamentos
- passagem do trem de uma via para a outra

Observa-se na Figura 3.4 que cada uma destas situações possui uma curva típica de crescimento de corrente com respectivo grau de inclinação.

Enquanto a corrente de curto-circuito não apresenta "pulos acentuados" mas cresce continuamente, porém com menor grau de inclinação, a corrente de operação exibe "pulos" característicos, em que o crescimento da corrente às vezes é nulo ou até negativo.

3.1 Visão Geral dos Parâmetros da Função (di/dt)

Os gráficos a seguir representados situam os parâmetros de proteção da função di/dt no comportamento da corrente do alimentador.



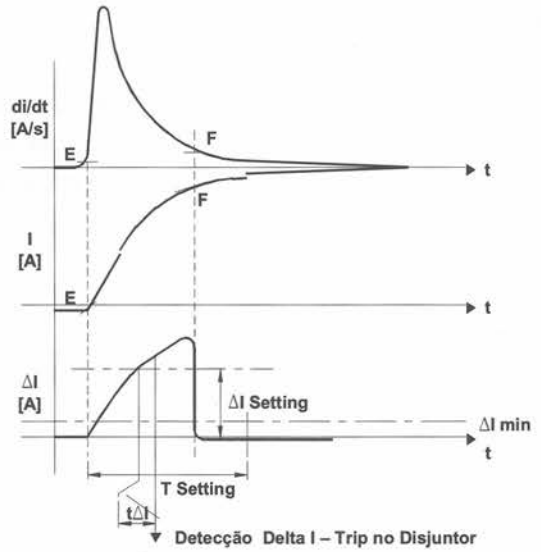


Figura 3.5: Parâmetros de proteção da função di/dt

3.1.1 Descrição da Operação da Função de Proteção (di/dt)

A corrente do alimentador é amostrada, e medições de módulo e variação da derivada no tempo são executadas.

A cada período de amostragem é feita uma comparação da inclinação (di/dt) da corrente no alimentador com os valores de inclinação (E) e (F) ajustados na proteção eletrônica.

A figura 3.5 (a) representa a corrente do alimentador, e a proteção eletrônica analisará o 1° ciclo da onda através de suas entradas analógicas diferenciais, que ao receber o sinal efetua um cálculo derivado, descrevendo em sua memória a curva da corrente em relação ao tempo, visto na figura 3.5 (b). Nesta figura, a curva que a proteção eletrônica descreve, referente ao 1° ciclo, define novos coeficientes angulares (E) e (F), que são comparados com os coeficientes angulares (E) e (F) já ajustados e armazenados em sua memória.

Se o coeficiente angular da variação (di/dt) for maior que o parâmetro (E) ajustado, inicia-se a medição do aumento de corrente

delta I e a sua duração T, visto na figura 3.5 (c).

Se o aumento da corrente delta I for menor que o ajuste de Imáx +, e ao final do 1° ciclo o coeficiente angular da variação da derivada da corrente no tempo (di/dt) for maior que o parâmetro (F) ajustado, a proteção eletrônica envia um comando para desligar o disjuntor. Caso o coeficiente angular da variação da derivada da corrente no tempo (di/dt) for menor que o parâmetro (F) ajustado, então a medição de delta I e T retornam a zero, e a proteção eletrônica estará pronta para um novo ciclo de detecção.

A figura 3.5 (d) descreve outra forma de onda no alimentador e a proteção eletrônica descreve, em sua memória, uma nova curva da variação da derivada da corrente no tempo (di/dt), definindo novos coeficientes angulares (E) e (F), vistos na figura 3.5 (e).

A proteção eletrônica realiza a comparação do coeficiente (E) da variação da derivada da corrente no tempo (di/dt) com o parâmetro (E) ajustado. Se o coeficiente for maior, inicia-se a medição do aumento da corrente delta I e sua duração no tempo T, visto na figura 3.5 (f). Se o aumento da corrente delta I for maior que o parâmetro de ajuste de Imáx +, inicia-se a contagem de tempo tdelta I. Após esse tempo, a proteção eletrônica enviará um comando para desarmar o disjuntor.

Assim, a proteção eletrônica consegue distinguir, através da analise de comparação dos coeficientes angulares de cada ciclo de onda com os parâmetros pré-ajustados, e definir, através da inclinação da forma de onda, se é um curto-circuito ou a partida de um trem.

4 CONCLUSÃO

A efetividade do sistema de proteção em corrente contínua depende da operação conjunta entre disjuntor de corrente contínua e proteção eletrônica.

Isso vem minimizar a manutenção dos disjuntores, pois em caso de curto-circuito, a proteção eletrônica atua antes de a corrente atingir elevados níveis, protegendo os contatos de elevados esforços térmicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARTON, Thomas H. Rectifiers cycloconverters and AC controllers. Oxford Science Publications.

RFFSA – Rede Ferroviária Federal S/A. Interruptor de CC – extra-rápido – General Electric do Brasil S/A. São Paulo, Departamento Regional de Eletrificação – documento interno EVL – PCB – 001, 1975.

RFFSA – Rede Ferroviária Federal S/A. Retificador – 3000kw Siemens S/A da SE de Calmon Viana. São Paulo, Departamento Regional de Eletrificação – documento interno. Proc. AO27873, 1981.

SOUSA, U.G. Levantamento em campo do quadro de falhas mais freqüentes e prováveis soluções dos retificadores. São Paulo: CPTM – Cia. Paulista de Trens Metropolitanos. Artigo interno, 1997.

SOUSA, U.G. Levantamento em campo do quadro de falhas mais freqüentes e prováveis soluções dos disjuntores. São Paulo: CPTM – Cia. Paulista de Trens Metropolitanos. Artigo interno, 1998.

Para contato com os autores:

Pedro Gozalo de Oliveira
pedrogozalo@uol.com.br

Augusto Ferreira Brandão Junior
augustobrandao@poli.usp.br

Centro Federal de Educação Tecnológica de São Paulo
Rua Pedro Vicente, 625 - Canindé
São Paulo- SP CEP. 01109-010