

SINERGIA

Revista do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Artigos

- Identidade de profissionais da educação na Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica: os especialistas em educação

*Harryson Júnio Lessa Gonçalves/Patrícia Lima Dubeux Abensur/
Soraya Menezes de Queiroz*

- Educar para formar e formar para educar: contribuições à formação pedagógica para docência superior no Campus São Carlos

*Ester Almeida Helmer/Eulália Nazaré Cardoso Machado/
Wania Tedeschi*

- Memória sobre o ensino da História da Ciência no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Diamantino Fernandes Trindade

- Aplicação de grupo focal na avaliação e no replanejamento de cursos/disciplinas

Eduardo Mosaner Jr. /Norberto Stori

- Princípios pedagógicos na formação sócio-profissional em economia solidária

Maria de Fátima L. C. Bernadino/Alberto Paschoal Trez

- A capacitação docente frente às tecnologias da informação e comunicação

Siony da Silva

- Processamento digital de imagens: verificação do nível de líquido para utilização em automação industrial

*Ricardo Dias/Wendell de Queiróz Lamas/
João Sinohara da Silva Sousa*

- A estrutura da argumentação em *A Origem das Espécies*

Ricardo Roberto Plaza Teixeira

- Projeto e construção de um circuito elétrico para a execução de redes neurais artificiais utilizando componentes eletrônicos de baixo custo

Miguel Angelo de Abreu de Sousa



PRESIDENTE DA REPÚBLICA
Luís Inácio Lula da Silva

MINISTRO DA EDUCAÇÃO
Fernando Haddad

**SECRETÁRIO DA EDUCAÇÃO
PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA**
Eliezer Moreira Pacheco

REITOR
Arnaldo Augusto Ciquielo Borges

**PRÓ-REITOR DE PESQUISA
E INOVAÇÃO**
João Sinohara da Silva Sousa

PRÓ-REITORA DE ENSINO
Lourdes de Fátima Bezerra Carril

PRÓ-REITOR DE EXTENSÃO
Garabed Kenchian

PRÓ-REITOR DE ADMINISTRAÇÃO
Yoshikazu Suzumura Filho

**PRÓ-REITOR DE DESENVOLVIMENTO
INSTITUCIONAL**
Gersony Tonini Pinto

Ministério
da Educação



SINERGIA

**"associação de vários fatores
para uma ação coordenada"**

REVISTA DO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE SÃO PAULO

SEMESTRAL

EDITOR

Dr. Raul de Souza Püschel

CONSELHO EDITORIAL

Dra. Ana Lúcia Gatti
Universidade São Judas Tadeu

Dra. Carla Witter
Universidade São Judas Tadeu

Dr. Carlos Frajuca - IFSP

Dra. Diana Vieira
Instituto Politécnico do Porto

Dra. Elza Maria Tavares
Unicastelo

Dra. Geraldina Porto Witter
Livre-docente Unicastelo

Dr. João Sinohara S. Sousa - IFSP

Dr. Leandro Oliveira
Universidade do Minho

Dr. Marcelo de Almeida Buriti - IFSP

Dr. Raul de Souza Püschel
IFSP e UNIFIEO

Dra. Suely Corvacho - IFSP

Dra. Vera Socci
Universidade de Mogi das Cruzes

JORNALISTA RESPONSÁVEL
Cristine Vecchi/Mtb. 41974/SP

**DIAGRAMAÇÃO, ARTE FINAL
IMPRESSA E ELETRÔNICA**
Ademir Silva

**MAPA RELAÇÃO DOS CAMPI
INSTITUTO FEDERAL SÃO PAULO**
Fabio Villela

**FOTO DE CAPA
CAMPUS SÃO PAULO**
Ricardo Abe

APOIO TÉCNICO
Karin Kagi

**PROJETO GRÁFICO DE
CONTRACAPA**
Alessandro Rossi

REVISÃO
Cyntia Regina Fischer (Inglês)
Raul de Souza Püschel (Português)



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SÃO PAULO

A Revista SINERGIA é uma publicação semestral do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia 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 IFSP.

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

É proibida a reprodução total ou parcial dos artigos sem a prévia autorização dos autores.

CONTATO:

NÚCLEO EDITORIAL DA REVISTA SINERGIA

site: <http://www.cefetsp.br/edu/prp/sinergia>
e-mail: sinergia@cefetsp.br

Raul de Souza Püschel tel.: (11) 2763-7679
Ademir Silva tel.: (11) 2763-7633/2763-7679

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

SINERGIA (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo).
São Paulo, v.10 n.1, jan./jun., 2009

Semestral

ISSN 2177-451X

1. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - Periódicos.

CDU 001(05)“540.6”: (81)

SUMÁRIO

EDITORIAL

Raul de Souza Püschel **7**

Identidade de profissionais da educação na Rede Federal de Educação Profissional,
Científica e Tecnológica: os especialistas em educação
Harryson Júnio Lessa Gonçalves/Patrícia Lima Dubeux Abensur/Soraya Menezes de Queiroz..... **9**

Educar para formar e formar para educar: contribuições à formação pedagógica
para docência superior no Campus São Carlos
Ester Almeida Helmer/Eulália Nazaré Cardoso Machado/Wania Tedeschi **16**

Memória sobre o ensino da História da Ciência no Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia de São Paulo
Diamantino Fernandes Trindade **21**

Aplicação de grupo focal na avaliação e no replanejamento de cursos/disciplinas
Eduardo Mosaner Jr./Norberto Stori **30**

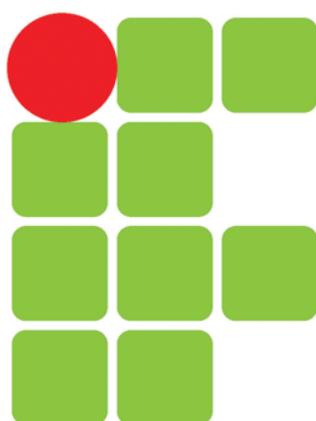
Princípios pedagógicos na formação sócio-profissional em economia solidária
Maria de Fátima L. C. Bernadino **38**

A capacitação docente frente às tecnologias da informação e comunicação
Siony da Silva **44**

Processamento digital de imagens: verificação do nível de líquido para utilização
em automação industrial
Ricardo Dias/Wendell de Queiróz Lamas/João Sinohara da Silva Sousa **50**

A estrutura da argumentação em *A Origem das Espécies*
Ricardo Roberto Plaza Teixeira **59**

Projeto e construção de um circuito elétrico para execução de redes neurais artificiais
utilizando componentes eletrônicos de baixo custo
Miguel Angelo de Abreu de Sousa **72**



**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SÃO PAULO**

EDITORIAL

Raul de Souza Püschel

Editor

Doutor em Comunicação e Semiótica pela PUC-SP
Professor da Área de Códigos e Linguagens do IFSP

Veremos, nesta edição, uma série de reflexões pedagógicas, outras da história da ciência, aliadas a uma série de estudos de caráter tecnológico.

Pensando em educação, abre-se a revista com “Identidade de profissionais da educação na Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica: os especialistas em educação”, em que se discute o papel e a identidade de tais profissionais na rede, além da falta de coerência de se caracterizar a natureza de pedagogos e de técnicos em assuntos educacionais como técnico-administrativos, já que a natureza de tais trabalhos é eminentemente educacional, e não metodológico-burocrática.

O ensaio seguinte, “Educar para formar e formar para educar: contribuições à formação pedagógica para docência superior no Campus São Carlos”, revela a importância da reflexão crítica no trabalho docente do Ensino Superior, pensado como uma prática de caráter coletivo, no sentido de transmitir experiências e resultados para uma comunidade, tal como acontece em oficinas pedagógicas, por exemplo.

Em “Memória sobre o ensino da História da Ciência no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo”, é mostrado o percurso da História da Ciência no Brasil, em geral, e neste Instituto Federal, em particular. Evidencia-se o caráter pioneiro desta escola, ao implementá-lo no Ensino Médio, bem como sua introdução em cursos de Licenciatura, assinalando-se o aspecto aglutinador da disciplina, no que tange à interface de questões científicas, humanísticas e tecnológicas.

A experiência didática “Aplicação de grupo focal na avaliação e no replanejamento de cursos/disciplinas”, baseado no tripé apreciar, contextualizar e fazer, traz inovações ao ensino de Artes, com melhor aproveitamento e maior envolvimento dos alunos. Mostram-se, assim, no caso, os resultados da aplicação do método no Ensino Médio no segundo semestre de 2008.

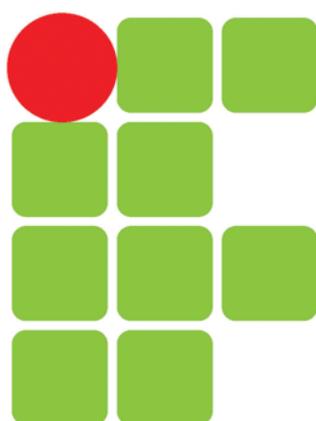
O artigo subsequente, “Princípios pedagógicos na formação sócio-profissional em economia solidária”, defende que os princípios de autogestão, autonomia, solidariedade e participação são fundamentais e devem ser inseridos nos currículos escolares, atenuando assim os efeitos nocivos da globalização e da reestruturação produtiva para os que foram ou poderão ser excluídos do mercado de trabalho.

O próximo artigo, “A capacitação docente frente às tecnologias da informação e comunicação”, faz uma articulação entre tecnologia e ensino, destacando que a EaD pressupõe mudanças, mas afirma que a interação deve ser constante. Preconiza ainda o ato de aprender a aprender, promovendo a busca crítica e a atualização contínua, o que transformará o professor – peça-chave também neste modelo educativo – em um orientador e um facilitador da aprendizagem, e não mais em “dono do saber”.

O texto “Processamento digital de imagens: verificação do nível de líquido para utilização em automação industrial” revela que tal processamento, já usual em certas circunstâncias de nosso cotidiano, pode ser muito bem utilizado em automação industrial. No caso, utilizou-se um sistema desenvolvido em Delphi para controlar a quantidade de líquido em um frasco.

O ensaio “A estrutura da argumentação em *A Origem das Espécies*” mostra como a concepção darwiniana é uma teoria forte, pois convenceu com certa rapidez a imensa maioria dos biólogos, além de ter influenciado uma série de concepções posteriores, graças à argumentação ao mesmo tempo simples e eficaz.

Finalizando a revista, surge o trabalho “Projeto e construção de um circuito elétrico para a execução de redes neurais artificiais utilizando componentes eletrônicos de baixo custo”. Nele é descrita uma rede que se vale de componentes elétricos de baixo custo, aplicado a um circuito que reconhece peras e maçãs.



**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SÃO PAULO**

IDENTIDADE DE PROFISSIONAIS DA EDUCAÇÃO NA REDE FEDERAL DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL, CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA: OS ESPECIALISTAS EM EDUCAÇÃO

Harryson Júnio Lessa Gonçalves

Pedagogo e Mestre em Educação – Universidade de Brasília (UnB)
Doutorando em Educação Matemática – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP)
Técnico em Assuntos Educacionais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP)

Patrícia Lima Dubeux Abensur

Pedagoga – Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
Mestra em Educação – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP)
Técnico em Assuntos Educacionais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP)

Soraya Menezes de Queiroz

Licenciada e Bacharel em Letras – Universidade de São Paulo (USP)
Pós-Graduada em Educação a Distância – Centro Nacional de Educação a Distância do Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial (SENAC)
Técnico em Assuntos Educacionais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP)

O presente trabalho apresenta uma discussão referente à identidade dos especialistas em educação (Pedagogos e Técnicos em Assuntos Educacionais) da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica - RFEPCT. Para atingir esse objetivo, analisamos legislações federais e referências teóricas, que caracterizam a natureza das atividades desenvolvidas por estes profissionais de educação na RFEPCT. Nas considerações finais trazemos à tona a questão sobre a autonomia no exercício das atividades destes profissionais a partir da não inclusão dos cargos de Pedagogo e Técnico em Assuntos Educacionais na Carreira do Magistério do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico.

Palavras-Chave: Especialistas de educação. Pedagogo. Carreira do magistério. Técnico em assuntos educacionais. Educação profissional.

The present work presents a discussion about the identity of the education specialists (Pedagogues and Educational Subject Technicians) of the Federal System of Professional, Scientific and Technological Education – RFEPCT. To achieve this objective, we analyzed federal legislation and theoretical references which characterize the nature of the activities developed by these education professionals in RFEPCT. In the final considerations we discuss the issue of the autonomy in the activities of these professionals taking into consideration the non-inclusion of the functions of Pedagogues and Educational Subject Technicians in the Teaching career of the Basic, Technical and Technological Teaching.

Keywords: Education Specialists. Pedagogue. Teaching career. Educational Subject Technician. Professional Education.

O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – IFSP – (antigo CEFET/SP) possui, em seu quadro de servidores, os que ocupam os cargos de *Pedagogo e Técnico em Assuntos Educacionais - TAE*, ambos de nível superior¹ e que se caracterizam por desenvolverem atividades voltadas para administração, planejamento, inspeção, supervisão e orientação educacional para a educação básica, que os remete a uma identidade de especialistas em educação.

Atualmente, há no IFSP um grupo de pesquisa composto por pedagogos e técnicos em assuntos educacionais, no qual são traçadas discussões referentes à identidade dos profissionais de educação na Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (RFEPCT). No momento, este grupo desenvolve estudos e pesquisas inerentes a identidade e práxis de especialistas de educação nos Institutos Federais.

No presente artigo, argumentaremos sobre a estrutura de alocação, na carreira pública federal, dos citados cargos e as consequências no desenvolvimento de suas atividades. Para tanto, utilizaremos análise documental, tendo como foco diversas legislações federais que normatizam o exercício profissional do servidor público federal, bem como outras legislações pertinentes que organizam a educação brasileira.

1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Para Villas Boas (1993), a organização do trabalho pedagógico admite dois significados: o primeiro é o desenvolvido pela escola, cujo objetivo é a transmissão/assimilação do saber sistematizado, em que concorrem todas as ações escolares, não reduzido às atividades desenvolvidas em sala de aula, entre professor e alunos, mas incluindo a organização global do poder na escola, os eventos socioculturais, os conselhos de classe, as reuniões de pais, a estrutura administrativa, etc; o segundo significado restringe-se à interação professor-aluno, em sala de aula. Assim, conforme Freitas (1995), temos dois níveis para a organização do trabalho pedagógico:

- a) como trabalho pedagógico que, no presente momento histórico, costuma desenvolver-se predominantemente em sala de aula;
- b) como organização global do trabalho pedagógico da escola, como projeto político-pedagógico da escola.

Este trabalho pedagógico, cujo fundamento é a docência – ato educativo intencional –, compõe o eixo essencial da formação dos profissionais da educação. E, como percebido, possui duas dimensões: uma micro e outra macro. Assim, não está restrito apenas ao que acontece na sala de aula, mas na relação Escola-Comunidade, Escola-Sociedade e Escola-Estado.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB - Lei nº 9.394/1996), considerando tais discussões acerca da definição de trabalho pedagógico, que refletem todo um movimento de reflexão epistemológica e histórica sobre a formação e práxis do profissional da educação, define no 2º parágrafo do artigo 67, incluído pela Lei nº 11.301/2006,

(...) que são consideradas funções de magistério as exercidas por professores e especialistas em educação no desempenho de atividades educativas, quando exercidas em estabelecimento de educação básica em seus diversos níveis e modalidades, incluídas, além do exercício da docência, as de direção de unidade escolar e as de coordenação e assessoramento pedagógico. (paginação irregular)

A própria Lei, em seu artigo 64, dispõe que “a formação de profissionais de educação para administração, planejamento, inspeção, supervisão e orientação educacional para a educação básica será feita em cursos de graduação em pedagogia ou em nível de pós-graduação”.

No caso da RFEPCT, os cargos de Pedagogo e de Técnico em Assuntos Educacionais estão estruturados na Carreira dos Cargos Técnico-Administrativos em Educação (PCCAE). Tais cargos têm suas atribuições descritas pelo Ministério da Educação – MEC – por meio do Ofício Circular nº 15/2005 CGGP/SAA/SE/MEC. Estas descrições de atribuições

são ratificadas pelos Institutos Federais de Educação (IF) em seus concursos públicos (como verificado nos editais n^{os} 06/2009 do IFRS e 32/2008 do CEFET/ES):

- ▶ *Pedagogo* - Implementar a execução, avaliar e coordenar a (re)construção do projeto pedagógico de escolas de educação infantil, de ensino médio ou ensino profissionalizante com a equipe escolar, viabilizar o trabalho pedagógico coletivo e facilitar o processo comunicativo da comunidade escolar e de associações a ela vinculadas. Assessorar nas atividades de ensino, pesquisa e extensão.
- ▶ *Técnico em Assuntos Educacionais* - Coordenar as atividades de ensino, planejamento e orientação, supervisionando e avaliando estas atividades, para assegurar a regularidade do desenvolvimento do processo educativo. Assessorar nas atividades de ensino, pesquisa e extensão.

Percebemos em ambas as descrições a configuração de um profissional da educação cujo *trabalho* é desenvolvido fundamentado em uma natureza essencialmente *pedagógica*. Julgamos, ainda, que o desenvolvimento de tais atividades exige um corpo de conhecimentos específicos que lhe garantam a profissionalidade do exercício do cargo. Tal arcabouço de saberes pode ser encontrado nos cursos de formação de professores e de pedagogia, pois garantem conhecimentos filosóficos, pedagógicos e educacionais que fundamentam a ação docente e prática educativa – conforme apontado pelas diretrizes curriculares (Resoluções CNE/CP n^o 01/2002 e n^o 01/2006).

A LDB em seu artigo 61, incluído pela Lei n^o 12.014/2009, corrobora este quadro quando explicita:

Art. 61. Consideram-se profissionais da educação escolar básica os que, nela estando em efetivo exercício e tendo sido formados em cursos reconhecidos, são:

I – professores habilitados em nível médio ou superior para a docência na educação infantil e nos ensinos fundamental e médio;

II – trabalhadores em educação portadores de diploma de pedagogia, com habilitação em administração, planejamento, supervisão, inspeção e orientação educacional, bem como com títulos de mestrado ou doutorado nas mesmas áreas;

III – trabalhadores em educação, portadores de diploma de curso técnico ou superior em área pedagógica ou afim.

Parágrafo único. A formação dos profissionais da educação, de modo a atender às especificidades do exercício de suas atividades, bem como aos objetivos das diferentes etapas e modalidades da educação básica, terá como fundamentos:

I – a presença de sólida formação básica, que propicie o conhecimento dos fundamentos científicos e sociais de suas competências de trabalho;

II – a associação entre teorias e práticas, mediante estágios supervisionados e capacitação em serviço;

III – o aproveitamento da formação e experiências anteriores, em instituições de ensino e em outras atividades.

A opção pela adoção de uma carreira do magistério que una docentes e especialistas pode ser considerada uma ação efetiva para extinguir a divisão do trabalho pedagógico imposto pelo tecnicismo nas décadas de 60 e 70, no período em que o Brasil era governado por militares e atendia a um regime voltado à ideologia *Nacionalista Desenvolvimentista*, os quais utilizavam estratégia fundamentada em esconder as relações entre educação e classe social, educação e poder, e evidenciar apenas os problemas metodológicos e técnico-administrativos da educação.

Segundo Coelho (1982, p.44), essa estratégia adotada pelos governos militares “despolitizou toda a atividade cultural e educacional, reduzindo-a à condição de trabalho técnico, burocrático, submetido ao mesmo processo de parcelamento e controle existente na fábrica”.

Com isso houve a degradação e proletarização da força de trabalho considerada não especialista (docentes), subestimando sua capacidade reflexiva e reprimindo sua capacidade intelectual e atividade criadora, reduzindo os docentes a meros executores e reprodutores. Em contrapartida, os especialistas eram considerados competentes e aqueles que possuíam o conhecimento da educação. Esta situação gerou um sistema hierárquico em que os não especialistas eram submetidos ao saber dos especialistas.

Hoje, o especialista em educação é assumido como um mediador da educação e aprendizagem de todos que compõem o processo educativo. É considerado um educador, cuja formação tem como pré-requisito a formação do educador. Sua função, seja ela coordenação, supervisão, administração ou orientação, é fundamentada, portanto, na ação educativa.

Em relação às funções dos especialistas, Freire (1982, p.95) define, especificamente, a de supervisor, ao afirmar que:

o supervisor é um educador e, se ele é um educador, ele não escapa na sua prática a esta natureza epistemológica da educação. (...) O que se pode perguntar é: qual é o objeto de conhecimento que interessa diretamente ao trabalho do supervisor? Aí talvez a gente pudesse dizer: é o próprio ato de conhecimento que se está dando na relação educador/educando.

Ato de conhecimento este que não acontece apenas na sala de aula, e não está restrito apenas ao professor e ao aluno, mas a todos aqueles que integram a comunidade escolar, interna e externa. Assume com isso que o trabalho pedagógico não pode ser realizado de forma isolada, nem pelo professor em sua sala de aula, nem pelos especialistas em seus gabinetes.

Acreditando nesta concepção de trabalho pedagógico, as Secretarias de Educação Municipais, Estaduais e do Distrito Federal adotam a proposta da LDB 9.394/96 na definição da carreira do magistério dos profissionais

da Educação Básica de seus sistemas educacionais. O que nos perguntamos no momento é: quais os profissionais que compõem a Carreira do Magistério da Educação Básica, Técnica e Tecnológica da RFEPCT? Qual a concepção de trabalho pedagógico adotada nesta carreira?

2 ESPECIALISTAS DE EDUCAÇÃO NA RFEPCT: TOTALIDADE OU FRAGMENTAÇÃO?

A RFEPCT, reordenada em 2008 pela Lei nº 11.892/2008, prevê, em sua configuração, 38 Institutos Federais, dois Centros Federais de Educação Tecnológica, 25 escolas técnicas vinculadas a universidades federais e uma universidade tecnológica. Dentre os objetivos inerentes aos Institutos Federais de Educação, ressaltamos “ministrar educação profissional técnica de nível médio, prioritariamente na forma de cursos integrados, para os concluintes do ensino fundamental e para o público da educação de jovens e adultos” (Inciso I, Artigo 7º, da Lei nº 11.892/2008).

No artigo 8º da Lei é previsto, também, que no desenvolvimento da sua ação acadêmica, o Instituto Federal, em cada exercício, deverá garantir o mínimo de 50% (cinquenta por cento) de suas vagas para oferta de educação profissional técnica de nível médio. Na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, estruturada pela Lei nº 11.184/2005, dentre seus objetivos consta: “ministrar cursos técnicos prioritariamente integrados ao ensino médio, visando à formação de cidadãos tecnicamente capacitados, verificadas as demandas de âmbito local e regional (Inciso II do Artigo 4º). Assim, percebemos que toda a RFEPCT caracteriza-se como instituições de educação básica e superior, com exceção das escolas técnicas que não ofertam cursos de educação superior.

Para tanto, contamos atualmente com duas carreiras de servidores públicos na Rede que conduzem as atividades das Instituições de Ensino:

Ao analisarmos as citadas legislações que compõem os referidos planos de carreira e definem as devidas atribuições dos

das legislações que estabelecem o acesso aos cargos de Pedagogo e de TAE, tendo em vista que o exercício da docência constitui-se como saber necessário para o trabalho pedagógico na dimensão macro, assim como a formação em nível de pós-graduação para os licenciados em outras áreas diferentes da pedagogia.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na prática, tanto os Pedagogos como os Técnicos em Assuntos Educacionais que integram o quadro de servidores da RFEPCT realizam atividades de coordenação, supervisão, orientação e planejamento na educação básica. Atividades estas desenvolvidas tanto nos Campi como nas Reitorias: supervisão pedagógica; orientação educacional; planejamento de atividades pedagógicas e educacionais; controle e registros acadêmicos; definição de políticas de educação para a RFEPCT; assessoramento em relação à legislação educacional; organização e desenvolvimento curricular; coordenação de processos seletivos; relação escola, comunidade escolar e mundo do trabalho; gestão do projeto político-pedagógico; formação continuada de professores; gestão da inovação tecnológica, entre outras.

A inclusão dos especialistas em educação (Pedagogos e Técnicos em Assuntos Educacionais) na carreira dos cargos técnico-administrativos provoca a volta a um passado que trouxe sérios problemas à educação, por tratar os problemas educacionais como meros problemas metodológicos e burocráticos, além de alimentar desavenças entre docentes e especialistas, o que traz prejuízo para o desenvolvimento de uma educação de qualidade.

A dicotomia do trabalho pedagógico verificado na definição da Carreira do Magistério do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico e da Carreira dos Técnico-Administrativos em Educação, quando incluído os cargos de Pedagogos e TAE, faz-nos refletir sobre a verdadeira concepção que há na esfera federal em relação à educação profissional, que nesta perspectiva é a de treinamento, mecânico e sem reflexão, esquecendo-se, portanto, da formação total do ser humano.

NOTA:

¹ Pedagogo: curso superior em Pedagogia; Técnico em Assuntos Educacionais: curso superior em Pedagogia ou Licenciaturas.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 11.091, de 12 de janeiro de 2005. Dispõe sobre a estruturação do Plano de Carreira dos Cargos Técnico-Administrativos em Educação, no âmbito das Instituições Federais de Ensino vinculadas ao Ministério da Educação, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Lei/L11091.htm>. Acesso em: 14 jul. 2009.

BRASIL. Lei nº 11.184, de 07 de outubro de 2005. Dispõe sobre a transformação do Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná em Universidade Tecnológica Federal do Paraná e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Lei/L11184.htm>. Acesso em: 14 jul. 2009.

BRASIL. Lei nº 11.301, de 10 de maio de 2006. Altera o art. 67 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, incluindo, para os efeitos do disposto no § 5º do art. 40 e no § 8º do art. 201 da Constituição Federal, definição de funções de magistério. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11301.htm>. Acesso em: 14 jul. 2009.

BRASIL. Lei nº 11.784, de 22 de setembro de 2008. Dispõe sobre a reestruturação do Plano Geral de Cargos do Poder Executivo - PGPE. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Lei/L11784.htm>. Acesso em: 14 jul. 2009.

BRASIL. Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008. Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Lei/L11892.htm>. Acesso em: 24 mar. 2009.

BRASIL. Lei nº 12.014, de 06 de agosto de 2009. Altera o art. 61 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de

1996, com a finalidade de discriminar as categorias de trabalhadores que se devem considerar profissionais da educação. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Lei/L12014.htm>. Acesso em: 11 ago. 2009.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm>. Acesso em: 11 ago. 2009.

BRASIL. Ministério da Educação. Encaminha a descrição dos cargos técnico-administrativos em educação, que foram autorizados pelo Ministério de Planejamento, Orçamento e Gestão para concurso público. Ofício Circular nº 015/2005/CGGP/SAA/SE/MEC, de 28 de novembro de 2005. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/canaleggp/oficios/oc01505.pdf>>. Acesso em: 14 jul. 2009.

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO DO ESPÍRITO SANTO – CEFETES. Concurso público. Edital nº 32, de 07 de maio de 2008. Disponível em: <http://www.cefetes.br/internet_arquivos/Ingresso/Concurso_Publico/Tecnico_administrativo/2008/Edital%2032_2008/edital%2032%202008.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2009.

COELHO, I. M. A questão política do trabalho pedagógico. In: BRANDÃO, C. R. CHAUI, M. S. FREIRE, P. *O educador: vida e morte*. Rio de Janeiro: Graal, 1982. pp: 29-49.

CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. Câmara de Educação Básica. Fixa Diretrizes para os Novos Planos de Carreira e de Remuneração para o Magistério dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios. Resolução nº 3, de 08 de outubro de 1997. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CEB0397.pdf>>. Acesso em: 16 jul. 2009.

CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. Conselho Pleno. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. Resolução nº 1, de 18 de fevereiro de 2002. Disponível em:

<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rcp01_02.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2009.

CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. Conselho Pleno. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais para o Curso de Graduação em Pedagogia, licenciatura. Resolução nº 1, de 15 de maio de 2006. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rcp01_06.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2009.

FREIRE, P. Educação: o sonho possível. In: BRANDÃO, C. R. CHAUI, M. S. FREIRE, P. *O educador: vida e morte*. Rio de Janeiro: Graal, 1982. pp: 89-101

FREITAS, L. C. *Crítica da organização do trabalho pedagógico e da didática*. Campinas: Papirus, 1995.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO SUL - IFRS. Dispõe sobre concurso público de provas para o provimento de pessoal técnico-administrativo, de nível intermediário e superior do quadro de pessoal do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul campus Erechim e campus Sertão. Edital Conjunto nº 06, de 10 de fevereiro de 2009. Disponível em: <http://qselecao.cefetbg.gov.br/download.aspx?cod_arquivo_download=258&Publicado_Web=1>. Acesso em: 18 ago. 2009.

VILLAS BOAS, B. M. *As práticas avaliativas e a organização do trabalho pedagógico*. Tese (Doutorado). Campinas: Unicamp, 1993.

Para contato com os autores:

Harryson Júnio Lessa Gonçalves

hlessa@cefetsp.br

Patricia Lima Dubeux Abensur

patricia.abensur@cefetsp.br

Soraya Menezes de Queiroz

soraya.queiroz@cefetsp.br

EDUCAR PARA FORMAR E FORMAR PARA EDUCAR: CONTRIBUIÇÕES À FORMAÇÃO PEDAGÓGICA PARA DOCÊNCIA SUPERIOR NO CAMPUS SÃO CARLOS

Ester Almeida Helmer

Técnica em Assuntos Educacionais – Campus São Carlos
Mestre em Educação

Eulália Nazaré Cardoso Machado

Gerente de Apoio ao Ensino – Campus São Carlos
Especialista em Educação

Wania Tedeschi

Professora – Campus São Carlos
Mestre em Educação

O objetivo deste artigo é socializar um relato fundamentado das discussões e reflexões realizadas nas Oficinas Pedagógicas desenvolvidas com os professores e equipe de ensino envolvidos com o Curso Superior em Tecnologia de Análise e Desenvolvimento de Sistemas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFSP), Campus São Carlos. As reflexões presentes neste artigo emergiram da necessidade de se pensar a prática pedagógica como um processo de gestão democrática que reflete a preocupação com a qualidade do ensino oferecida no IFSP Campus São Carlos.

Palavras-chave: Formação de professores. Docência para o Ensino Superior. Educação Tecnológica.

This paper is a substantiated account of the discussions and reflections generated from Educational Workshops held with teachers and staff involved in teaching in the graduation course Analysis Technology and System Development of the Federal Institute of Education, Science and Technology (IFSP), Campus São Carlos. The reflections in this article emerged from the need to think the pedagogical practice as a process of democratic management which reflects the concerns about the quality of education offered in the IFSP Campus São Carlos.

Keywords: Teacher Education. Teaching Higher Education and Technological Education.

Etimologicamente docência tem raízes no latim – *docere* – que significa ensinar, instruir, mostrar, indicar, dar a entender. Segundo Araújo (2004), o registro do termo na Língua Portuguesa é dado de 1916, o que implica dizer que sua utilização, ou melhor, a apropriação do termo é algo novo nos discursos sobre educação.

Formalmente, docência refere-se ao trabalho dos professores, porém há de se considerar que atualmente eles desempenham

um conjunto de funções que ultrapassam as tarefas de ministrar aulas. Assim, podemos afirmar que a docência tornou-se mais complexa conforme o surgimento de novas condições de trabalho.

A lei LDB 9394/96 (Brasil, 1996) em seu art. 13 estabelece as seguintes incumbências para os professores:

- participar da elaboração do projeto pedagógico;

- elaborar e cumprir o plano de trabalho;
- zelar pela aprendizagem dos alunos;
- estabelecer estratégias de recuperação para alunos de menor rendimento;
- ministrar os dias letivos e hora-aula estabelecidos;
- participar integralmente dos períodos dedicados ao planejamento, à avaliação e ao desenvolvimento profissional.

Diante das incumbências citadas na lei, não nos restam dúvidas sobre a ampliação do campo da docência, e neste sentido há de ser considerada como uma atividade profissional especializada. Contudo, tal especialização requer uma formação profissional para seu exercício: conhecimentos específicos, conhecimentos pedagógicos e aquisição de habilidades vinculadas à profissão, tendo profissão como uma construção social.

Considerando que a formação para a docência é uma ação contínua, progressiva e, portanto, dinâmica concebemo-la como um *processo*, vista como uma articulação entre formação pessoal e profissional. Segundo Veiga (2006, p. 6):

A formação de professores é uma ação contínua e progressiva, que envolve várias instâncias e atribui uma valorização significativa para a prática pedagógica e para a experiência, considerados componentes constitutivos da formação. Ao valorizar a prática como componente formador, em nenhum momento assume-se a visão dicotômica da relação teoria-prática. A prática pedagógica profissional exige uma fundamentação teórica explícita. A teoria é a ação e a prática não é receptáculo da teoria.

De acordo com o artigo 66 da lei LDB 9394/96 (Brasil, 1996), a formação do professor para o exercício da docência nas Universidades é dada em nível de pós-graduação em programas de mestrado e doutorado. Dessa forma, a literatura produzida sobre a docência no Ensino Superior tem apontado que na maior parte das vezes não é oferecido ao pós-graduando uma formação específica em Edu-

cação, tendo ele uma excelente formação em área específica e o domínio dos saberes dessa área, forma-se pesquisador, mas desconhece caminhos e estratégias orientadoras dos processos de ensino e de aprendizagem. Conforme constatado por Pimenta e Anastasiou (2005):

Os pesquisadores dos vários campos do conhecimento e os profissionais das várias áreas adentram o campo da docência no ensino superior como decorrência natural dessas suas atividades e por razões e interesses variados. Se trazem consigo imensa bagagem de conhecimentos nas suas respectivas áreas de pesquisa e de atuação profissional, na maioria das vezes nunca se questionaram sobre o que significa ser professor. Do mesmo modo, as instituições que os recebem já dão por suposto que o *são*, desobrigando-se, pois, de contribuir para *torná-los*. Assim, sua passagem para a docência ocorre “naturalmente”; dormem profissionais e pesquisadores e acordam professores! Não sem traumas nem sem, muitas vezes, ocasionar danos aos processos de ensino e aos seus resultados. Não se trata, em absoluto, de culpabilizar os professores pelas mazelas do ensino, mas de reconhecer e valorizar a importância da profissão docente no ensino superior. (p. 104-105 - grifos do autor)

Ao refletirmos sobre a formação docente para a educação profissional tecnológica, um diagnóstico amplo se fez necessário, visando à compreensão do quadro real que se desenha, bem como os desafios a serem enfrentados. Conforme Freire (1996, p. 43): “*é pensando criticamente a prática de hoje ou de ontem é que se pode melhorar a próxima prática*”. Sob tal pressuposto, e a partir do trabalho desenvolvido com os professores do IFSP – Campus São Carlos – enumeramos abaixo alguns diagnósticos que estão presentes em nossa reflexão sobre a docência na educação tecnológica e desafios que o grupo tem procurado enfrentar:

1 DIAGNÓSTICO

- A formação do professor para o exercício da docência superior nível de pós-graduação

- (em programas de mestrado e doutorado) não oferece a formação específica em educação;
- Usualmente espera-se que o profissional da área técnica se transforme em docente por caminhos intuitivos;
 - O educador trabalha com uma herança pedagógica dos cursos que fez ou usa os modelos de professores que teve;
 - O professor realiza trabalho individual e isolado, a partir de uma ementa pré-estabelecida, sem maiores discussões entre docentes do curso;
 - Muitas vezes o professor não discute seu trabalho ou recebe acompanhamento;
 - A atividade docente (ensino) é menos valorizada que a pesquisa ou a extensão;
 - O coletivo de professores não atua como categoria profissional;
 - Não se promovem discussões sobre um código de ética da profissão;
 - Há desconhecimento de associações de classe;
 - O perfil da docência muitas vezes se assemelha a uma ocupação mais do que a uma profissão.

2 DESAFIOS

- Aprimorar a compreensão do processo de ensino e aprendizagem;
- Promover debates para a construção de uma concepção de educação profissional tecnológica, sobre o mundo do trabalho e as relações nele estabelecidas;
- Participar de programas que ultrapassem a formação docente em disciplinas isoladas;
- Apropriar conhecimentos pedagógicos que respondam às seguintes questões:
 - como planejar as aulas, definir objetivos, desenvolver os conteúdos por meio de estratégias de ensino adequadas?
 - como definir as ferramentas (lousa, multimídia, laboratórios...) para o desenvolvimento destas estratégias?
 - como utilizar as novas tecnologias/com que medida e finalidade?
 - como organizar e dirigir situações de ensino visando à aprendizagem?
 - como trabalhar a heterogeneidade em sala de aula?

- como administrar o movimento dos alunos em torno da aprendizagem?
- como conceber e colocar em prática as diferentes estratégias de ensino?
- como envolver os alunos em atividades acadêmicas?
- como incentivar o trabalho em equipe?
- como enfrentar os deveres e os dilemas éticos da profissão?
- como administrar sua própria formação continuada?

Tais diagnósticos e desafios apontam para um repensar sobre a concepção de professor pautada em uma postura repetitiva, cujo ensino centra-se nas cópias de conteúdos e não na produção de conhecimento, sendo originada de atividades memorativas e mecânicas. Em contraposição a este modelo de professor, vem se desenvolvendo no campo educacional uma nova concepção da profissão docente.

3 A CONSTRUÇÃO DA CONCEPÇÃO DE PROFESSOR COMO PROFISSIONAL REFLEXIVO

No início dos anos 1990, o termo *professor reflexivo*¹ começou a fazer parte do campo educacional brasileiro. Trata-se de uma metáfora à compreensão do trabalho docente em que o professor passa a ser visto como um produtor de conhecimentos frente às situações vivenciadas em suas salas de aula. A reflexão sobre a prática docente almeja a mudança do profissional e de seu ambiente de trabalho.

Partimos do princípio de que o professor constrói conhecimento por meio da reflexão, análise e problematização de sua prática e que isto se dá prioritariamente de maneira coletiva (GERALDI, 2003). Esse conhecimento, construído na ação, é um conhecimento tácito, interiorizado, é, portanto, uma *reflexão na ação* (SCHÖN, 2000). Assim, o professor cria o seu próprio repertório de experiências que configuram num conhecimento prático.

No entanto, além do caráter prático, as situações de sala exigem uma nova busca, análise, problematização e questionamentos

para os quais aportes teóricos são necessários quando o objetivo é o aprimoramento da docência.

Segundo Helmer (2005), o ensino mediado por uma prática reflexiva representa uma tendência significativa para os avanços em educação, uma vez que aponta para a valorização do saber docente e a possibilidade de o professor investigar sua própria atuação em sala de aula. Por outro lado, o individualismo destas reflexões, a ausência de uma reflexão crítica, o enfoque apenas em situações práticas, a impossibilidade da investigação nas instituições de ensino, por vezes, impedem a concretização desta concepção teórica.

Desse ponto de vista, é necessário que o professor assuma uma postura de questionamento permanente na qual se desenvolva um rigor metódico e uma ação curiosa que se amplie numa ligação com a sistematização do conhecimento. (TEDESCHI, 2009).

Para isso, os professores precisam sentir-se valorizados como produtores de seus próprios saberes, como sujeitos capazes de transformar suas experiências em conhecimentos e criar suas próprias referências profissionais.

Conforme assinala Imbernón (2000, p. 19):

A possibilidade de inovação nas instituições educativas não pode ser proposta seriamente sem um novo conceito de profissionalização do professor, que deve romper com as inércias e práticas do passado assumidas passivamente como elementos intrínsecos à formação.

Sob tal pressuposto, o trabalho de formação pedagógica desenvolvido no Campus São Carlos tem buscado superar alguns desafios da profissão docente embasados nas reflexões coletivas dos professores e da equipe de ensino².

4 AS OFICINAS PEDAGÓGICAS

No segundo semestre de 2008, iniciamos um trabalho colaborativo entre a equipe de ensino e os professores do *Campus* São Carlos com o objetivo de refletir sobre alguns

conceitos subjacentes ao papel de ensinar, bem como a questões que nos levassem a repensar a metodologia, o plano de ensino e a forma de conceber o aluno em processo de aprendizagem. Denominamos este trabalho como Oficinas Pedagógicas.

Trata-se de uma proposta que é parte integrante de um Programa de Atendimento ao Aluno desenvolvido neste campus, cuja finalidade é potencializar e melhorar as relações e o convívio no espaço interno do IFSP – Campus São Carlos, por meio de ações que correspondessem aos anseios, dúvidas e expectativas dos alunos e de toda comunidade escolar.

Com base nas atribuições da Gerência de Apoio ao Ensino (GAE) e na interação desempenhada pelos docentes com os seus alunos, esperávamos com este Programa construir caminhos de aproximação, negociação, diálogo e troca, avaliando situações do cotidiano escolar e dando os encaminhamentos necessários aos alunos no sentido de promover um trabalho voltado para a transformação das relações sociais estabelecidas nesta instituição de ensino. Dentre essas ações, o corpo docente engajou-se nos estudos e discussões sobre a sua ação formadora. A proposta das Oficinas Pedagógicas centra-se, portanto, na reflexão sobre novos caminhos e estratégias diferenciadas para o fazer educativo.

Estes momentos de estudo são desenvolvidos nas Semanas de Planejamento, realizadas no início dos semestres letivos, e têm continuidade nos horários de Reunião de Cursos Superiores (RSU), buscando promover a troca de experiências entre os professores, bem como compartilhar pensamentos e concepções que assegurem uma ação docente cada vez mais comprometida com a aprendizagem dos alunos.

A título de ilustração, em uma das oficinas ocorridas no início do segundo semestre letivo de 2009, um professor do campus socializou a sua percepção sobre estes encontros:

Sinceramente, eu acredito que essa preparação que temos no início do semestre é de importância vital para nós, docentes técnicos, que possuímos

o conhecimento técnico, mas que, nem sempre, sabemos como passar nossos conhecimentos para os alunos. É bastante notório que ainda sou muito inexperiente e pretendo “sugar” todo tipo de conhecimento que a equipe da oficina pedagógica tem para me passar e pretendo evoluir na minha carreira de docente com esses conhecimentos. (Professor do Campus São Carlos)

Com base na percepção do professor, vemos a importância de compreender o processo de formação para a docência como algo inacabado. As oficinas pedagógicas têm se constituído, portanto, como um processo de despertar para a necessidade de se manter atento a realidade que nos cerca, fazendo com que os sujeitos envolvidos com o ensino sejam capazes de entender essa realidade a ponto de redimensionar seu conhecimento, bem como suas responsabilidades sociais e profissionais. É assim que a compreensão da importância da mudança tem sido difundida em nossos encontros.

Desse modo, as Oficinas Pedagógicas desenvolvidas neste *Campus* representam uma das ações que procuram superar os desafios elencados neste artigo para avançar na compreensão da prática docente para a educação tecnológica.

Essas oportunidades estão proporcionando a integração entre docentes e gerência de apoio ao ensino, para a consolidação de ações de melhorias previstas no Programa de Atendimento ao Aluno.

NOTAS

¹ Embora se entenda que a reflexão é uma característica humana, o termo “professor reflexivo” refere-se a um movimento teórico de compreensão do trabalho docente e não apenas a uma qualidade de todo o ser humano.

² A equipe de ensino é formada pela GAE e duas servidoras pesquisadoras nas áreas de educação, e educação científica e matemática.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, J.C.S. Docência e ética: da dimensão interativa entre sujeitos ao envolvimento sócio institucional. In: ROMANOWISKI, J.P.;

MARTINS, R.D.O.; JUNQUEIRA, S.R. (orgs.) *Conhecimento local e conhecimento universal: práticas sociais, aulas, saberes e políticas*. Curitiba: Champagnat, 2004.

BRASIL. Ministério da Educação. Lei nº 9.394 – *Lei de Diretrizes e Bases da Educação*, de 20 de dezembro de 1996. Brasília, 1996.

FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessárias à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

HELMER, E. A. *Os projetos de trabalho na escola pública: uma proposta para ensinar e aprender*. Marília: Universidade Estadual Paulista, 2005 – Trabalho de Conclusão de Curso.

IMBERNÓN, F. *Formação docente e profissional: formar-se para a mudança e a incerteza*. 6. ed. São Paulo: Cortez, 2000.

PIMENTA, S. G.; ANASTASIOU, L. G. C. *Docência no ensino superior*. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2005.

SCHÖN D. A. *Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem*. Porto Alegre: Artmed, 2000.

TEDESCHI, W. *O professor curioso: Ensaio sobre aspectos investigativos na formação de professores*. São Paulo: FEUSP – Universidade de São Paulo, junho de 2009 – Relatório para exame de qualificação (mimeo).

VEIGA, I. P. A. *Docência universitária na Educação Superior*. Brasília: INEP, 2006, p. 87-98.

Para contatos com as autoras:

Ester Almeida Helmer

eahelmer03@yahoo.com.br

Eulália Nazaré Cardoso Machado

eulália_machado@hotmail.com

Wania Tedeschi

wania.tedeschi@ig.com.br

Adotando uma nova visão, que reconheço como interdisciplinar da área de Ciências da Natureza, percebi que a História da Ciência pode ser uma disciplina aglutinadora. A contextualização sociocultural e histórica da Ciência e da tecnologia associa-se às Ciências Humanas e cria importantes interfaces com outras áreas do conhecimento. O caráter interdisciplinar da História da Ciência não aniquila o caráter necessariamente disciplinar do conhecimento científico, mas completa-o, estimulando a percepção entre os fenômenos, fundamental para grande parte das tecnologias e desenvolvimento de uma visão articulada do ser humano em seu meio natural, como construtor e transformador desse meio.

Em 1978, iniciei a minha carreira como professor universitário, lecionando Química Geral nas Faculdades Oswaldo Cruz. O ensino tecnicista estava em vigor; havia um ciclo básico para os alunos de Engenharia Química, Química Industrial, Licenciatura e Bacharelado em Química, Física e Matemática. Eram 17 turmas e o currículo era o mesmo para todas elas. Os alunos dessas turmas, vindos do segundo grau profissionalizante, eram produto da LDB 5.692/71. Ainda nesse ano passei a lecionar Química para os cursos de Licenciatura em Física, Matemática e Biologia na Universidade de Santo Amaro e Química Analítica para o curso de Licenciatura em Química na Universidade de Guarulhos. Senti que precisava, como já fazia no curso colegial, tornar minhas aulas mais interessantes. Procurava, desde aquela época, embora sem nenhuma sustentação teórica, pautar minhas aulas em um enfoque histórico. Percebi então que, ao situar as teorias de Química no contexto em que haviam sido produzidas, despertava maior interesse dos alunos.

Nesse momento, a História da Ciência servia apenas para chamar a atenção dos alunos. Em 1980, conheci o professor Márcio Pugliesi que lecionava a disciplina História e Desenvolvimento do Pensamento Científico, no curso de licenciatura em Química nas Faculdades Oswaldo Cruz, e esse contato ativou ainda mais o meu interesse pela História da Ciência.

As pesquisas sobre História da Ciência levaram-me à construção de um currículo paralelo¹ em que pude perceber que o desenvolvimento histórico da Química, Física e Matemática mostrava que estas ciências não precisavam ser ensinadas de modo tão fragmentado, tradicional e cansativo. O fruto desses primeiros anos de pesquisa foi a publicação, em 1983, do livro *Química básica teórica*, em parceria com Márcio Pugliesi, obra na qual a articulação dos capítulos foi feita em função da visão histórica do desenvolvimento da Química.

A História da Ciência começou a se delinear como um espaço para a crítica do conhecimento científico, por meio da interdisciplinaridade, a partir da década de 1960. Constitui-se em um espaço estratégico do ponto de vista educacional, pois procura enfatizar a ética científica, respeitando a humanidade e a sua história e, desta forma, resgatar o homem no seu sentido superior. Alguns autores, como Alfonso-Goldfarb² e Andery³, abordam esta questão. Durante os anos de 1990, houve um crescente interesse, na área educacional, pela História da Ciência e diversos trabalhos, como os de Chassot⁴ e Vanin⁵, foram escritos sobre a sua importância na formação dos alunos do Ensino Médio. Entretanto, frequentemente o seu conhecimento é construído enfocando alguns episódios descontextualizados nas disciplinas das chamadas Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias⁶, quando tópicos de História da Ciência são introduzidos apenas como ilustração, configurando o que se convencionou chamar de “perfumaria”, uma espécie de pausa para respirar entre dois conteúdos e que realmente, estes sim, devem merecer a importância do professor e do aluno! Esta não é, seguramente, a História da Ciência que desejamos que faça parte da formação dos alunos de Ensino Médio do nosso país.

Apesar de ser fundamental que os professores dessas disciplinas introduzam, no cotidiano das suas salas de aula, tópicos de História da Ciência, frequentemente são limitados a um caráter apenas ilustrativo, episódico, factual e cronológico. Por isso a existência de um espaço curricular próprio e específico para os conteúdos de História da Ciência possibilita

que estes possam ser abordados e articulados de forma muito mais orgânica no processo ensino-aprendizagem-avaliação.

Quando a LDB destaca as diretrizes curriculares específicas do Ensino Médio, ela se preocupa em assinalar para um planejamento e desenvolvimento do currículo de forma orgânica, superando a organização por disciplinas estanques e revigorando a integração dos conhecimentos, num processo permanente de interdisciplinaridade. Essa proposta de organicidade está contida no Artigo 36:

... destacará a Educação tecnológica básica, a compreensão do significado de ciência, das letras e das artes; o processo histórico de transformação da sociedade e da cultura; a língua portuguesa como instrumento de comunicação, acesso ao conhecimento e exercício da cidadania.

As diretrizes propostas nortearam a implantação do Ensino Médio no IFSP.⁷ Para os terceiros anos, estavam previstos blocos de disciplinas optativas, um dos quais foi chamado de Energia e Vida e ficou sob a responsabilidade da área de Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. A disciplina História da Ciência foi escolhida como unidade de caráter curricular integrador. Enquadrou-se no Projeto Pedagógico da escola em seus três pontos basilares: História da Ciência como eixo temático, a interdisciplinaridade como método e também princípio filosófico-pedagógico norteador e a pedagogia crítico-social dos conteúdos como embasamento de caráter teórico.

Um antigo sonho ganhava vida. Finalmente, começava-se a perceber a importância desse estudo na formação do jovem. Seu eixo gerador – a compreensão dos conceitos científicos ao longo da história, vinculada ao desenvolvimento tecnológico e econômico da sociedade – procuraria relacionar os conteúdos estudados nas diversas disciplinas das Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias com os “conteúdos” necessários para a vida e talvez passar a compartilhar com os estudantes um

conhecimento capaz de despertar o desejo, o amor pelo saber.

Em 2000 comecei a lecionar, junto com o Professor Ricardo Roberto Plaza Teixeira, essa disciplina. As dificuldades foram-se revelando em função da inexistência de referenciais teóricos para a ação pedagógica. A idéia era inédita no Brasil, no que se refere ao Ensino Médio. O grande desafio tornou-se sair da posição de ensinar, para aprender junto com os alunos. A pesquisa compartilhada trouxe consigo uma visão mais abrangente dos processos de ensino-aprendizagem-avaliação das Ciências da Natureza e de suas regiões de fronteira, onde convivem também a História da Ciência, a Filosofia, a História e a própria Ciência cuja história se pretende estudar. L. Trindade⁸ diz que:

Regiões de fronteira são regiões interdisciplinares, regiões de encontros e transformações que se concretizam no comprometimento do professor com seu trabalho e se alimentam pelas experiências e vivências rituais de sua arte, anunciando possibilidades de vencer os limites impostos pelo conhecimento fragmentado, transformando-o em espaços criativos.

Diz ainda que:

O mundo é do tamanho do conhecimento que temos dele, portanto, de nós mesmos. Ao ampliar esse conhecimento, estendemos e estabelecemos nossas fronteiras, o mundo cresce, o sabor da busca se intensifica, o que confere à ação pedagógica um poder mágico: o de ir do presente ao passado, o de passear por lugares nunca vistos, o de alcançar e ultrapassar fronteiras transitando entre elas.

Nesse projeto de inclusão da disciplina História da Ciência no Ensino Médio no IFSP, os alunos acompanharam o desenvolvimento científico da humanidade desde os primórdios da civilização até os dias de hoje. Nessa grandiosa aventura da História, nos seus vários momentos, estudaram como os seres humanos se relacionam, em todos os tempos, com o conhecimento.

Com o passar do tempo esse projeto foi também desenvolvido pelo professor Ricardo Plaza nos primeiros anos do Ensino Médio⁹.

Trabalhar com os alunos do Ensino Médio do IFSP nessa disciplina foi uma experiência bem-sucedida, um desafio vencido. Ficou claro que é possível trabalhar de forma interdisciplinar e contextualizada e que a História da Ciência é um dos instrumentos que possibilitam essa tarefa pedagógica. Tal experiência durou até 2007.

1 E O ENSINO DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO SUPERIOR?

Desde a década de 1950, a História da Ciência está presente, como disciplina optativa, em vários cursos da Universidade de São Paulo, e na Unicamp, a partir da década de 1970. Com as novas Diretrizes Curriculares, alguns cursos de Formação de Professores em ciências passaram a incluir esta disciplina, como obrigatória, nas séries iniciais.

Que motivos levam uma Instituição de Ensino Superior a implantar a disciplina História da Ciência no currículo dos cursos de Licenciatura em Ciências?

Para tentar responder esta questão, é importante fazer um breve histórico acerca da implantação e do desenvolvimento dessa disciplina em alguns cursos de ciências.

*Desde a sua fundação, em 1934, sempre houve algum interesse pela História da Ciência na Universidade de São Paulo*¹⁰. Alguns cientistas estrangeiros convidados para constituírem os primeiros grupos de pesquisa na universidade cultivavam a História da Ciência, considerando-a importante tanto como fonte de inspiração para a pesquisa quanto instrumento pedagógico para o ensino universitário.

Não é de se estranhar então que vários pesquisadores brasileiros, formados por esses mestres estrangeiros, mostrassem sensibilidade por essa disciplina. Outros ainda a procuravam como um dos instrumentos para suprir as faltas e as deficiências de um ambiente universitário com pouca tradição de pesquisa. A USP não surgiu pelo amadu-

recimento de condições favoráveis à Ciência ou à tecnologia, mas da vontade política de determinados segmentos da elite paulistana.

Nas primeiras décadas após a fundação da USP, o Brasil continuou tendo principalmente uma economia agrário-exportadora, apesar da política de industrialização por substituição de importações¹¹. Assim, a falta de um amadurecimento técnico ou industrial não fornecia o substrato adequado para a criatividade científica ou para a inovação tecnológica. Desse modo, as referências vinham do exterior. Em parte, isso podia ser suprido pela História da Ciência que, em tese, possuía condições para promover a compreensão do significado social da Ciência. Não foi por acaso que a primeira geração de cientistas da USP mostrou grande interesse pela História da Ciência.

Na década de 1950, tivemos alguma pesquisa na área de História da Ciência estimulada pelo sociólogo Fernando de Azevedo que concebeu o livro *As ciências no Brasil*, em que cada capítulo era dedicado ao desenvolvimento histórico das disciplinas científicas existentes no país. Vários profissionais de renome participaram desse trabalho, como Abraão de Moraes, Viktor Leinz, Mário Guimarães Ferri, Heinrich Rheinboldt, entre outros.

Apesar desse interesse, cursos regulares de História da Ciência praticamente inexisteram nos primeiros anos da USP. Essa situação começou a mudar na década de 1960, quando teve início a expansão do ensino universitário no Brasil. Nessa época, o departamento de Física da USP criou a disciplina História das Ciências Físicas, sendo o primeiro curso regular a funcionar em todo o Brasil. O físico Plínio Sussekind da Rocha foi contratado especialmente para ministrar essa disciplina.

Na década de 1970, formou-se na USP o Núcleo de História da Ciência coordenado por Shozo Motoyama e que contava com Juinichi Osada, Maria Amélia Dantes, Carlos Henrique Liberalli, Simão Mathias e Geraldo Florshein. De acordo com as diretrizes da Reforma Universitária, implantada em todo Brasil, o Depar-

tamento de História ficou encarregado de ministrar as aulas de História da Ciência para toda Universidade.

No âmbito da pós-graduação, merece destaque o Centro Simão Mathias (CESIMA), ligado ao Programa de Estudos Pós-Graduados em História da Ciência, da PUC-SP, que congrega graduandos, pós-graduandos e pesquisadores de diferentes áreas e instituições, tendo em vista a realização de estudos de interface centrados em História da Ciência. Desde sua criação, em 1994, vem organizando seminários, cursos de curta duração e outros importantes eventos. O CESIMA é considerado uma referência mundial no estudo e pesquisa de História da Ciência.

A disciplina História da Ciência foi e, em alguns casos, ainda é uma disciplina optativa nos cursos de ciências. Os cursos de Formação de Professores começaram a ganhar identidade própria há poucos anos, pois sempre foram vistos como meros apêndices dos bacharelados. Assim, sempre que a disciplina História da Ciência era oferecida, constituía-se em mais uma “perfumaria” para os alunos conseguirem créditos fáceis. O motivo desta depreciação é a maneira pela qual foi, e às vezes ainda é ensinada.

Muitas vezes a História da Ciência é concebida como uma coleção de curiosidades científicas e outras tantas, tal qual uma coleção de anedotas como um determinado grego (Arquimedes) correndo nu, pelas ruas gritando “eureka”; um inglês (Newton) sonhando em um jardim enquanto as maçãs caíam sobre sua cabeça; Einstein gostava de usar roupas velhas e mostrar a língua; a mãe de Kepler era uma feiticeira. Quando não cai sobre tais extremos, a História da Ciência é ensinada como um mero relato sem relação com o que realmente ocorreu com o que motivava os cientistas e o que movia a sociedade a sustentá-los, relatos muitas vezes adaptados para que se compreenda com facilidade em vez de contar a real articulação de ideias e contradições, de frustrações e triunfos pelos quais passaram os cientistas. Este enfoque sobre o ensino da História da Ciência vem mudando gradativamente.

No IFSP a História da Ciência foi implantada pelo professor Ricardo Plaza no curso de Licenciatura em Física que lecionou a disciplina Ciência, História e Cultura até o final de 2005. A partir de então assumi esta disciplina. Quando se analisa a atual legislação brasileira para a formação de professores na área de ensino de Física, percebemos uma situação de falta de consenso ou de disputa pragmática sobre o ideal de profissionalização docente. De um lado, as *Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de graduação em Física* (Parecer CNE 1304/2001) apontam para a licenciatura como orientação final de curso de graduação de Física, caracterizando um *físico-educador* ou um *bacharel que pode lecionar*. Em tais *Diretrizes*, a *identidade do professor de Física é consolidada no âmbito da graduação que ele obtém na área de conhecimento específico mais do que na licenciatura*¹².

No plano de ensino para o espaço curricular Ciência, História e Cultura procuramos evidenciar que o entendimento da natureza histórica, social e cultural do conhecimento científico é, ao mesmo tempo, um objetivo e um dos maiores desafios da educação para a Ciência. Assim, esse espaço curricular aborda não apenas elementos da historiografia da Ciência, mas problematiza o seu papel no ensino e na divulgação científica. São estudados materiais didáticos, produção acadêmica e projetos de ensino que incorporam e propõem o ensino da Física articulado à dimensão cultural da Ciência e as relações múltiplas entre a implicação e a determinação social do conhecimento científico e seus produtos tecnológicos. São propostas atividades de estudo visando à incorporação da pesquisa em ensino das ciências à prática de sala de aula.

Com o tempo fomos percebendo que os professores em formação compreenderam que realmente existem possibilidades para deslocar a visão hermética e tradicional de ensinar ciências, presente nos manuais didáticos, para uma visão ampla e crítica na qual ela não aparece como algo pronto e acabado. Mais importante do que isso é a percepção de que a História da Ciência não

deve ir para a sala de aula como complemento ou curiosidade, e sim fazendo parte do contexto desse novo olhar do processo *ensino-aprendizagem-avaliação* de ciências.

A partir de 2008 passei a lecionar a disciplina História e Filosofia da Ciência para os cursos de Licenciatura em Química e Licenciatura em Biologia do IFSP seguindo as mesmas diretrizes do curso de Licenciatura em Física. A professora Elisabete Guerato leciona, desde o primeiro semestre de 2008, a disciplina História da Matemática e do Cálculo para o curso de Licenciatura em Matemática.

As experiências bem sucedidas do ensino da História da Ciência transpuseram as fronteiras do IFSP e passaram a ser divulgadas de diversas maneiras. A primeira delas foi o curso *História da Ciência*: um instrumento interdisciplinar que ministrei em 2002 no SINPRO-SP¹³. Em 2004 e 2005 ministrei a disciplina História da Ciência para os cursos de Licenciatura em Matemática, Física e Química do Instituto Superior de Educação Oswaldo Cruz.

Diversos artigos foram publicados em revistas:

○ *Reflexões sobre uma experiência de inclusão da disciplina História da Ciência no Ensino Médio* (Ricardo Roberto Plaza Teixeira e Diamantino Fernandes Trindade), na *Revista Sinergia*.

○ *A História e a Fotografia a Serviço do Estado: D. Pedro II e a afirmação da Nação* (Diamantino Fernandes Trindade, Lais dos Santos Pinto Trindade e Luiz Felipe S. P. Garcia), na *Revista Sinergia*.

○ *Os pioneiros da Ciência Brasileira*: Bartholomeu de Gusmão, José Bonifácio, Landell de Moura e D. Pedro II (Diamantino Fernandes Trindade e Lais dos Santos Pinto Trindade), também na *Revista Sinergia*.

○ *História da Ciência no Ensino Médio*: uma pesquisa interdisciplinar (Diamantino Fernandes Trindade), na *Revista CEAP de Educação*.

○ *As faces ocultas da Ciência segundo Pierre Thuillier* em seu livro *De Arquimedes a Einstein* (Ricardo Roberto Plaza

Teixeira e Fernando Barbosa Ferreira), na *Revista Sinergia*.

○ *Uma análise do filme O Nome da Rosa sob a ótica da História da Ciência* (Ricardo Plaza Teixeira), na *Revista Transfazer – Estudos Interdisciplinares*.

○ *Análise das conclusões do livro A origem das espécies de Charles Darwin* (Ricardo Plaza Teixeira), na *Revista Científica da FAMEC*.

○ *Breve análise da obra Os Sonâmbulos e de sua importância para a História da Ciência* (Ricardo Plaza Teixeira e Fernando Barbosa Ferreira), na *Revista Sinergia*.

○ *O valor da Ciência de Poincaré, cem anos depois de sua publicação* (Ricardo Roberto Plaza Teixeira e Alessandra Cristiane Matias), na *Revista Sinergia*.

○ *Reflexões sobre a disciplina-projeto Ciência, História e Cultura*: proposta para turmas do Ensino Médio do IFSP (Ricardo Roberto Plaza Teixeira e Fausto Henrique Gomes Nogueira), na *Revista Sinergia*.

○ *Os caminhos da ciência brasileira*: da Colônia até Santos Dumont (Diamantino Fernandes Trindade e Lais dos Santos Pinto Trindade), na *Revista Sinergia*.

○ *Os caminhos da ciência brasileira*: os sanitaristas (Diamantino Fernandes Trindade e Lais dos Santos Pinto Trindade), na *Revista Sinergia*.

○ *Alberto Santos Dumont pelos céus de Paris* (Diamantino Fernandes Trindade), no *Jornal Nova Era Maçônica*.

○ *Química e Alquimia* (Diamantino Fernandes Trindade e Lais dos Santos Pinto Trindade), na *Revista Sinergia*.

○ *As telecomunicações no Brasil*: de D. Pedro II até o Regime Militar (Diamantino Fernandes Trindade e Lais dos Santos Pinto Trindade), na *Revista Sinergia*.

○ *A interface ciência e educação e o papel da História da Ciência para a compreensão do significado dos saberes escolares* (Diamantino Fernandes Trindade), na *Revista Iberoamericana de Educación*.

○ *A Ciência criando interfaces com o mito e a religião* (Diamantino Fernandes Trindade), na *Revista Sinergia*.

○ *A interface Ciência e Educação* (Diamantino Fernandes Trindade), na *Revista Planeta Educação*.

○ *A interface ciência e educação e o papel da História da Ciência para a compreensão do significado dos saberes escolares* (Diamantino Fernandes Trindade), na *Revista Educação: temas e problemas do Centro de Investigação em Educação e Psicologia da Universidade de Évora* (Portugal).

Alguns livros também foram publicados abordando a experiência do ensino da História da Ciência no IFSP:

○ *A História da História da Ciência* (Diamantino Fernandes Trindade e Lais dos Santos Pinto Trindade), publicado pela Madras Editora. Neste livro é feita uma abordagem da construção histórica da Ciência desde a Grécia até o século XX.

○ *O ponto de mutação no ensino das ciências* (Diamantino Fernandes Trindade), publicado pela Madras Editora. Esta obra aborda a experiência do ensino da História da Ciência no Ensino Médio do IFSP.

○ *Temas Especiais de Educação e Ciências* (Diamantino Fernandes Trindade, Lais dos Santos Pinto Trindade, Ricardo Plaza Teixeira e Wania Tedeschi), publicado pela Madras Editora. Este livro contempla alguns capítulos dedicados à História da Ciência.

○ *Os Caminhos da Ciência e os Caminhos da Educação: Ciência, História e Educação na Sala de Aula* (Lais dos Santos Pinto Trindade e Diamantino Fernandes Trindade), publicado pela Madras Editora. A primeira parte desta obra aborda alguns aspectos da História da Ciência no Brasil. Ricardo Plaza Teixeira contribuiu com um artigo.

○ Capítulo do livro *O que é interdisciplinaridade?* (Ivani Fazenda), publicado pela Editora Cortez. *Interdisciplinaridade: um novo olhar sobre as ciências* (Diamantino Fernandes Trindade) que aborda o caráter interdisciplinar da História da Ciência.

○ *Leituras Especiais de Ciências e Educação* (Ana Paula Pires Trindade e

Diamantino Fernandes Trindade), publicado pela Ícone Editora. Um dos capítulos deste livro aborda a interface da Ciência com a Educação por meio da História da Ciência.

○ Capítulo do livro *História da Ciência e Ensino: propostas, tendências e construção de interfaces* (Maria Helena Roxo Beltran, Fumikazu Saito, Rosana Nunes dos Santos e Wagner Wu), publicado pela Livraria da Física Editora. Ricardo Plaza Teixeira, Diamantino Fernandes Trindade e Wilmes Roberto Gonçalves Teixeira escreveram o capítulo “Os Botões de Napoleão”: a história da Química e a Educação Científica.

Vários trabalhos foram apresentados em congressos, simpósios e seminários abordando ensino da História da Ciência:

○ *Os botões de Napoleão: a História da Química e a Educação Científica* (Diamantino Fernandes Trindade, Ricardo Plaza Teixeira e Wilmes Teixeira), apresentado na I Jornada de História da Ciência e Ensino: propostas, tendências e construção de interfaces na PUC-SP.

○ *José Bonifácio de Andrada e Silva e a memória sobre a pesca das baleias e a extração de seu azeite: uma história que não vai para a sala de aula* (Diamantino Fernandes Trindade), apresentado na I Jornada de História da Ciência e Ensino: propostas, tendências e construção de interfaces na PUC-SP.

○ *História da Ciência: uma possibilidade interdisciplinar para o ensino de ciências no Ensino Médio* (Diamantino Fernandes Trindade), apresentado no Seminário A Melhoria da Qualidade do Ensino Médio Público, no Instituto Unibanco. **Este trabalho foi um dos três vencedores do Prêmio Instituto Unibanco 2007, categoria Formação de Professores.**

○ *História da Ciência: uma possibilidade para aprender ciências* (Diamantino Fernandes Trindade), apresentado III Congresso Internacional Sobre Projetos em Educação.

○ *Diferentes estratégias para a História da Ciência no Ensino Médio*

(Ricardo Plaza Teixeira), apresentado no II Congresso Luso-Brasileiro de História da Ciência e da Técnica.

○ *A História da Física Moderna e o uso de novas tecnologias no ensino da Física* (Ricardo Plaza Teixeira e Marcelo Marcilio Silva), apresentado na Jornada de História da Ciência e Ensino na PUC-SP.

○ *História da Ciência no Ensino Médio*: uma pesquisa interdisciplinar (Diamantino Fernandes Trindade), apresentado no Seminário Internacional de Educação – Teorias e Políticas na Universidade Nove de Julho.

○ Reflexões sobre uma experiência de inclusão da disciplina História da Ciência no Ensino Médio (Ricardo Plaza Teixeira), apresentado no XIV Simpósio Nacional de Ensino de Física.

○ *História da Ciência*: um ponto de mutação no Ensino Médio (Diamantino Fernandes Trindade), apresentado no V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação da Região Sudeste – ANPED.

○ *A contribuição da História da Ciência no Ensino Médio para a formação de um leitor crítico* (Ricardo Plaza Teixeira), apresentado no XIII Congresso de Leitura do Brasil.

○ *A História da Matemática inserida em um projeto tendo como eixos temáticos Ciência, História e Cultura* (Ricardo Plaza Teixeira), apresentado no VII Encontro Nacional de Educação Matemática.

○ *Os pioneiros das telecomunicações no Brasil*: de D. Pedro II até a televisão em cores (Diamantino Fernandes Trindade), apresentado no II Congresso Universitário de Telecomunicações na Universidade Cidade de São Paulo.

○ *História da Ciência no Ensino Médio* (Ricardo Plaza Teixeira e Diamantino Fernandes Trindade), apresentado na V Mostra de material de Divulgação Científica e Ensino de Ciências na Estação Ciência.

○ *José Bonifácio de Andrada e Silva e a memória sobre os diamantes do Brasil* (Diamantino Fernandes Trindade), apresentado no Seminário Centenário Simão Mathias: Documentos, métodos e identidade da História da Ciência na PUC-SP.

Toda esta experiência possibilitou o desenvolvimento das minhas pesquisas de mestrado e doutorado:

○ *História da Ciência*: um ponto de mutação no Ensino Médio – a formação interdisciplinar de um professor. Dissertação (Mestrado) orientada pela Professora Dra. Sylvia Helena da Silva Batista, Universidade Cidade de São Paulo, 2002.

○ *O olhar de Hórus*: uma perspectiva interdisciplinar do ensino na disciplina História da Ciência. Tese (Doutorado) orientada pela Professora Dra. Ivani Catarina Arantes Fazenda, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2007. O professor Ricardo Plaza Teixeira foi um dos componentes da banca examinadora.

O IFSP foi o pioneiro no ensino da História da Ciência para o Ensino Médio. A História da Ciência mostrou-se um importante instrumento pedagógico para modificar a visão de Ciência dos alunos e constituiu-se como condição primordial para a formação holística de professores de ciências compromissados com novos caminhos da Educação. Os desafios estão sempre presentes para aqueles professores que optam por esses caminhos, pela ruptura com o tradicional. Vivenciar os novos tempos da Ciência e da Educação significa um constante desconstruir e construir para não fragmentar novamente o todo, para não romper a teia do conhecimento e da vida.

NOTAS

¹ Ricardo Hage de Matos explica que currículo paralelo é aquele que pode participar ativamente na formação de uma pessoa sem ser efetivamente reconhecido pelo currículo oficial. No geral é formado por um arcabouço de saberes que faz sentido a uma determinada pessoa e que se configuram a partir das suas experiências e desejos mais profundos. O currículo paralelo funciona sempre em um âmbito de autodidatismo. Na realidade, um currículo paralelo pode ser o real responsável pela formação do indivíduo e mesmo assim ter sua importância ignorada pela escola, bem como pelo próprio indivíduo formado. Ricardo Hage Matos é Doutor em Educação pela PUC-SP e professor de Metodologia de Pesquisa em Arte e Interdisciplinaridade; Arte e Ciência do Programa de Mestrado em Artes Visuais da Faculdade Santa Marcelina, São Paulo, SP.

² ALFONSO-GOLDFARB, A. M. *O que é História da Ciência*. São Paulo: Brasiliense, 1995.

³ ANDERY, M. A. et al. *Para compreender a Ciência: uma perspectiva histórica*. 9 ed. São Paulo: Educ, 2000.

⁴ CHASSOT, A. *A Ciência através dos tempos*. São Paulo: Moderna, 2001.

⁵ VANIN, J. A. *Alquimistas e químicos: o passado, o presente e o futuro*. 11 ed. São Paulo: Moderna, 1997.

⁶ Matemática, Física, Química e Biologia.

⁷ Antigo CEFET-SP.

⁸ TRINDADE, L. S. P. *A alquimia dos processos de ensino-aprendizagem em Química*, p. 133 -134. Dissertação (Mestrado). São Paulo: UNICID, 2004.

⁹ O professor Raul de Souza Püschel também criou e desenvolveu um projeto de 2000 a 2005 neste IFSP, chamado “Formação de repertório e leituras da contemporaneidade”, com oito unidades, as últimas das quais (“Um mundo de mudanças: as categorias tradicionais versus a complexidade dos novos paradigmas” e “Ciência como elaboração humana”), em que a História da Ciência é tema de discussão interdisciplinar, inclusive com leitura de textos acerca do assunto, como o de Ana Goldfarb *O que é história da ciência*, entre outros. Um relato abrangente desta experiência aparece em Püschel, R.S. Um projeto interdisciplinar para o curso médio. *Revista Sinergia*, vol. 5, n.1, jan./jun., 2004, p. 65-76.

¹⁰ MOTOYAMA, S. *Prelúdio para uma história: ciência e tecnologia no Brasil*. São Paulo: Edusp, 2004.

¹¹ Havia já naquela época uma política que propunha o desenvolvimento da indústria nacional para substituir as importações.

¹² LEODORO, M. P. *Por um currículo humanista para a Licenciatura em Física*. São Paulo: Centro Federal de Educação Tecnológica de São Paulo, 2001.

¹³ Sindicato dos Professores – SP.

M. H. R. et al. *História da Ciência e Ensino: propostas, tendências e construção de interfaces*. São Paulo: Livraria da Física, 2009.

REFERÊNCIAS

LEODORO, M. P. *Por um currículo humanista para a Licenciatura em Física*. São Paulo: Centro Federal de Educação Tecnológica de São Paulo, 2001.

MOTOYAMA, S. *Prelúdio para uma história: ciência e tecnologia no Brasil*. São Paulo: Edusp, 2004.

TRINDADE, D. F. *O ponto de mutação no Ensino das Ciências*. São Paulo: Madras, 2005.

TRINDADE, D. F. *O olhar de Hórus: uma perspectiva interdisciplinar do ensino na disciplina História da Ciência*. Tese (Doutorado). São Paulo: PUC-SP, 2007.

TRINDADE, L. S. P. *A alquimia dos processos ensino-aprendizagem em Química: um itinerário interdisciplinar e transformação das matrizes pedagógicas*. Dissertação (Mestrado). São Paulo: UNICID, 2004.

TRINDADE, L. S. P. História da Ciência na construção do conceito de ciências. In: BELTRAN,

APLICAÇÃO DE GRUPO FOCAL NA AVALIAÇÃO E NO REPLANEJAMENTO DE CURSOS/DISCIPLINAS

Eduardo Mosaner Jr.

Mestre em Educação, Arte e História da Cultura
Professor de Artes do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Norberto Stori

Professor da disciplina Arte Brasileira do Programa de Pós-Graduação em Educação, Arte e História da Cultura da Universidade Presbiteriana Mackenzie
Livre Docente em Artes Visuais. Artista Plástico.

Este artigo apresenta a experiência de aplicação de uma técnica de obtenção de dados qualitativos, o Grupo Focal, para resgatar informações que permitam o realinhamento ou replanejamento de um projeto de ensino de artes baseado na Abordagem Triangular.

Palavras-chave: Grupo focal. Arte. Educação. Planejamento. Abordagem triangular.

This paper presents the experience of applying one technique for acquiring qualitative data, the Focal Group, to recover information which allows the rearrangement or re-planning of a project of Art education based on the Triangular Approach.

Keywords: Focal group. Arts. Education. Planning. Triangular approach.

1 INTRODUÇÃO

O Grupo Focal como técnica de trabalho grupal tem se mostrado um poderoso instrumento de coleta de dados, de avaliação e replanejamento de cursos, projetos e disciplinas, considerando que trabalha com a reflexão da “fala” dos participantes, permitindo que apresentem seus conceitos, seus pontos de vista e impressões sobre o tema abordado.

No caso aqui apresentado, tal instrumento foi aplicado em junho de 2008 durante o desenvolvimento de um projeto anual para o Curso Médio de uma escola pública, envolvendo a discussão e avaliação do processo de aprendizagem de Artes Visuais ao ser adotada uma nova abordagem de ensino, a Abordagem Triangular.

Sobre esta prática no ensino de Artes, pode-se acrescentar que a Abordagem Triangular, enunciada pela Arte-educadora Ana Mae Barbosa, da Universidade de São Paulo, está solidamente construída e apoiada

no tripé: *apreciar, contextualizar e fazer*, baseada nas disciplinas Estética, Crítica e História da Arte e, numa ação, o *fazer artístico*, considerando a Arte como objeto do saber, com construção, cognição, pesquisas e experiências próprias. Esta proposta indica a necessidade de se estabelecer o ensino-aprendizagem da Arte na escola, em todos os seus níveis, desde o mais básico, por ser um componente capital no desenvolvimento cultural de nossa sociedade.

A professora Ana Mae Barbosa, em artigo publicado na *Revista Digital Art&*, deixa explícito que:

A Proposta Triangular foi sistematizada a partir das condições estéticas e culturais da Pós-modernidade. A Pós-modernidade em Arte/Educação caracterizou-se pela entrada da imagem, sua decodificação e interpretações na sala de aula junto com a já conquistada expressividade (BARBOSA, 2003, p.1).

Esta metodologia foi considerada uma inovação na área de Artes, tanto para os docentes que a utilizaram como para os alunos que participaram. Além deste fato, não há na literatura casos análogos que contemplem a aplicação da Abordagem Triangular no Ensino Médio e com a leitura de obras de arte originais do acervo de um museu, no caso o da Pinacoteca do Estado. Considerando também que este projeto abarcaria uma gama de obras ainda não utilizadas em experiências anteriores, como obras tridimensionais, objetos e esculturas, e obras já beirando à abstração, houve necessidade de promover uma avaliação mais acurada da abrangência desta experiência. Quais seriam as mudanças ou progressos sentidos pelos alunos e se haveria a necessidade ou não de reformular o plano de ensino do projeto para o 2º semestre de 2008. Neste sentido é que o Grupo Focal foi planejado para ser aplicado na metade do ano letivo, isto é, quando os alunos já estariam familiarizados com o processo de ensino, podendo assim contribuir substancialmente para a avaliação e replanejamento desta nova metodologia.

2 O GRUPO FOCAL

Denomina-se *Grupo Focal* a um instrumento de obtenção de dados em pesquisas qualitativas que difere de uma entrevista em grupo por não apresentar simplesmente perguntas do pesquisador e respostas dos participantes, mas muito mais semelhante a uma discussão em grupo de alguns assuntos pré-estabelecidos. Ele prevê a interação entre os participantes que, no decorrer da discussão, podem rever suas opiniões e refazer suas afirmações enquanto reelaboram seus pontos de vista. Neste sentido, Bauer e Gaskell ressaltam que:

A interação do grupo pode gerar emoção, humor, espontaneidade e intuições criativas. As pessoas nos grupos estão mais propensas a acolher novas ideias e a explorar suas implicações. Descobriu-se que os grupos assumem riscos maiores e mostram uma polarização de atitudes – um movimento para posições mais extremadas (BAUER & GASKELL, 2004, p.76).

A aplicação do Grupo Focal origina-se na área de pesquisas militares americanas durante a Segunda Guerra Mundial e mais tarde é adotada como técnica de pesquisa em *marketing*, em pesquisas de mercado, e, mais recentemente, nas áreas de sociologia, saúde, engenharia, informática e na educação. Trata-se do mecanismo de coleta de dados a partir de debates em grupo direcionados acerca de tópicos ou assuntos bem específicos. Uma de suas maiores vantagens é se basear na característica das pessoas de formar novas opiniões quando interagem com outras pessoas.

O objetivo central do Grupo Focal é identificar percepções, sentimentos, atitudes e ideias dos participantes a respeito de um determinado assunto, produto ou atividade. Seus objetivos específicos variam de acordo com a abordagem de pesquisa. Em pesquisas exploratórias, seu propósito é gerar novas ideias ou hipóteses e estimular o pensamento do pesquisador, enquanto que, em pesquisas fenomenológicas ou de orientação, é aprender como os participantes interpretam a realidade, seus conhecimentos e experiências. Comparado ao questionário, ferramenta usual de coleta de dados, o grupo focal, por dar oportunidade aos participantes de exporem aberta e detalhadamente seus pontos de vista, é capaz de trazer à tona respostas mais completas, permitindo ao pesquisador conhecer melhor e mais profundamente o grupo pesquisado (DIAS, 2000, p.3).

Sobre a composição do grupo, é importante que os participantes tenham alguma vivência com o assunto a ser abordado no grupo para poderem contribuir mais positivamente com suas posições e afirmações. É pertinente apontar um fato importante na dinâmica do Grupo Focal, levantado pela pesquisadora Bernardete Gatti:

O grupo tem uma sinergia própria, que faz emergir ideias diferentes das opiniões particulares. Há uma reelaboração de questões que é própria do trabalho particular do grupo mediante as trocas, os reassuramentos mútuos, os

consensos, os dissensos, e que trazem luz sobre aspectos não detectáveis ou não reveláveis em outras condições (GATTI, 2005, p.14).

De acordo com os vários autores que tratam do assunto, como Gomes, Gatti e Carlini, em média as sessões de um Grupo Focal devem durar no mínimo uma hora e no máximo três horas, com intervalos quando necessário. Quanto ao número de participantes situa-se entre seis e doze pessoas; alguns limitando a dez. Deve-se garantir um local calmo e tranquilo para realizar as reuniões, sem interferências externas e os participantes devem se colocar preferencialmente sentadas em círculo ou semicírculo, de tal modo que todas as pessoas se enxerguem mutuamente.

A figura fundamental neste tipo de grupo é o *moderador*, que na maioria das vezes pode ser o próprio pesquisador ou professor. É este indivíduo que deverá conduzir o grupo, estimulando a participação de todos, evitando a monopolização da fala por parte de alguns e encorajando os mais tímidos a se expressarem. O moderador é o elemento facilitador que dirige a discussão dos temas, limitando sua intervenção direta, controlando o tempo, evitando que questões sejam particularizadas individualmente. Ele deve criar um clima de liberdade, ser sensível, capaz de ouvir e respeitar as opiniões dos demais sem introduzir idéias pré-concebidas, ser flexível para poder explorar inclusive questões não previstas inicialmente. O moderador deve ser capaz de identificar quando o tema já foi suficientemente debatido e esgotado para poder encerrar as discussões.

Em todo Grupo Focal é aconselhável, além dos participantes e do moderador, contar com a cooperação de uma outra pessoa que apenas observa e anota o que considerar importante, sem qualquer outra interferência nas discussões do grupo. É importante também que uma terceira pessoa participe documentando toda a sessão, de preferência com gravador de som e vídeo.

Consideram-se como passos metodológicos para a aplicação de um Grupo Focal: a escolha do moderador; a definição clara

do problema a ser focado; a seleção de três ou quatro questões que nortearão toda a discussão a respeito do problema; a definição das regras de funcionamento. Devem ser planejados também a seleção e o convite dos participantes, a escolha da data e do local de realização, a relação das operações de logística necessárias como providenciar o material de escritório a ser utilizado, o mobiliário mais adequado, os equipamentos de gravação e filmagem, bem como os lanches para as pausas das discussões.

Após o término da sessão do Grupo Focal deverá ser feita a análise dos dados e das informações obtidas, agrupando-se os discursos e falas de acordo com as categorias estabelecidas, resgatando as ideias principais e as tendências apresentadas durante a reunião. São muito importantes as transcrições das gravações, principalmente quando forem gravadas imagens utilizando o vídeo, porque, “ao ler as transcrições, são relembrados aspectos da entrevista, que vão além das palavras e o pesquisador quase que revive a entrevista” (BAUER & GASKELL, 2004, p.85).

A partir da análise o mediador elaborará um relatório dos resultados incluindo-se falas de participantes. Finalmente, deverá ser construído um quadro demonstrativo dos resultados. Se, como no caso deste artigo, forem utilizadas durante todo o processo plaquetas de cartolina (cerca de 10 x 20 cm) com o resumo de conclusões de cada discussão em grupo, ao final será produzido um quadro de plaquetas que traduz sinteticamente os resultados das discussões no Grupo Focal.

3 A APLICAÇÃO

A aplicação da técnica de Grupo Focal, neste caso estudado, deu-se em junho de 2008, em um grupo composto por quatorze alunos selecionados em duas turmas de segundo ano do curso médio, com quarenta alunos cada uma. Como bem acentua o Professor Barbosa (1999), do CEFET-MG, a utilização do Grupo Focal é aconselhável para verificar o grau de satisfação das pessoas, para apontar mudanças que gostariam de ver e

quais as dificuldades que estão encontrando. Nesse sentido é muito importante a seleção dos participantes bem como a figura do moderador.

O tema tratado foi a discussão do uso da “Abordagem Triangular” como metodologia de aprendizagem de artes. Os objetivos do encontro, expostos aos alunos, foram: levantar pontos fortes e fracos da metodologia “Abordagem Triangular” na aprendizagem de artes na visão dos alunos; investigar se houve mudanças ou progressos nas maneiras destes ao ler e observar imagens, assim como entender, criar e produzir trabalhos envolvendo as artes visuais a partir da introdução da metodologia da “Abordagem Triangular” em classe. Durante as discussões destes assuntos deveria surgir a necessidade de reformular ou não o planejamento do projeto para o 2º semestre.

Os alunos reunidos em um semicírculo foram solicitados a se apresentarem, a colocar um crachá com seu nome e estabeleceram alguns *acordos de boa convivência* como desligar celulares, sempre respeitar a palavra do colega e sempre perguntar sobre eventuais dúvidas. Após esclarecimentos sobre os objetivos da reunião, foi apresentada a programação e as regras de escrita. Como *regra de escrita*, foi estabelecido que as letras em cada plaqueta fossem bem legíveis, que deveriam usar uma só plaqueta por ideia e até quatro linhas por plaqueta.

No decorrer da reunião do Grupo Focal, foram discutidas questões referentes à Abordagem Triangular e questões levantadas pelos alunos durante a discussão.

1. Quais são os pontos fortes ou benefícios do uso da Abordagem Triangular em classe? Benefícios sentidos.
2. Quais são os pontos fracos ou dificuldades do uso da Abordagem Triangular em classe? Dificuldades percebidas.
3. Quais as sugestões para minimizar problemas como trabalhos em grupo,

material utilizado em Artes, elaboração das sínteses, apresentação de slides e a possível falta de tempo para executar as tarefas?

Deve-se observar que esta terceira questão emergiu das próprias discussões do grupo das duas primeiras questões.

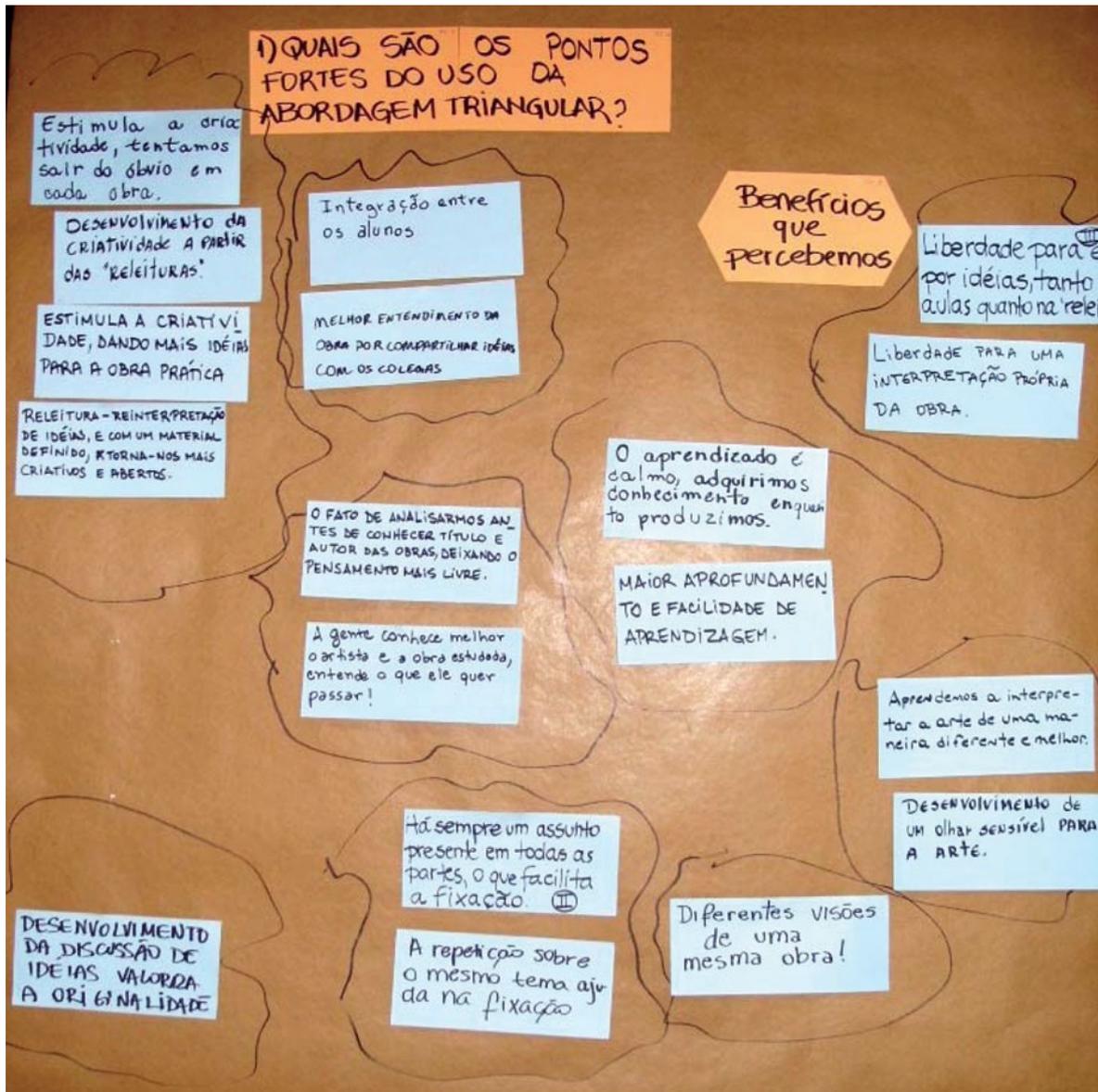
As perguntas, analisadas e discutidas por todos em cerca de quarenta a cinquenta minutos cada uma, foram trabalhadas em três passos:

- Passo 1 – Os participantes responderam individualmente cada pergunta. Nesta etapa cada aluno preencheu até três plaquetas.
- Passo 2 – A plenária foi dividida em subgrupos com quatro participantes cada um – eles compartilharam suas respostas, eliminaram repetições e sintetizaram-nas em até seis pontos por subgrupo. Em seguida, elegeram um relator que apresentou os resultados grupais em plenária.
- Passo 3 – Apresentação das respostas, visualização e agrupamento das ideias em nuvens (sendo cada ‘nuvem’, um grupo de ideias semelhantes) e consenso dos resultados em plenária.

Ao final de cada pergunta explorada durante a realização do Grupo Focal, foi obtido um quadro com a conformação da foto do Quadro 1, com as plaquetas de respostas coladas no painel e agrupadas por assuntos semelhantes (“nuvens”). É importante verificar que o próprio painel com as plaquetas coladas já se apresenta como uma forma de relatório-síntese.

4 RESULTADOS

A figura do *Quadro 1* apresenta um painel com a síntese a que chegou o grupo após a discussão de uma das questões propostas. A cada questão discutida corresponderá um painel semelhante.



Quadro 1: Síntese sobre os pontos fortes da Abordagem Triangular.

Em decorrência dos resultados obtidos nas discussões e propostas do Grupo Focal, várias modificações foram enumeradas para serem implementadas no segundo semestre de 2008. Relacionam-se a seguir as mais importantes que foram introduzidas.

- Quanto ao Plano de Ensino e avaliações:

1. Analisar menor número de obras do acervo da Pinacoteca durante o semestre;
2. Limitar-se ao estudo de obras bidimensionais, eliminando-se portanto as esculturas;
3. Além dos trabalhos de leitura de obras do acervo, haverá um trabalho final individual, um ensaio fotográfico, sobre as esculturas

públicas do Parque da Luz, pertencentes também ao acervo da Pinacoteca;

4. As notas bimestrais serão compostas dos trabalhos em grupo e trabalhos individuais, ambos avaliados pelos professores.

- Quanto ao material:

No 1º semestre de 2008 a indicação de materiais deu-se em função de dois itens:

1. Utilizar o material disponível nos ateliês para evitar gastos por parte do aluno;
2. Evitar que com a compra de materiais por parte do aluno houvesse diferenças entre as obras produzidas por estudantes de maior ou menor poder aquisitivo.

No 2º semestre deste ano o material a ser utilizado passou a ser de livre escolha por parte dos grupos e dos alunos, tanto no trabalho em grupo como no individual. A aquisição do material que não havia no ateliê da Escola ficou por conta dos alunos.

- Quanto aos Inventários - textos do tipo de roteiro ou questionário que orientam o aluno na leitura, análise e contextualização de cada obra de arte:

1. Resumir o Inventário I, passando de 43 para 28 questões;
2. O Inventário II foi modificado: em vez de ser feito em classe, deverá ser pesquisado e preenchido fora de aula e entregue junto com a *Síntese* - texto, na linguagem do aluno, que resume ordenadamente os resultados da leitura e da análise da obra a partir dos inventários.
3. A apresentação de *slides* sobre os artistas não deverá conter longos textos e nem dados sobre sua biografia e seu tempo. Estas informações serão pesquisadas pelos alunos fora das aulas e serão anotadas no Inventário II. Serão fornecidos bibliografia e *sites* da Internet dedicados ao assunto tratado.

- Quanto aos grupos de alunos:

1. Haverá uma redivisão dos grupos: de oito para dez (com três até cinco alunos), diminuindo assim o número de participantes por grupo. Poderá também ser uma oportunidade de haver uma troca de alunos, evitando que haja uma cristalização dos grupos;
2. Os novos grupos serão mantidos durante todo o 2º semestre.

- Quanto às Sínteses:

Considerando ser a *Síntese* a parte mais rica da leitura da obra será feita uma consolidação de todas as sínteses da turma, tendo o corte prévio das repetições e apresentando apenas os erros e acertos principais para posterior discussão em grupo.

Com a diminuição de questões do Inventário I e o Inventário II passando a ser feito fora de aula, o tempo gasto na parte escrita diminuiu sensivelmente, sobrando muito mais tempo disponível para o trabalho prático no ateliê.

Próximo do término da reunião do Grupo Focal, houve um breve debate oral em plenária sobre como os participantes se sentiram e o que acharam dessa reunião. Ao sair da sala, cada participante colocou um ponto adesivo no painel de avaliação do evento, chegando ao resultado de 13 alunos considerarem as discussões e a reunião *muito boa*, 1 aluno considerá-las *regular* e nenhum deles considerá-las *ruim*.



Quadro 2: Avaliação do evento.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia adotada possibilitou uma grande interação entre os participantes, conseguindo-se apurar dados mais diretos para as questões formuladas. Através dos painéis-sínteses perceberam-se claramente os principais benefícios para a aprendizagem de Artes com a adoção da Abordagem Triangular, segundo as próprias falas dos alunos:

- Releitura/reinterpretação de ideias, com material definido, nos torna mais criativos e abertos.
- O fato de analisarmos a obra, antes de conhecer título e autor, deixa o pensamento mais aberto.
- *Temos diferentes visões de uma mesma obra.*

- Desenvolvimento de um olhar sensível para a arte.
- Liberdade para uma interpretação própria da obra.
- Análise mais crítica e aprofundada da arte.
- A importância da introdução do estudo de História da Arte.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, A. M. Arte educação no Brasil: do modernismo ao pós-modernismo. *Revista Digital Art&*. São Paulo, ano 1, n. 0, out. 2003. Disponível em: <<http://www.revista.art.br/site-numero-00/artigos.htm>>. Acesso em: 15 set. 2007.



Quadro 3: Síntese sobre sugestões dos alunos.

A partir dos resultados deste Grupo Focal foram implementadas modificações necessárias para o 2º semestre de 2008, de acordo com as propostas dos alunos. Houve alteração para melhor nos trabalhos em grupo e, com as alterações na duração de cada atividade, as apresentações expositivas de História da Arte ficaram mais breves, tornando-as mais interessantes. Percebeu-se também um envolvimento maior por parte dos alunos nos trabalhos práticos, propiciando uma produção artística de melhor qualidade. Os alunos, a partir da participação no Grupo Focal, sentiram-se totalmente integrados no projeto ao considerar que eles próprios tiveram a liberdade e a responsabilidade ao poder interferir no planejamento e desenvolvimento das aulas.

BARBOSA, E. F. *Instrumentos de coleta de dados em pesquisa*. Minas Gerais: CEFET-MG, 1999. Disponível em: <<http://www.sit.com.br/SeparataENS0019.htm>>. Acesso em: 8 ago.2008.

BAUER, M.; W.; GASKELL, G. *Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som*. 3.ed. Petrópolis: Vozes, 2004.

CARLINI-COTRIM, B. Potencialidades da técnica qualitativa Grupo Focal em investigações sobre abuso de substâncias. *Rev. Saúde Pública*, vol.30, n.3, São Paulo, 1996.

DIAS, C A. Grupo Focal: técnica de coleta de dados em pesquisas qualitativas. *Revista Informação & Sociedade: Estudos*, João Pessoa,

v. 10, n. 2, 2000. Disponível em: <<http://www.informacaoesociedade.ufpb.br/pdf/IS1020006.pdf>>. Acesso em: 07 ago. 2008.

GATTI, B A. *Grupo Focal na pesquisa em Ciências Sociais e Humanas*. Brasília: Líber Livro, 2005.

GOMES, Alberto Albuquerque. *Usos e possibilidades do Grupo Focal e outras alternativas metodológicas*. Disponível em: <http://www.grupolusofona.pt/pls/portal/docs/PAGE/OPECE/APRESENTACAO/INVESTIGADORES/ALBERTO%20ALBUQUERQUE/PAPERS/GRUPO%20FOCAL_USOS%20E%20POSSIBILIDADES.PDF>. Acesso em: 03 fev. 2009.

NEVES, J. L. Pesquisa qualitativa: características, usos e possibilidades. In: *Caderno de pesquisa em administração*. São Paulo, v.1, n.3, sem.2, 1996.

Para contato com os autores:

Eduardo Mosaner Jr.

emosaner@gmail.com

Norberto Stori

nstori@mackenzie.br

PRINCÍPIOS PEDAGÓGICOS NA FORMAÇÃO SÓCIO-PROFISSIONAL EM ECONOMIA SOLIDÁRIA

Maria de Fátima L. C. Bernadino

Tecnóloga em Logística

Discente do curso de Formação Pedagógica em Educação Profissional do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Alberto Paschoal Trez

Mestre em Administração. Discente do Curso de Formação Pedagógica em Educação Profissional do

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Docente do IFSP Campus São Roque-SP nos cursos técnicos de nível médio

Este artigo procura contextualizar a economia globalizada, segundo sua perversidade no que se refere ao processo de geração de desempregados e de excluídos, devido à globalização da produção e da eliminação de muitos postos de trabalhos e da substituição de outros pelas novas tecnologias. A Economia Solidária é apresentada com suas características essenciais de autogestão, solidariedade e participação. Também é destacada a formação crítica do cidadão que deve desenvolver uma consciência do seu papel na sociedade e no trabalho. Para viabilizar o desenvolvimento da Economia Solidária torna-se importante a criação de uma Pedagogia segundo os seus princípios, com a formação de professores para as escolas formais e de educadores para a educação profissional e popular, visando à sustentação social, econômica e ambiental.

Palavras-chave: Economia solidária. Educação popular. Práxis pedagógica. Trabalho. Autogestão. Geração de renda.

This article aims to contextualize the global economy according to its perversity in relation to the generation process of unemployed and excluded people due to the globalization of the production and the elimination of workplaces because of the implementation of new technologies. The Solidarity Economy is presented with its essential characteristics in terms of self-management, solidarity and participation. Also, it is highlighted the citizen's critical formation who should develop an awareness of its social and professional role. To make the development of the Solidarity Economy viable, it is important to create a Pedagogy according to its principles with the formation of teachers for the formal schools and educators for the professional and popular education towards a social, economical and environmental sustainability.

Keywords: Solidarity Economy. Popular Education. Pedagogic Practice. Work. Self management and income generation.

1 INTRODUÇÃO

Desde o final do século passado as relações entre o mundo do trabalho e a economia mundial têm sido afetadas por mudanças fundamentais que levam às profundas transformações nos processos produtivos e na forma como o trabalho humano é organizado e/ou disponibilizado.

Em razão disso, os níveis de desemprego e a falta de oportunidade de um emprego formal têm feito com que uma expressiva parcela da população seja levada a uma situação de exclusão social.

Estudos apontam que, com os impactos causados pelos efeitos da globalização e os avanços tecnológicos, milhões de pessoas

estão se organizando em formas de trabalho que não têm mais a relação capital-trabalho do tipo assalariado.

As relações de trabalho vão assumindo outros contornos neste contexto econômico que já não comporta a promessa de pleno emprego. Surgem, então, iniciativas que convergem para a chamada Economia Solidária, que se trata de um conjunto de iniciativas associativas em um processo de autogestão, articuladas em redes de cooperação, redes solidárias, clubes de trocas, entre outras.

Dentre os desafios para que a Economia Solidária seja consolidada e tenha sustentabilidade, está a necessidade de formação sócio-profissional para as pessoas ligadas aos empreendimentos econômicos solidários e para os agentes de desenvolvimento.

Neste artigo abordaremos as questões relacionadas à Economia Solidária segundo a perspectiva pedagógica que favoreça a formação nessa área.

Nosso objetivo é verificar qual modelo pedagógico é mais adequado para o desenvolvimento das pessoas dentro dos valores, crenças e práticas da Economia Solidária, também conhecida em outros meios como Economia Social.

Para tanto, vamos contextualizar o momento de desenvolvimento econômico global; caracterizar a Economia Solidária em seus aspectos básicos e refletir sobre o modelo pedagógico mais adequado para incluir e desenvolver as pessoas interessadas neste tipo de conhecimento e prática.

2 A GLOBALIZAÇÃO E SEUS IMPACTOS NA ECONOMIA

O processo de globalização apareceu mais fortemente nas últimas décadas do século XX. Seus efeitos se irradiam de maneira diferenciada nos países, dependendo da situação geográfica, social, econômica e política de cada um deles. Moura (1998) afirma que a globalização como processo vem se desenvolvendo há muitas décadas. Esse processo está baseado no avanço do capital em busca de novos mercados e locais de investimentos e “envolve, praticamente,

todos os países, ricos ou pobres, de todos os hemisférios.” (MOURA, 1998, p.79).

Dall’Acqua (2003) destaca três mudanças fundamentais: a primeira, e mais profunda, é o advento de um novo “paradigma tecnoeconômico”, cujas bases são a tecnologia da informação e da comunicação, a microeletrônica, a computadorização, os produtos intensivamente baseados em conhecimento e padrões de demanda, consumo e distribuição; a segunda mudança foi a aceleração do processo de “terceirização” do desenvolvimento econômico; e, finalmente, a grande mudança é a globalização. A internacionalização da indústria, dos serviços e do capital intensificou-se drasticamente e a economia mundial está se tornando verdadeiramente transnacional ou global. Estas mudanças são motivadas pelo crescimento significativo da velocidade das transformações tecnológicas, pela situação conjuntural internacional e pelo processo de globalização econômica.

A consequência deste processo é que está ocorrendo, tanto nas economias mais avançadas como nas em desenvolvimento, uma reestruturação produtiva das empresas e dos países. Entende-se se por estruturação produtiva a distribuição das atividades produtivas por setores específicos que caracterizam a especialização de cada economia. A reestruturação produtiva, por sua vez, é entendida como o conjunto das transformações na estrutura produtiva das empresas e das sociedades em busca da modernização e diminuição de custos. O modelo de globalização que se desenvolveu nos últimos tempos apresenta uma forte hierarquização, em que cerca de 500 a 600 empresas transnacionais de grande porte representam de forma hegemônica, segundo Dowbor (1998), 25% das atividades econômicas mundiais e controlam de 80 a 90% das inovações tecnológicas.

Segundo Dall’Acqua (2003), podemos perceber os efeitos e as consequências gerados por essas mudanças no *processo produtivo*, com a internacionalização da produção que é a mais importante transformação subjacente ao surgimento da economia global, incorporando componentes produzidos em vários locais diferentes, por diversas empresas, e montados para atingir finalidades e mercados específicos em uma nova forma de produção e comercia-

lização; e na *força de trabalho*, com a quebra do paradigma da produção em massa e bens padronizados – o fordismo – trazendo como consequência o declínio do emprego industrial.

3 A QUESTÃO DO DESEMPREGO E A EXCLUSÃO SOCIAL

No atual contexto econômico mundial, a oferta de trabalho formal está cada vez mais reduzida. Segundo Rifkin (2001), a nova fase da história é caracterizada pelo declínio sistemático dos empregos formais. De acordo com o autor, o número de pessoas subempregadas ou desempregadas está aumentando rapidamente, à medida que milhões de ingressantes na força de trabalho encontram um mercado restrito em função da revolução da alta tecnologia, que vem substituindo o trabalho humano na produção de bens e serviços.

Para Rifkin (2001), muitas funções jamais voltarão a existir, embora algumas novas estejam sendo criadas. São, na maioria, empregos de baixa remuneração e, em geral, temporários. Notamos a polarização de duas forças potencialmente irreconciliáveis: de um lado, a elite da informação, que controla e administra a economia global de alta tecnologia, e de outro, o número crescente de trabalhadores deslocados, com poucas perspectivas e pequena esperança de encontrar bons empregos em um mundo cada vez mais automatizado.

Pochmann (2002) afirma que os países desenvolvidos beneficiaram-se do quase pleno emprego e de altos salários entre 1950 e 1973, enquanto os países latino-americanos, por exemplo, apresentaram a ausência de políticas econômica e social para o enfrentamento dos problemas dos subempregados. No período entre a década de 1970 e os primeiros anos deste novo século, observou-se um movimento geral de precarização do mercado de trabalho, representado pela redução na capacidade de geração de novos empregos regulares, a destruição de parte das ocupações formais existentes, a diminuição do poder de compra dos salários e a ampliação da subutilização da força de trabalho.

Para Singer (2003, p.24), “talvez melhor do que a palavra ‘desemprego’, precarização

do trabalho descreve adequadamente o que está ocorrendo”. Os novos postos de trabalho, que estão surgindo em função das transformações das tecnologias e da divisão internacional do trabalho, não oferecem, em sua maioria, ao seu eventual ocupante as compensações usuais que as leis e contratos coletivos vinham garantindo (SINGER, 2003). Moura (1998) destaca que, dentre as quatro formas gerais de desemprego (conjuntural, cíclico, estrutural e induzido), o *desemprego estrutural* é o pior, pois, nesta situação, é a própria estrutura da economia que passa a ser desempregadora, sem perspectivas de voltar a ser empregadora. Trata-se não propriamente da perda, mas da extinção dos postos de trabalho. Mudanças tecnológicas de grande alcance ou alterações profundas no mercado costumam produzir o desemprego estrutural.

De acordo com Rifkin (2001, p.8), “o ritmo acelerado da automação está levando a economia global rapidamente para a era da fábrica sem trabalhadores.” Para ele, a introdução de tecnologias mais sofisticadas, associadas a ganhos de produtividade, significa que a economia global pode produzir um número cada vez maior de bens e serviços, empregando uma porcentagem cada vez menor da força de trabalho disponível. A economia global de alta tecnologia está se movendo para além do operário. Enquanto elites empresariais, profissionais e técnicos forem necessárias para administrar a economia formal do futuro, cada vez menos trabalhadores serão necessários para ajudar na produção de bens e serviços. O valor de mercado da classe de trabalhadores está diminuindo e continuará a diminuir. A consequência disso é uma situação de exclusão social da população atingida.

Moura (1998) ressalta que a exclusão social anula a cidadania. “Na sua essência, a exclusão social significa o estado do indivíduo que é vedado a participar das condições gerais (inclusive de proteção e bem-estar) que a sociedade propicia aos seus cidadãos.” (MOURA, 1998, p.111)

4 AS DIMENSÕES DO TRABALHO E FORMAS DE GERAÇÃO DE RENDA

Para o ser humano, o trabalho está diretamente relacionado à sua autoestima, dignidade,

respeito e reconhecimento de seu papel na sociedade. “O trabalho expressa uma dimensão fundamental da existência humana” (MOURA, 1998, p.41). Segundo este autor, o conceito, a classificação e o valor atribuído ao trabalho são sempre questões culturais.

Para ele (MOURA, 1998) há três dimensões a serem consideradas com relação ao trabalho: a *dimensão econômica*, em que o trabalho é fonte de sustentação econômica (material) do indivíduo e de seus dependentes; a *dimensão psicológica*, em que o trabalho é instrumento de afirmação e crescimento das pessoas; e a *dimensão sociológica*, que serve de validação e ajustamento social, conferindo um certo *status* e um papel social às pessoas.

Rattner (2000) afirma que as disparidades entre riqueza e miséria geram anomalias sociais. O modelo neoliberal, caracterizado pela abertura e desregulação dos mercados, a privatização das empresas públicas e a precarização das relações de trabalho, aprofundou a assimetria social e econômica, transformando os milhões de desempregados em marginalizados e excluídos do convívio social.

Segundo Schwengber (2003), no Brasil de hoje as oportunidades de trabalho estão mais distantes do paradigma do emprego regular, representado por meio de uma carteira de trabalho. As relações de subordinação do capital sobre o trabalho vão ganhando outros contornos, talvez até mais cruéis, tendo-se em vista o crescente incremento das formas precárias de trabalho e a diminuição das formas de proteção social. Neste cenário, grande parte da massa da população atingida tem-se organizado em diversas iniciativas para geração de trabalho e renda.

5 PRINCÍPIOS E DIRETRIZES DA ECONOMIA SOLIDÁRIA

Diante deste quadro apontado, Pontes Jr e Osterne (2004) afirmam que existem hoje no Brasil inúmeras iniciativas na sociedade na busca de uma estratégia econômica alternativa capaz de inserir os setores excluídos. E um dos mais importantes instrumentos que tem manifestado resistência ao atual contexto da exclusão social, não apenas no Brasil, mas tam-

bém no mundo inteiro, é o cooperativismo e a autogestão, que são os principais protagonistas da Economia Solidária.

A Economia Solidária surge para se contrapor ao movimento neoliberal e tem sua organização social no sentido da base para o topo da sociedade. Segundo Arroyo e Schuch (2006), este novo tipo de economia tem o objetivo de propiciar a melhoria da qualidade de vida da população, como resultado de um processo de desenvolvimento integrado e sustentado da sociedade, sendo capaz de reavivar o ideal de cooperação e solidariedade entre os homens.

Apesar da diversidade de origens e culturas dos empreendimentos da Economia Solidária, este segmento possui pontos convergentes, como: a valorização social do trabalho humano; os valores da cooperação, da autogestão e da solidariedade; a satisfação plena das necessidades de todos como eixo da criatividade tecnológica e da atividade econômica; o reconhecimento do lugar fundamental da mulher numa economia fundada na solidariedade, bem como de todos os demais gêneros da sociedade; a busca de uma relação de intercâmbio respeitoso com a natureza.

Durante o V Fórum Social Mundial, realizado no ano de 2005, na cidade de Porto Alegre – RS, a Economia Solidária teve ampla divulgação e “(...) foi apresentada como estratégia de enfrentamento da exclusão e da precarização do trabalho, tendo como princípios a cooperação, a solidariedade, a participação e a valorização do ser humano e do meio ambiente.” (GADOTTI, 2009, p.106).

6 ECONOMIA SOLIDÁRIA: CARACTERÍSTICAS E PRÁXIS PEDAGÓGICA

Nessas últimas décadas, a Economia Solidária tem-se constituído em uma alternativa real ao modelo capitalista. A forma de produção associada gera valores solidários, participação, autogestão e autonomia (GADOTTI, 2009). Sua finalidade é “(...) prover, de maneira sustentável, as bases materiais para o desenvolvimento pessoal, social e ambiental do ser humano.” (PACS, 2000, p.5).

Gadotti (2009, p.23) destaca que as diversas ações em Economia Solidária estão articuladas como “um projeto de sociedade que implica *novos valores*, acentuando o papel da educação popular em seu caráter participativo, contestatório, alternativo e alterativo.” Segundo ele, a Economia Solidária tem uma estreita ligação à *educação transformadora e à democracia econômica*.

Singer (2005, p.19) afirma que se deve considerar a Economia Solidária como “(...) um ato pedagógico em si mesmo, na medida em que se propõe uma nova prática social e um entendimento dessa prática.” Segundo ele, a única forma de aprender a construir a Economia Solidária é praticando-a de acordo com os seus valores fundamentais.

Um dos pilares da Economia Solidária é a *autogestão, baseada na cooperação e democracia participativa*. Por isso, Gadotti (2009, p.33) ressalta que “todos os membros de um empreendimento solidário precisam ser formados para a gestão coletiva do próprio empreendimento”. É necessária a *formação para a gestão colaborativa e o trabalho de equipe*. (GADOTTI, 2009, p.32).

Se a Economia Solidária é um ato pedagógico, conforme afirma Singer (2005) e de acordo com Gadotti (2009), é fundamental a construção de uma *Pedagogia da Economia Solidária*. Essa nova pedagogia requer uma *nova metodologia, que vincule o pensar ao fazer*. Os conteúdos básicos devem estar relacionados com a cultura acumulada pelos empreendimentos solidários e com as experiências vividas de autogestão. Por outro lado, *conhecer as experiências concretas* de construção de redes autogestionárias deve fazer parte de qualquer programa de formação social e profissional em Economia Solidária.

Gadotti (2009) destaca que a Economia Solidária baseia-se na ajuda mútua e esse *princípio pedagógico* da reciprocidade e da igualdade de condições, exigência de todo diálogo entre educador e educando, deve ser levado em conta na formação em Economia Solidária. Desta forma, o autor aponta para a relevância da formação de educadores populares e agentes de desenvolvimento solidário, essenciais para os processos formativos direcionados às estratégias de fortalecimento deste tipo de Economia.

7 A IMPORTÂNCIA DA EDUCAÇÃO POPULAR E A FORMAÇÃO SÓCIO-PROFISSIONAL EM ECONOMIA SOLIDÁRIA

Em junho de 2006 realizou-se a Conferência Nacional de Economia Solidária com o tema “Economia Solidária como Estratégia e Política de Desenvolvimento”. Nesta ocasião, foi afirmado que a Educação para a Economia Solidária, de acordo com os princípios da solidariedade e da autogestão, contribui para o desenvolvimento de um país mais justo e solidário (MANCE, 2008). Este tipo de Educação deve valorizar as pedagogias populares e suas metodologias participativas. Os conteúdos devem valorizar a autogestão e a autonomia, viabilizando as atividades sociais e econômicas, enquanto desperta a consciência crítica dos trabalhadores. Assim, há “o empoderamento dos sujeitos” (MANCE, 2008, p. 118) com ferramentas como a capacitação técnica, a inclusão digital e a própria prática da autogestão.

As práticas e os valores da Economia Solidária devem ser inseridos nos currículos e nos projetos pedagógicos nos vários níveis de ensino formal, de modo transversal e interdisciplinar, com crianças, jovens e adultos. Da mesma forma, deve-se inserir a Economia Solidária nos Programas existentes que tratam da elevação da escolaridade e da qualificação profissional. Torna-se imprescindível, portanto, a formação de educadores do sistema de ensino público, a confecção de material didático e a construção do referencial teórico-pedagógico com base nos princípios da Economia Solidária.

Dentre as iniciativas existentes desde a década de 90, como práticas de educação popular associando o saber e o fazer, estão as Incubadoras Tecnológicas de Cooperativas Populares no interior de diversas Universidades Públicas. Baseiam-se no conceito de que as Universidades acabam desenvolvendo de forma plena seus preceitos de Extensão Universitária ao propor e executar Projetos de intervenção econômica e geração de trabalho e renda, como ocorre nestas incubadoras (SINGER & SOUZA, 2000).

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observamos que os Princípios da Economia Solidária podem contribuir para o desenvolvimento de um Modelo Pedagógico próprio e capaz de gerar mudanças comportamentais, sociais e econômicas. As modificações sociais e econômicas em um contexto global ampliam os riscos principalmente para as populações mais carentes e que se colocam em um perigoso patamar de excluídos do mundo do trabalho e do próprio meio social.

A Educação Popular, praticada de acordo com os princípios da autogestão, da autonomia, da solidariedade e da participação, pode contribuir para a inclusão social e econômica das famílias, ao possibilitar a geração de renda associada à qualificação profissional e à qualidade de vida.

REFERÊNCIAS

ARROYO, J. C. T.; SCHUCH, F. C. *Economia popular e solidária: a alavanca para um desenvolvimento sustentável*. São Paulo: Fundação Perseu Abramo, 2006.

DALL'ACQUA, C. T. B. *Competitividade e participação: cadeias produtivas e a definição dos espaços geoeconômicos, global e local*. São Paulo: Annablume, 2003.

DOWBOR, L. *A reprodução social*. Petrópolis: Vozes, 1998.

GADOTTI, M. *Economia solidária como práxis pedagógica*. São Paulo: Editora e Livraria Paulo Freire, 2009.

MANCE, E. A. *Constelação Solidarius: as fendas do capitalismo e sua superação sistêmica*. Passo Fundo: Instituto Superior de Filosofia Berthier, 2008.

MOURA, P. C. *A crise do emprego: uma visão além da economia*. Rio de Janeiro: Mauad, 1998.

PACS (Políticas Alternativas para o Cone Sul). *Construindo a sócio-economia solidária: do espaço local ao global*. Rio de Janeiro: PACS, 2000.

POCHMANN, M. *O trabalho sob fogo cruzado*. São Paulo: Contexto, 2002.

PONTES JR, O. S.; OSTERNE, F. J. W. *Plano de negócios para empreendimentos econômicos solidários de autogestão, EES e cooperativas*. Universidade Federal do Ceará – Incubadoras de Cooperativas Populares de Autogestão do Ceará. Fortaleza: UFC, 2004. Disponível em: <http://www.unitrabalho.org.br/imagens/arquivos/arquivos/economiasolidaria/14-12-05/Manual_PlanoNegócios_Cooperativa.pdf>. Acesso em 13/10/2006.

RATTNER, H. *Brasil no limiar do século XXI: alternativas para a construção de uma sociedade sustentável*. In: H. Rattner (org.). Coleção Estante USP. Brasil 500 anos. São Paulo: EDUSP, 2000.

RIFKIN, J. *O fim dos empregos: o declínio inevitável dos níveis dos empregos e a redução da força global de trabalho*. São Paulo: Pearson, 2001.

SCHWENGBER, Â. M. Economia solidária: de estratégia de resistência à estratégia de desenvolvimento. In: EMÍLIO, M. et al. (org.). *Trabalho e cidadania ativa para as mulheres: desafios para as políticas públicas*. Coleção Caderno da Coordenadoria Especial da Mulher/Prefeitura Municipal de São Paulo – Caderno n. 3, 2003, p.117-122.

SINGER, P. *Globalização e desemprego: diagnóstico e alternativas*. 6. ed. São Paulo: Contexto, 2003.

SINGER, P. A economia solidária como ato pedagógico. In: KRUPPA, S. M. P. (org.). *Economia solidária e educação de jovens e de adultos*. Brasília: Inep/MEC, 2005, p.15-20.

SINGER, P e SOUZA, A. R. *A Economia solidária no Brasil: a autogestão como resposta ao desemprego*. São Paulo: Contexto, 2000.

Para contatos com os autores:

Maria de Fátima L. C. Bernadino

falogistica@yahoo.com.br

Alberto Paschoal Trez

albertotrez@terra.com.br

A CAPACITAÇÃO DOCENTE FRENTE ÀS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO

Siony da Silva

Mestre em Educação

Este artigo tem por objetivo destacar a importância da capacitação de docentes nos recursos tecnológicos no sentido de adequá-los à metodologia de ensino-aprendizagem a distância no uso das ferramentas de informação e comunicação na sua prática educativa.

Palavras-chave: Professor. Aluno. Tecnologias da informação e comunicação. Processo ensino-aprendizagem. Educação a distância.

This article aims to highlight the importance of the training of teachers in technological resources in order to adequate them to the distance methodology in the use of the information and communication tools in their educational teaching-learning practice.

Keywords: Teacher. Student. Information and communication technologies. Teaching-learning process. Online learning.

1 INTRODUÇÃO

Os recursos tecnológicos representados pela internet e suas ferramentas têm provocado verdadeiras transformações em várias áreas do conhecimento humano, possibilitando maior comunicação, aprendizado e lazer. Dessa forma, as barreiras culturais, geográficas e de tempo têm sido quebradas, instaurando-se uma comunicação interativa e global.

Uma das características marcantes das TIC está na capacidade de possuir uma representação multimídia com uma diversidade de símbolos, tanto individual como conjunta para a elaboração das mensagens: imagens estáticas, em movimento, tridimensionais, sons, ou seja, oferecem a possibilidade, a flexibilização de superar o trabalho exclusivo com códigos verbais e passar a outros, audiovisuais ou multimídia (CABERO, 2004). (Tradução livre do espanhol)

Atualmente, saber ler e escrever permite apenas que a pessoa tenha acesso a uma parte da informação veiculada em nossa sociedade.

O uso e o acesso aos recursos tecnológicos exigem que as pessoas saibam navegar através de documentos hipertextuais, saibam buscar, selecionar e analisar as informações, que passarão a gerar conhecimento.

As pessoas que não possuem competência básica no uso das tecnologias da informação e comunicação (TIC), em especial que não souberem ler através de fontes de informações digitais, escrever com editores de texto e comunicar-se através de canais telemáticos, serão consideradas analfabetas e estarão em franca desvantagem para se desenvolverem na sociedade. Assim, a alfabetização digital se converte em um importante instrumento social contra “essa nova forma de marginalização cultural”, que só poderá ser superada com a elaboração de políticas e com o envolvimento social. (MARQUÉS, 2000).

Assim a educação também passa a sofrer a influência das TIC, pois a escola precisa ensinar a utilizar os recursos computacionais para que as pessoas possam ficar inseridas na sociedade atual. Além disso, destaca-se a importância das TIC em possibilitar o aprendizado a qualquer momento e em qualquer

local, desde que o aluno possua os recursos tecnológicos e saiba fazer uso deles de forma ética e crítica.

Dessa forma, quando tais tecnologias se incorporam na educação, proporcionam “novas ideias, novas metodologias, novos recursos e novo alcance, agregando novos valores e riquezas no diálogo pedagógico.” (BRITO, 2002).

A utilização dos recursos tecnológicos na educação é um excelente meio de ensinar o aluno a aprender a aprender conforme suas necessidades e interesses, empregando sua vontade pessoal para possuir os conhecimentos que considere adequados para sua formação profissional, além de prepará-lo para uma nova organização de trabalho.

A educação no século XXI estará atrelada ao desenvolvimento da capacidade intelectual dos estudantes e a princípios éticos, de compreensão e de solidariedade humana. A educação visará a prepará-los para lidar com mudanças e diversidades tecnológicas, econômicas e culturais, equipando-os com qualidades como iniciativa, atitude e adaptabilidade. (SILVA & CUNHA, 2002).

Considerando a rapidez com que os conhecimentos se renovam, a escola deverá preparar o aluno, ao aprendizado contínuo, ou seja, ao longo da vida, capacitando-o a aprender a aprender. Frente às TIC, o aluno deve possuir as seguintes competências:

(...) usar as TIC para processar a informação como instrumento cognitivo; utilizar as TIC para se comunicar; usar diferentes fontes digitais de informação para a aprendizagem; aprender na internet, já que existem vários cursos gratuitos; observar com curiosidade os entornos reais e virtuais; trabalhar de forma individual e em equipe; negociar significados; aceitar as informações do professor; responsabilizar-se pelo seu aprendizado; estar motivado e ser perseverante; atuar com autonomia e iniciativa; trabalhar com método (seguindo um planejamento que contemple objetivos, tarefas, fases e tempos); investigar (buscar causas e efeitos, elaborar e verificar hipóteses, usar estratégias de ensaio-erro); usar diversas técnicas de aprendizagem; pensar criticamente; atuar com reflexão; ser criativo; estar aberto a

mudanças e a novas ideias. (MARQUÉS, 2000). (Tradução livre do espanhol)

Leite (2005) destaca a importância das tecnologias nas funções de aprendizado e ressalta que um processo ensino-aprendizagem não deve prescindir da interação e da construção do conhecimento em grupo.

As tecnologias, principalmente as computacionais, podem ampliar numerosas funções cognitivas humanas: memória (banco de dados), imaginação (simulações), percepção (realidade virtual), raciocínio (inteligência virtual). Por outro lado, as redes telemáticas e os computadores por si só não educam quando abandonadas a interação, a participação, a cooperação entre os agentes cognitivos e a consciência de que o conhecimento é algo a se construído. (LEITE, 2005).

Assim, a escola deve adequar as TIC no processo ensino-aprendizagem, no sentido de formar alunos autônomos, independentes, colaborativos e responsáveis pelo seu aprendizado. Para isso, é necessário que a escola como um todo esteja comprometida na mudança do processo ensino-aprendizagem. Esta mudança deverá ser implementada pela direção da instituição, envolvendo as áreas administrativa, pedagógica e técnica.

Aretio (2007a, p. 1) destaca que a incorporação das TIC, em processos ensino-aprendizagem, depende de pelo menos duas variáveis que são:

- a instituição educacional, no sentido de disponibilizar recursos tecnológicos; nas expectativas positivas que os responsáveis pelas instituições possuem da implantação tecnológica na área educacional e no sistema que organiza a utilização das TIC.
- os docentes, que deverão estar capacitados com competências adequadas na utilização dos recursos tecnológicos. Outro fator que deve ser observado é a atitude positiva ou não frente à integração de tais recursos nos processos pedagógicos.

Assim, atenção especial deverá ser dada ao professor por parte da instituição educacional, divulgando as vantagens do emprego dos recursos tecnológicos, além de capacitá-lo no uso de tais recursos, para que os docentes possam adequar tais conhecimentos aos conteúdos de sua disciplina, e assim fazer uso das TIC em várias atividades entre as quais a interação professor-aluno, aluno-conteúdo, aluno-aluno (por meio de ferramentas síncronas e assíncronas), preparação de material didático e acompanhamento do desenvolvimento do aluno.

O processo ensino-aprendizagem é uma atividade humana de primeira magnitude, que possui um protagonista principal que é o sujeito que aprende, e o outro protagonista não menos importante é o professor, que existe para facilitar essa aprendizagem. (ARETIO, 2008). (Tradução livre do espanhol)

2 O PROFESSOR FRENTE ÀS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO

A incorporação dos recursos tecnológicos, na educação, tem possibilitado a existência de cursos a distância, caracterizados pela possibilidade de acompanhamento do curso no horário e local desejado pelo aluno. Embora a educação a distância (EaD) se caracterize pela distância física entre professor e aluno, convém destacar que o contato deve ser constante, interativo, utilizando os recursos tecnológicos tais como *chat*, fóruns, lista de discussão, videoconferência, *e-mail*, entre outros. Assim, o aluno pode acompanhar o curso, adequando suas atividades pessoais e profissionais, e dessa forma manter uma atualização constante na sua área de formação e/ou se capacitando em conteúdos de seu interesse.

A EAD tem um importante papel social, a partir do momento em que amplia o acesso à educação, mas não se restringe somente a isto, uma vez que contribui na qualificação e atualização dos profissionais da educação e

auxilia na formação e constante qualificação em novas ocupações e profissões. (FÁVERO & FRANCO, 2006).

Embora existam muitas definições para EaD, os critérios básicos para caracterizar um sistema de ensino a distância, segundo Aretio (2001, p. 174), são: separação física professor-aluno; apoio de tecnologia; organização de apoio e tutoria; aprendizagem flexível, independente e colaborativa; comunicação bidirecional.

Cabero (2006), destacando a internet como elemento de ensino a distância, elenca os seguintes pontos: aprendizagem mediada por computador, uso de navegador para acesso à informação, existência de hipertexto e multimídia, professor-aluno separados por espaço e tempo, utilização de ferramentas de comunicação (síncronas e assíncronas), aprendizagem flexível com apoio em materiais digitais e tutoria e aprendizado individual e colaborativo.

Dessa forma, é imprescindível que tanto o professor como o aluno saibam fazer uso dos recursos de internet para que possam realizar e acompanhar um curso a distância.

Educar a distância significa saber utilizar as ferramentas das tecnologias de informação e de comunicação não só disponibilizando materiais, mas interagindo, trocando, aprendendo em grupos, cooperando e colaborando, mudando, transformando. (TAROUCO, et al., 2003).

Atualmente os cursos de EaD normalmente empregam os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA), que possuem recursos midiáticos de interação entre os participantes, acompanhamento de tarefas, administração do curso, etc.

Frente a este novo cenário apresentado pela utilização dos recursos tecnológicos, o professor terá que se adequar a sua utilização, fazer uso desses recursos em suas atividades profissionais, orientar os alunos a utilizá-los de forma independente e autônoma.

A educação está em constante evolução, havendo necessidade de atualização do professor, da mudança do seu perfil e do seu fazer, resultando numa profunda mudança comportamental e exercendo um novo papel no cenário social (TAROUCO et al., 2003).

O professor em um processo ensino-aprendizagem a distância, deverá ser um facilitador, deverá desafiar e acompanhar o aprendizado do aluno estimulando o seu desenvolvimento. Para isso, o professor deverá conhecer também as tecnologias e os recursos de interação. O professor terá que conhecer o aluno, contextualizando o conteúdo apresentado, e incentivar a participação em grupo.

Além disso, o professor também deverá ensinar o aluno a aprender a aprender; orientar o aluno a buscar, avaliar, selecionar, processar e organizar o conteúdo encontrado na internet; auxiliar o aluno a utilizar as tecnologias de forma crítica e ética; estimular a criatividade, a curiosidade e a pesquisa; orientar o aluno a trabalhar de forma colaborativa, além de estimular a independência e o respeito à diversidade. Para que o professor tenha esse posicionamento, frente a um processo ensino-aprendizagem que utiliza os recursos tecnológicos, o professor tem que se manter continuamente atualizado. "... em função da velocidade das mudanças e de novos paradigmas, pois o que é novo hoje amanhã poderá estar superado." (TAROUCO et al., 2003).

Cabero (2001) alerta para que não nos esqueçamos de que a rede não é neutra, que é formada por pessoas e por interações humanas, e portanto funciona de acordo com os valores, atitudes e crenças dos que participam nessa rede.

O uso indiscriminado das TIC aplicados na educação não é garantia de êxito, mas sim um poderoso instrumento que se bem utilizado por profissionais capacitados pode produzir excelentes resultados sobre a base de um modelo pedagógico. (ARETIO, 2002).

O sucesso de tais cursos envolve vários fatores, entre eles: o comprometimento da instituição educacional; a existência de pessoal de apoio técnico no uso dos recursos

tecnológicos; capacitação docente no uso das tecnologias, em especial dos recursos de comunicação; capacitação docente no planejamento, elaboração, implementação e acompanhamento do curso e a capacitação pedagógica.

A revolução da informática, a revolução da criação e transmissão da informação através da palavra, das imagens e do som, fazem com que o professor tenha que mudar radicalmente seu trabalho, com relação à transmissão de informação. Da aprendizagem por transmissão estamos passando a uma aprendizagem interativa, colaborativa entre pares. (ARETIO, 2007b, p. 4). (Tradução livre do espanhol)

Convém destacar que a formação do professor, via de regra, foi realizada no ensino presencial, e a mudança no uso de recursos tecnológicos pode causar insegurança e resistência. Assim, o professor terá que conhecer as vantagens do emprego da tecnologia, ser capacitado no uso das mesmas e assim refletir sobre como utilizá-las, no sentido de melhorar a qualidade educacional.

Os professores são a chave para a aprendizagem de qualidade em geral, sustentado pela web em particular. Se os docentes não adquirirem estratégias básicas para desenho dos cursos ou ao menos para a gestão destes, por muito bons que sejam os recursos de aprendizagem virtual, o curso será um fracasso. (ARETIO, 2002, p.27). (Tradução livre do espanhol).

O professor deverá utilizar as ferramentas de comunicação para estimular, desafiar, e orientar os alunos. Nesse sentido, o professor passa a ser um facilitador da aprendizagem, e o aluno um agente ativo de seu próprio aprendizado.

Para que o ato educacional deixe de ser mera transmissão de informações e passe a complementar-se com situações de aprendizagem que pressuponham a construção do conhecimento a partir de um problema real, faz-se necessário

uma mudança de cultura entre todos os envolvidos no processo educacional. Nesta mudança incluem-se também a melhoria nas condições materiais da escola, o reconhecimento social e salarial, além da mudança na prática pedagógica dos professores, uma vez que, se eles próprios não constituírem suas competências, não poderão desenvolver estes processos em seus alunos. (GARCIA, 2006, p. 46).

Dessa forma, é importante que professor e aluno trabalhem juntos, e que estabeleçam uma "...relação de confiança e superação das dificuldades, protagonizando um ambiente de compartilhamento e de cooperação. Para que este processo tenha êxito, é imprescindível que o professor estabeleça critérios para a escolha de ferramentas adequadas e que permitam uma relação de cooperação e de interação" (TAROUCO et al., 2003).

Assim, os professores terão que conhecer os recursos tecnológicos e metodológicos e a partir daí decidir com segurança quais os recursos que atendem ao perfil de alunos e ao conteúdo a ser ministrado em um curso virtual. Vale destacar que o professor deverá ter liberdade de inovar e liberdade de escolher os recursos que considere mais adequados no processo ensino-aprendizagem. Considerando a dinâmica no aprendizado e a velocidade com que o conhecimento se multiplica, o docente deverá ter a postura de aprendizado permanente, tanto na área de sua atuação profissional, como no emprego das TIC.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os recursos tecnológicos estão permeando todas as áreas do conhecimento humano, de forma rápida e, portanto, é necessário que a escola se aproprie desses recursos, no sentido de capacitar seus alunos ao uso crítico e ético das informações que podem ser acessadas através da internet e suas ferramentas de comunicação.

Os cursos a distância que utilizam as TIC, favorecem o aprendizado permanente, a possibilidade de o aluno acompanhar o curso

no horário e local que desejar; estimulam a pesquisa; propiciam a participação do aluno como sujeito ativo de seu aprendizado; respeitam o estudo individual; favorecem o compartilhamento de aprendizado entre colegas; possibilitam a aprendizagem colaborativa e estimulam a reflexão frente ao grande conteúdo de informações disponíveis na internet. Dessa forma, o aluno passa a ser participante do seu aprendizado, vivenciando ambientes de colaboração, sem que a sua individualidade seja perdida.

A postura do professor, frente a esse aluno, também tem que ser modificada, e, para isso, esse professor tem que estar capacitado a utilizar os recursos tecnológicos na elaboração de material didático (utilizando vários recursos midiáticos), no conhecimento didático pedagógico, no uso das tecnologias e também na interação com os alunos.

A postura do professor centralizador e "dono do saber" transforma-se em uma atitude de orientador e facilitador da aprendizagem. A atualização permanente do professor deverá ocorrer tanto na área da sua formação profissional quanto no desenvolvimento de novas tecnologias que poderão ser aplicadas na sua prática docente.

Assim, a escola deverá capacitar os professores através de formação didática e tecnológica, para que possam atender a necessidade da sociedade atual na formação de alunos que possam aprender a aprender, que se sintam motivados ao aprendizado ao longo da vida e possam permanecer atualizados na sua área profissional ou de interesse pessoal. Esta capacitação deve envolver não só os professores que atuam profissionalmente, mas também os futuros docentes, para que ao saírem da faculdade saibam utilizar tais recursos em suas atividades didáticas.

REFERÊNCIAS

ARETIO, L., G. Educación a distancia; ayer y hoy. In: ENTONADO, B. F. *Sociedad de la información y educación*, 2001. Disponível em: http://tecnologiaedu.us.es/bibliovir/pdf/soc_ed.pdf. Acesso em: dez. 2007.

_____. Resistencias, cambio y buenas prácticas en la nueva educación a distancia. In: *Revista iberoamericana de educación a distancia*, vol. 5, n° 2. Diciembre, 2002. Disponível em: <<http://www.utpl.edu.ec/ried/images/pdfs/vol5-2/resistenciascambio.pdf>>. Acesso em: jan. 2008.

_____. Los docentes: entre tecnófilos y tecnófobos. In: *Bened*, abril, 2007a. Disponível em: <<http://www.uned.es/catedraunesco-ead/editorial/p7-4-2007.pdf>>. Acesso em: jan. 2008.

_____. Ruptura de coordenadas. In: *Bened*, diciembre, 2007b. Disponível em: <<http://www.uned.es/catedraunesco-ead/editorial/p7-12-2007.pdf>>. Acesso em: jan. 2008.

_____. Evaluación em formatos no presenciales. In: *Bened*, 2008. Disponível em: <<http://www.uned.es/catedraunesco-ead/editorial/p7-1-2008.pdf>>. Acesso em: jan. 2008.

BRITO, J.A, P. A revolução da tecnologia da informação na educação. In: *III Congresso pernambucano de educadores cristãos*, 2002. Disponível em: <<http://www.mackenzie.br/brito/recife/>>. Acesso em: nov. 2007.

CABERO, J. A. La sociedad de la información y el conocimiento, transformaciones tecnológicas y sus repercusiones em la educación. In: ENTONADO, B. F. *Sociedad de la información y educación*, 2001. Disponível em: <http://tecnologiaedu.us.es/bibliovir/pdf/soc_ed.pdf>. Acesso em: dez. 2007.

_____. Las TICs como elementos para la flexibilización de los espacios educativos: retos y preocupaciones. In: *Comunicación y Pedagogia*, n. 194, 13-19, 2004. Disponível em: <<http://tecnologiaedu.us.es/bibliovir/pdf/agosto05.pdf>>. Acesso em: nov. 2007.

_____. Bases Pedagógicas del e-learning. In: *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento* (RUSC), vol. 3, n. 1, UOC, 2006. Disponível em: <<http://www.uoc.edu/rusc/3/1/dt/esp/cabero.pdf>>. Acesso em: nov. 2007.

FAVERO, R.V.M.; FRANCO, S. R. K. Um estudo sobre a permanência e a evasão na educação

a distância. In: *Cinted-URFG*, v. 4 n. 2, dez. 2006. Disponível em: <<http://www.cinted.ufrgs.br/renote/dez2006/artigosrenote/25103.pdf>>. Acesso em: nov. 2007.

GARCIA, D. J. *O papel do mediador técnico-pedagógico na formação continuada a distância de professores em serviço*. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista, 2006. Disponível em: <<http://www2.fct.unesp.br/pos/edu/Dissertacoes/2006/Daniela%20Jord%C3%A3o%20Garcia.pdf>>. Acesso em: nov. 2007.

LEITE, L., O. de. O lúdico na educação a distancia. In: *Renote - Revista Novas Tecnologias na Educação*, maio 2005. Disponível em: <http://www.cinted.ufrgs.br/renote/maio2005/artigos/a64_ludicoead.pdf>. Acesso em: nov. 2007.

MARQUÉS, P. G. *Nueva cultura, nuevas competencias para los ciudadanos. la alfabetización digital. roles de los estudiantes hoy*, 2000. Disponível em: <<http://dewey.uab.es/pmarques/competen.htm>>. Acesso em: nov. 2007.

SILVA, E. L.; CUNHA, M. V. A formação profissional no século XXI: desafios e dilemas. In: *Ci. Inf.*, Brasília, v. 31, n. 3, p. 77-82, set./dez. 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ci/v31n3/a08v31n3.pdf>>. Acesso em: nov. 2007.

TAROUCO, L. M. et al. O professor e os alunos como protagonistas na educação aberta e a distância mediada por computador. In: *Educar*, n. 21, p. 29-44, 2003. Curitiba: Editora UFPR.

Para contato com a autora:

Siony da Silva
siony@cefetsp.br

PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS: VERIFICAÇÃO DO NÍVEL DE LÍQUIDO PARA UTILIZAÇÃO EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Ricardo Dias

Mestre em Engenharia Mecânica, Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia

Wendell de Queiróz Lamas

Doutor em Engenharia Mecânica, Professor Visitante do Programa de Mestrado em Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté

João Sinohara da Silva Sousa

Doutor em Automação/Produção, Pró-Reitor de Pesquisa e Inovação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia

Este trabalho tem como objetivo a implantação de um sistema de visão para adquirir uma imagem e processá-la digitalmente. O sistema trabalha dados para posterior verificação do nível de líquido para utilização em automação industrial. Foi desenvolvido um programa em Delphi® que controla o movimento do motor de passo que aciona uma esteira e a câmera que adquire a imagem a ser verificada. A imagem da garrafa é obtida por uma câmera Creative® webcam NX. Aplicou-se a técnica de histogramas para avaliar os níveis de cinza da imagem, o seu brilho e o contraste. Foi utilizado também um algoritmo para a binarização, isto é, a conversão da imagem em níveis de cinza para imagem monocromática. Para a verificação do nível de líquido na garrafa é necessária a calibração da garrafa em relação a sua posição na cena. Essa calibração é feita com a imagem da garrafa proposto. Essa imagem é adquirida pela câmera e representa a quantidade ideal de líquido na garrafa. Após a calibração, sempre que um frasco passar na frente da webcam, essa o reconhece e verifica a quantidade de líquido contido. O sistema proposto, por meio do programa em Delphi®, decide a respeito do nível de líquido na garrafa e executa a ação de liberá-lo quando o mesmo se encontra com o líquido entre 80% e 100% da garrafa calibrado anteriormente, ou executa a ação de devolver quando o frasco contém líquido abaixo de 80% da garrafa calibrado anteriormente.

Palavras-chave: Inspeção visual. Reconhecimento de padrões por imagens. Visão computacional artificial.

This work aims at the implementation of a vision system to capture an image and to process it digitally. The system manipulates data for later verification of the liquid level in a bottle for the use in industrial automation. A program in Delphi was developed, which controls the movement of the step motor that sets in motion a conveyor and controls the camera that captures the image to be verified. The image of the bottle is captured by a camera Creative® webcam NX. We applied the technique of histograms to evaluate the grey levels in the image, its brightness and its contrast. We also use an algorithm for the binarization (threshold), what means, to convert the image in grey levels into monochromatic image. For the verification of the liquid level in the bottle, it is necessary the calibration of the bottle in relation to its position in the scene. This calibration is made with the image of the considered bottle. After the calibration, whenever a bottle passes by the webcam, it recognizes the bottle and verifies the amount of liquid contained. The proposed system, through the program in Delphi®, decides the level of liquid in the bottle and executes the action of liberating this bottle when the same presents from 80% to 100% of the liquid present in the previously calibrated bottle, or executes the action of returning it when the bottle contains an amount of liquid lower than 80% of the previously calibrated bottle.

Keywords: Visual inspection. Image pattern recognition. Artificial computer vision.

1 INTRODUÇÃO

A análise e o processamento digital de imagens vêm sendo empregados em diversas áreas do conhecimento humano. Na área médica, por exemplo, as imagens são utilizadas para diagnosticar patologias. No domínio geoespacial, elas são utilizadas para visualizar o estado climático de uma região ou até mesmo para registrar o relevo de outros planetas. No campo comercial, as imagens estão cada vez mais presentes no cotidiano das pessoas por meio das câmeras digitais e dos digitalizadores (*scanners*), cada vez mais portáteis. No meio industrial, as imagens têm sido associadas principalmente à inspeção visual no controle da qualidade dos sistemas produtivos (PINTO, 2008).

Por exemplo, uma régua digitalizadora que busca imperfeições em uma tira de papel que está prestes a ser bobinada no estágio final de uma máquina produtora de papel, onde os pontos críticos são mapeados por meio de um sistema de coordenadas cartesianas, cuja origem é a própria origem da tira de papel (LAMAS, 2004).

Outro exemplo bastante presente no cotidiano das pessoas é a identificação de placas de veículos automotores, que é realizada em estacionamentos, praças de pedágios e por alguns tipos de radares fixos e móveis, onde a imagem adquirida é comparada em frações de milissegundo com os registros armazenados em um banco de dados e imagens de referência (ALMEIDA, 1998; OLIVEIRA & FONSECA, 2005).

Mais uma aplicação que vem do chão-de-fábrica: a utilização de câmeras no controle da eficiência na embalagem de medicamentos, identificando, por exemplo, o posicionamento de cápsulas em uma cartela pela disposição de cores, segundo um padrão pré-estabelecido (OLIVEIRA ET AL., 2004; NATIONAL INSTRUMENTS, 2009). Essa técnica de identificação também pode ser utilizada em montadoras de circuitos eletroeletrônicos (montagem e soldagem de placas de circuito impresso) e no envasamento de recipientes com líquidos (garrafas, garrações etc.), foco principal deste trabalho.

Nos diversos cenários que são possíveis de se configurar para aplicação de inspeção visual há, também, a possibilidade de estar substituindo a presença de seres humanos que ficam posicionados ou à frente de monitores ou dos processos propriamente ditos, às vezes em posições não muito confortáveis (FACCHINI et al., 1997).

As imagens digitais normalmente são dependentes de um programa aplicativo (*software*) que gerencie todo o seu processamento e análise. Os aplicativos existentes para computação científica envolvendo imagens geralmente são concebidos para funcionarem sob uma única plataforma de sistema operacional, não sendo de domínio público. Para este trabalho foi desenvolvido um programa em Delphi® para realizar o processamento e análise de imagens que têm características funcionais, cuja implementação é baseada em padrões do projeto.

Este trabalho tem como objetivo o processamento de imagem para aplicação em automação industrial. Espera-se como resultado poder acrescentar uma maneira de controlar a quantidade de líquido em um frasco, por meio da imagem processada por um programa desenvolvido em Delphi®.

2 OBJETIVOS E METODOLOGIA

Este trabalho tem por objetivo a automatização de um processo de envasamento de líquidos, sendo utilizado o processamento digital de imagens, por meio do ambiente computacional desenvolvido em Delphi®, como suporte ao controle de qualidade do processo, indicando as garrafas que tenham volume inferior a 80% do máximo estabelecido, para que sejam retiradas do lote.

Para realizar este trabalho, foram adotados como metodologia os seguintes procedimentos: identificação dos componentes do sistema; levantamento das perdas no processo sem o sistema proposto (quantidade de garrafas por lote e o prejuízo financeiro); relação de equipamentos a serem adquiridos para realizar o projeto (caso não sejam adquiridos novos equipamentos,

destacar quais os equipamentos atuais que serão utilizados); relação do investimento necessário para a automatização do sistema, incluindo o treinamento; elaboração do algoritmo (fluxograma) do processo (por exemplo: a garrafa segue pela esteira). No ponto 1, a imagem é obtida e comparada ao padrão. Se o volume está entre 80 e 100%, continua na esteira; se volume é menor que 80%, a garrafa sai do lote). A partir do fluxograma elaborado, desenvolver a programação em Delphi®; realizar testes com o protótipo; validar o sistema; levantar as perdas no processo com o sistema proposto (quantidade de garrafas por lote e o prejuízo financeiro); estabelecer o tempo de retorno do investimento e comprovar a viabilidade econômica do projeto.

3 O PROCESSO DE ENVASAMENTO

Um típico sistema de envasamento de líquidos funciona a partir de um fluxo contínuo de entrada de frascos e líquidos e de saída final de recipientes envasados. O líquido entra por bocais apropriados passando por um sistema de filtragem antes de chegar à máquina envasadora, enquanto os frascos são conduzidos desde o início até o final do processo por esteiras movimentadas (ROSS & MEGIOLARO, 2008). A Figura 1 ilustra o diagrama típico de envasamento de líquidos, no caso de óleo comestível.

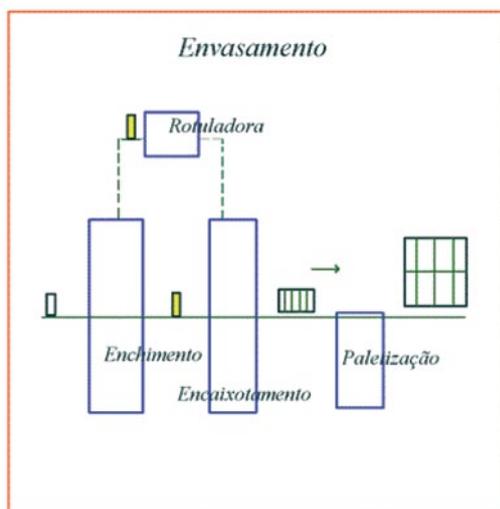


Figura 1: Diagrama típico de um processo de envasamento de óleo comestível.

Após o líquido estar acondicionado na garrafa, na sequência do processo, esse recebe o fechamento superior por rolha, tampa ou similar, recebendo o encapsulamento superior e a rotulação apropriada. Após o processo estar concluído, os frascos cheios são retirados na extremidade oposta à sua entrada e levados ao seu destino final (ROSS & MEGIOLARO, 2008). A Figura 2 ilustra uma típica máquina de envasamento de refrigerante.



Figura 2: Máquina de envasamento de refrigerante (cortesia: IRL).

Para a tarefa de rotular é concebido um dispositivo rotativo para a rotulagem cilíndrica, acoplado em máquinas rotuladoras, que compreende um posicionador circular rotativo e um massagedor circular rotativo, acoplados nas laterais da máquina rotuladora, movimentados por motores, respectivamente, que são ligados a um painel de controle, onde recebem de maneira contínua os frascos que percorrem a esteira transportadora guiados pelos protetores laterais para serem rotulados (ROSS; MEGIOLARO, 2008).

4 O PROBLEMA

Garrafas com líquido fora dos padrões passam pelo controle visual do funcionário. A visualização das garrafas pelo funcionário é trabalhosa, requer uma acuidade visual que proporciona uma fadiga mental, após longo tempo na mesma posição.

A velocidade de reação do funcionário e a precisão de sua visualização também são variáveis, tendendo a diminuir em função do tempo, por conta de seu desgaste físico.

Em lotes de 236.926 garrafas tem-se como prejuízo 0,25 % das embalagens envasadas, com garrafas não totalmente cheias, sem tampa ou vazias (BRANDSTETTER & BUCAR, 2008). Isso acarreta em perdas financeiras por conta do tempo necessário para sua identificação, seu retrabalho e, eventualmente, retorno de garrafas que foram com falhas para os clientes, onde o prejuízo não é só financeiro, mas institucional, também.

Somem-se a isso os prejuízos com a saúde dos trabalhadores que têm à prova a sua acuidade visual e sua postura desconfortável durante as inspeções que realizam. Tais prejuízos também acarretam perdas com indenizações e funcionários afastados por lesões ou desgaste físico provocados pela situação.

5 SOLUÇÃO PROPOSTA

É proposto um sistema de visão computacional que não depende da inten-

que o sistema seja automatizado na leitura da quantidade de líquido na garrafa.

Quando se deseja construir um sistema automatizado para inspeção visual em uma linha de produção ou em um sistema industrial já montado tem-se:

- uma iluminação ou conjunto óptico para a captura da imagem;
- uma câmera, que por meio desse conjunto óptico, vai fazer a leitura da imagem e transformá-la em sinal elétrico;
- uma placa de captura de imagens: não é uma placa convencional de aquisição de dados, mas sim uma placa própria para aquisição de imagens;
- um programa aplicativo que vai efetivamente utilizar a imagem capturada ao compará-la com as informações contidas em seu banco de dados e imagens, para então tomar as devidas decisões.

A Figura 3 ilustra a arquitetura descrita para um sistema típico de visão de máquina.

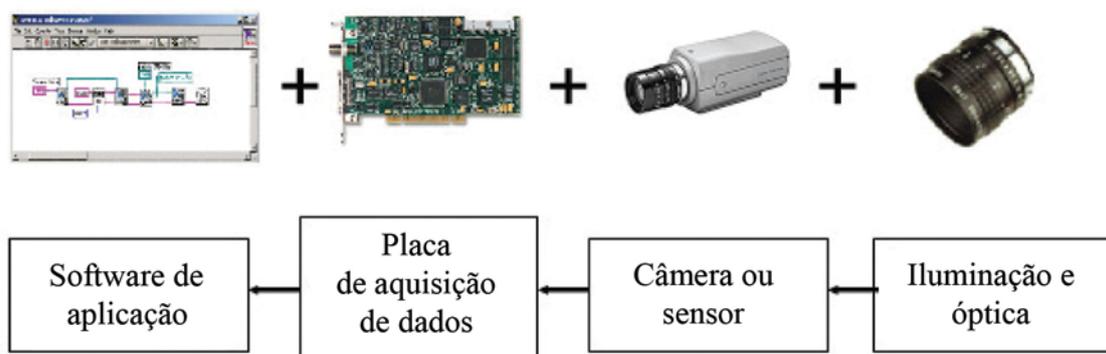


Figura3: Sistema típico de visão de máquina (Cortesia: National Instruments do Brasil).

cidade visual do ser humano. Foi criado um sistema para levantar dados, analisar e processar a imagem no formato digital. Esse sistema é formado por um conjunto de componentes físicos, como: esteira, motor de passo, câmera e computador, os quais se constituem para transferir, armazenar e processar dados.

Um programa especializado controla a aquisição de imagens, faz a calibração da imagem obtida pela câmera e controla o motor de passo que movimenta a esteira, fazendo com

Para realizar a programação do aplicativo para o sistema proposto foi utilizado o ambiente de programação Borland Delphi®, versão 2005.

A escolha recaiu sobre esse ambiente, haja vista a possibilidade de uma pessoa com pouca experiência em programação realizar um aplicativo, face à sua capacidade de modularização, o que possibilita sua programação a partir da definição das telas que se pretende para a interface gráfica do usuário – GUI. (*Graphical User Interface*).

A Figura 4 ilustra o fluxograma equivalente à sequência de procedimentos realizado pelo aplicativo para cada

imagem obtida. Essa sequência é válida para o protótipo montado para validação do sistema.

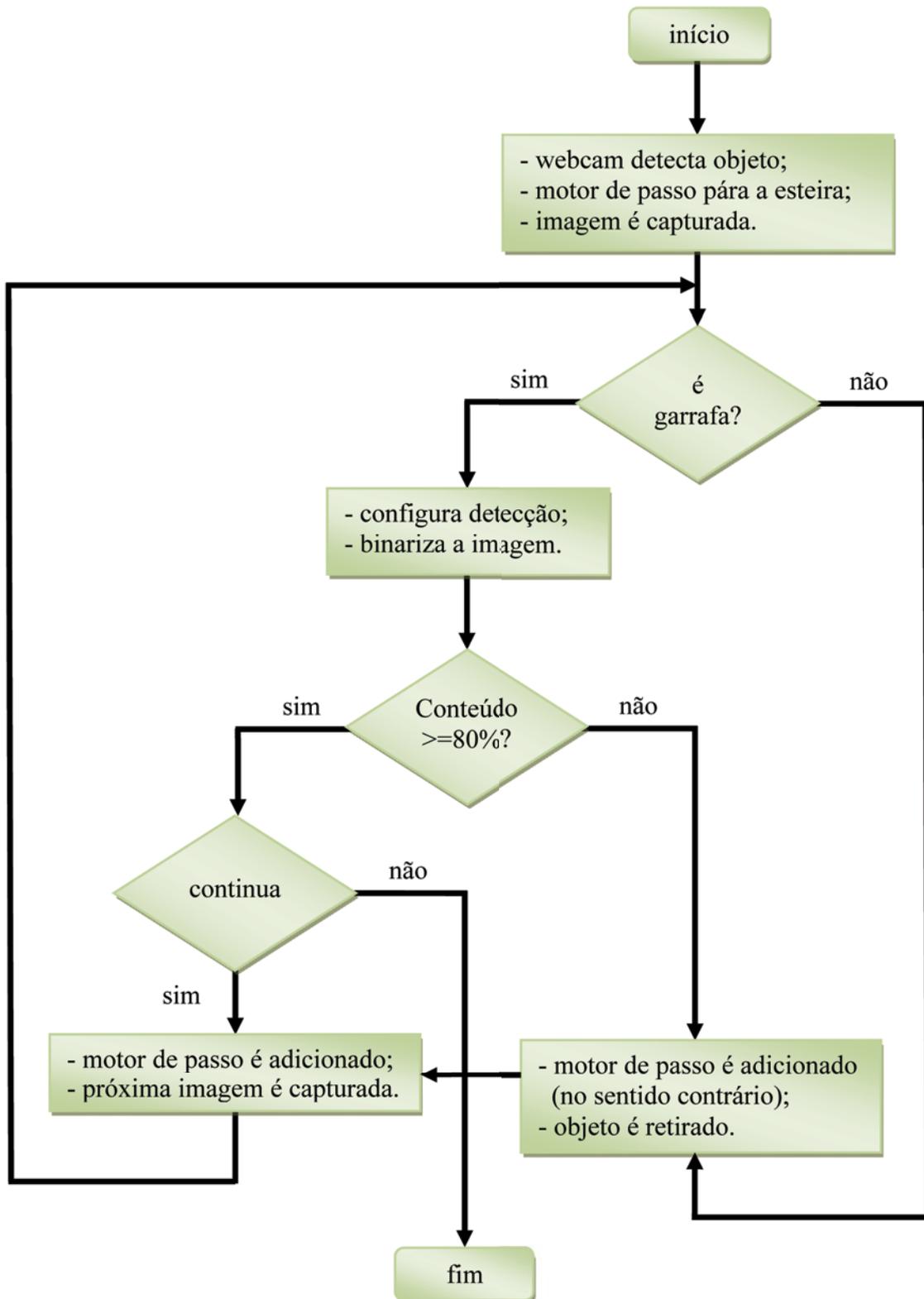


Figura 4: Fluxograma do sistema de inspeção automática de conteúdo.

Baseando-se na arquitetura adotada (Figura 3), com vistas à implantação do sistema proposto, se faz necessário adquirir os seguintes equipamentos, cujo investimento necessário está igualmente relacionado:

seus rolamentos. Um programa computacional desenvolvido em Delphi® aciona o motor de passo e coordena a captura de imagem pela webcam e sua comparação aos registros em seu banco de dados e imagens.

1. Sistema de iluminação	R\$ 300,00
2. Webcam Creative® NX	R\$ 250,00
3. Placa de aquisição de imagens	R\$ 500,00
4. Disco rígido com capacidade de 2 Tbytes	R\$ 1.000,00
5. Motor de passo, híbrido de 1.8°	R\$ 1.332,00
6. Programa em Delphi®	R\$ 1.000,00
• Total do investimento:	R\$ 4.382,00

A esteira industrial usada atualmente não precisará ser alterada.

6 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NO PROTÓTIPO

Para implantar o sistema de visão proposto para a verificação do nível de líquido, foram utilizados um frasco com 11 cm de altura por 3,5 cm de diâmetro no bojo e 1,5 cm no gargalo e

Na Figura 5 pode-se observar como o sistema de visão está montado, com a esteira, o motor de passo, a webcam e o microcomputador. Nota-se ao fundo a esteira com garrafas cheias e vazias e à sua frente a webcam para a captura da imagem. Para transmitir o movimento do motor de passo

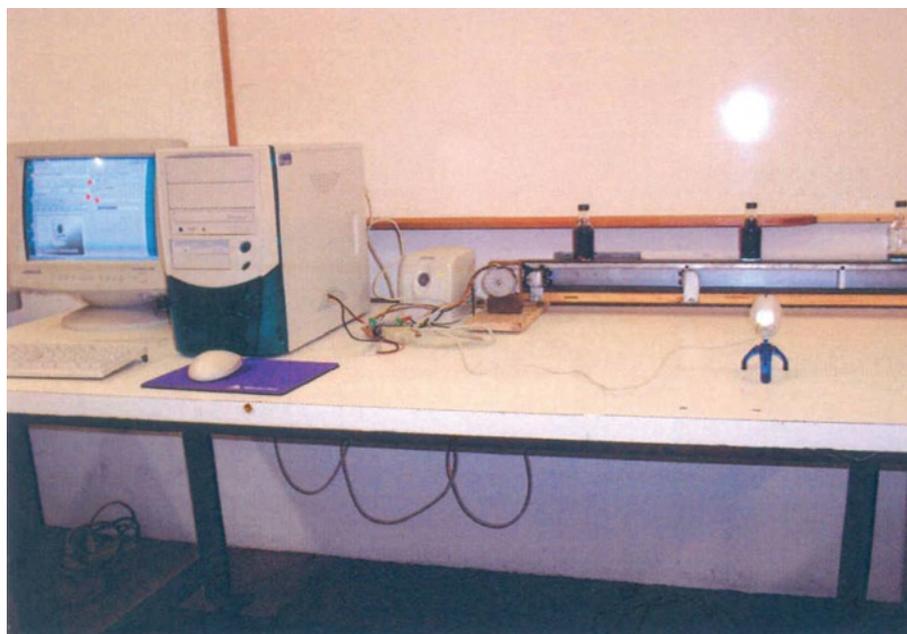


Figura 5: Vista frontal do sistema.

uma esteira rolante de 100 cm de comprimento por 15 cm de largura. Essa esteira rolante tem aplicação didática e é acionada por um motor de passo (ângulo de passo 1,8°; tensão nominal de 12 volts; corrente 0,6A/fase; torque de 5 kgf. cm; enrolamento unipolar) acoplado a um de

para a esteira foi utilizada uma bucha de alumínio feita na universidade. Ao lado do motor de passo tem-se a placa digitalizadora ligada ao microcomputador, onde o aplicativo está instalado. A tela de abertura do aplicativo MotoPasCam® pode ser vista na Figura 6.



Figura 6: Tela inicial do aplicativo MotoPasCam.

7 RESULTADOS OBTIDOS

O sistema proposto envolveu alguns testes primários nos seus componentes com o intuito de familiarização com seu funcionamento e com suas melhores configurações.

O motor de passo foi colocado em funcionamento para que fosse possível avaliar o movimento da esteira didática. Esse funcionamento inicial também foi feito por meio do programa em Delphi®. Foi avaliada a velocidade que seria mais conveniente para o sistema, ou seja, uma velocidade que não fosse rápida demais e impossibilitasse a webcam de capturar a imagem ou uma velocidade baixa demais que não fosse interessante para o trabalho.

Foi feito teste de velocidade da esteira, primeiramente com 10 m/s, a imagem ficou nítida e possibilitou a perfeita identificação dos objetos. Após isto, foi testada a velocidade de 20 m/s, a qual indicou um movimento da esteira muito rápido, que prejudicou o reconhecimento do objeto pela webcam. Nesses primeiros testes, já ficou claro que o sistema é

viável e que só depende de ajustes, de acordo com o processo ao qual for aplicado.

Foi feito um primeiro teste com as garrafas cheias na esteira. Como estava com muito brilho no local, ou seja, posicionamento errado da mesa sobre a qual a esteira estava repousada, a webcam não conseguiu captar a imagem.

O posicionamento da esteira foi melhorado e a imagem foi capturada, ou seja, a webcam detectou que havia um objeto na esteira, interrompeu o movimento da esteira parando o motor de passo. O programa detectou que é uma garrafa e, sendo assim, essa garrafa foi utilizada para calibrar o sistema, pois estava com a quantidade de líquido adotada como ideal.

O próximo teste a se fazer foi observar se o sistema reagiria com garrafas fora do padrão. O sistema reagiu como esperado, onde uma garrafa com líquido abaixo dos 80% da garrafa calibrada foi detectada pelo programa e esse fez com que a esteira tivesse o seu curso invertido, para que a mesma fosse retirada da esteira, voltando ao curso normal

após 10 segundos. Esse tempo de 10 segundos para a retirada da garrafa pode ser modificado conforme se deseje.

Sendo assim, foi feito o teste final com garrafas cheias, garrafas com líquido abaixo dos 80% e garrafas sem líquido algum. Os resultados foram excelentes, pois todas as garrafas foram reconhecidas pelo programa, não acontecendo nenhuma falha de reconhecimento.

Vale salientar que a sequência de procedimentos descrita foi adotada com fins didáticos, com o claro intuito de validar o sistema. Para aplicação em um processo real, o programa deve ser adaptado à sequência adotada para maior produtividade desse processo.

8 CONCLUSÕES

Os testes realizados possibilitaram observar que:

- Quando a quantidade de líquido se encontra no intervalo de 80 a 100% do valor colocado como ideal, o frasco continua na esteira e é aceito;
- Quando a quantidade de líquido se encontra abaixo do intervalo de 80% do valor determinado como ideal, o motor de passo inverte seu sentido de giro, a esteira inverte o seu sentido por um tempo, por exemplo, 10 segundos, e isso pode ser alterado conforme a necessidade, podendo o frasco ser retirado da esteira;
- A esteira volta a ter o seu movimento contínuo para adquirir a imagem do próximo frasco e assim sucessivamente;
- Um relatório dos frascos que foram analisados pode ser gerado, para uma melhor análise da quantidade e dos defeitos que foram levantados.

Dessa forma, nota-se que a arquitetura proposta representa uma solução viável técnica e economicamente para pequenas e médias automações, haja vista que as necessidades de ambiente e equipamento são restritas a uma

configuração básica que não está relacionada a nenhum modelo específico, havendo a flexibilidade dada pelo próprio programa, por meio de pequenas modificações em seu código fonte, para adaptar-se a diversas situações, inclusive àquelas que exijam componentes mais robustos, especialmente a automações de processos mais complexos e com necessidade de cuidados especiais quanto ao ambiente onde se encontram.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. B. Usando o computador para processamento de imagens médicas. *Revista Informática Médica*, Campinas, v. 1, n. 6, p. 15, nov./dez. 1998. Disponível em: <<http://www.informaticamedica.org.br/informaticamedica/n0106/imagens.htm>>. Acesso em: 23 ago. 2005.

BRANDSTETTER, M. C. G. O.; BUCAR R. S. Proposta metodológica para identificação de falhas em processos produtivos mediante o uso de ferramentas de controle de qualidade e pesquisa operacional. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28., Rio de Janeiro, 2008. *Anais...* Rio de Janeiro: ABEPRO, 2008. p. 1-14.

FACCHINI, L. A. et al. Ícones para mapas de riscos: uma proposta construída com os trabalhadores. *Cadernos de Saúde Pública*. Rio de Janeiro, v. 13, n. 3, p. 497-502, jul.-set. 1997.

LAMAS, W. Q. *Análise e otimização do sistema de controle realimentado de uma unidade de revestimento de papéis especiais*. 2004. 117 f.. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Taubaté, Taubaté, 2004.

NATIONAL INSTRUMENTS. *Case studies*. 2009. Disponível em: <<http://sine.ni.com/cs/app/main>>. Acesso em: 26 jul. 2009.

OLIVEIRA, E. C.; FONSECA, G. R. *Estudo de aplicações técnicas de inteligência artificial para controle de semáforo de trânsito*. 2005. 41f.. Monografia (Bacharelado em Computação)

– Departamento de Informática, Universidade de Taubaté, Taubaté, 2005.

OLIVEIRA, S. A. C. A.; SÁ, C. C.; SANTOS, M. T. Implementação de um sistema de visão artificial para reconhecimento e classificação de imagens bidimensionais visando o controle de qualidade. *Revista do Instituto Superior Tupy*. Joinville, v. 5, n. 4, p. 19-25, out. 2004.

PINTO, L. A. V. *Análise de vibração de máquinas em navios e plataformas offshore*. 2008. Disponível em: <<http://digital.ni.com/worldwide/brazil.nsf/web/all/3A05977705FEF7D586256F390079C538>>. Acesso em: 26 jul. 2009.

ROSS, L. A.; MEGIOLARO, M. *Equipamento móvel para envasamento de líquidos*. B67C 3/02. BR/RS. PI 0401073-6. 6 fev. 2004, 13 jul. 2004. Patentes Online, 2008. Disponível em: <<http://www.patentesonline.com.br/equipamento-movel-para-ensamento-de-liquidos-4926.html>>. Acesso em: 4 ago. 2009.

Para contato com um dos autores:

wendell@unitau.br

que, além de também ser médico, foi um inventor, um poeta e um investigador de espírito livre que por meio de seu livro *Zoonomia*, publicado em 1794, antecipou muitas das ideias evolucionárias. A leitura deste livro deve ter provocado um grande impacto no jovem Darwin e suas ideias devem ter adquirido guarida na mente de Darwin de forma a amadurecerem e florescerem anos mais tarde. Darwin, influenciado pelo seu pai, estudou na universidade inicialmente medicina e posteriormente teologia, mas sua paixão pela história natural e o seu método de trabalhar com a ciência haveriam de se manifestar durante a célebre viagem no *HMS Beagle*, como é relatado em sua Autobiografia (DARWIN, 2000): “*A viagem no Beagle foi, sem dúvida, o acontecimento mais importante da minha vida e determinou toda a minha carreira*”, pois criou o hábito de “*aplicar uma industriiosidade vigorosa e uma atenção concentrada em tudo aquilo que eu estivesse empenhado. Tudo o que pensava ou lia era diretamente relacionado com o que eu tinha visto e tinha probabilidade de ver. Mantive esse hábito mental durante os cinco anos de viagem. Essa formação me permitiu fazer o que fiz na ciência*”. Este trecho revela o que é mais característico da sua metodologia de trabalho – observação experimental atenta, inclusive de detalhes, associada à capacidade de inter-relacionar fatos e conceitos que à primeira vista não têm ligação – diferentemente, em certo sentido, do paradigma newtoniano forte na época e que valorizava as generalizações que poderiam ser demonstradas empiricamente e que produziam previsões que poderiam ser checadas (SANTOS, 2002).

As primeiras formulações da teoria da evolução pela seleção natural ocorreram a Darwin em 1838. A força de suas conclusões se manifesta em seus célebres *Cadernos* de notas iniciados um ano antes. Dois exemplos retirados destes *Cadernos* demonstram isto: “*A origem do homem foi demonstrada. A metafísica deve progredir. Aquele que compreender o babuíno contribuirá mais à Metafísica que Locke*” e “*O diabo, sob a forma de um babuíno, é nosso ancestral*”.

A origem das espécies é um livro que após cerca de um século e meio de seu lança-

mento continua sendo um divisor de águas na história da ciência e seu impacto na sociedade pode ser comparado com o trabalho realizado por Copérnico e por Galileu que lograram retirar a Terra do centro do universo (SAGAN, 2008). Darwin completou de certa forma este trabalho, retirando o homem do centro da história da vida na Terra! Se o antropocentrismo, na sua versão astronômica, foi derrubado por Copérnico e Galileu, na sua versão biológica foi derrubado por Darwin. De acordo com a evolução, a espécie humana é apenas mais uma dentre milhões de outras espécies, com uma adaptação bastante interessante (o cérebro bem desenvolvido), mas que, por exemplo, em certo sentido não pode ser considerada melhor adaptada à Terra do que as bactérias. Darwin evidencia a nossa animalidade quando esclarece a nossa ancestralidade comum com os outros animais; ele procurou estudar e observar a natureza naquilo que unificava toda a diversidade biológica existente sobre a Terra, seguindo a tradição de filósofos gregos como Tales, Anaximandro, Anaxímenes e Demócrito (MAYR, 1998). A visão integradora (REGNER, 2006) e o poder explicativo para os fenômenos apresentados (DUPRÉ, 2006) possivelmente são as características mais fortes de todo o trabalho de Darwin, que sistematicamente tenta convencer o leitor de que a sua teoria da seleção natural é a melhor explicação para os fatos apresentados ao longo de seu livro (JUNGES, 2008).

Até hoje o darwinismo continua provocando interpretações ideológicas equivocadas – haja vista o nazismo, o hipercapitalismo selvagem, o racismo e toda a sorte de tentativas de determinismos biológicos – e reações de incompreensão religiosas – como parece demonstrado pelo incômodo que provoca em algumas denominações religiosas. Thomas Kuhn (1975), em seu *A estrutura das revoluções científicas*, já salientara a importância das quebras de paradigmas e das discontinuidades na história da ciência. Seguramente o trabalho de Darwin pode ser encarado como a grande mudança de paradigma que ocorreu na história da biologia e ele mesmo tinha noção do caráter revolucionário de suas ideias: “*quando as opiniões que expus nesta obra [...]*

forem geralmente aceitas pelos naturalistas, podemos prever que se produzirá na história natural uma importante revolução”. Muitos autores consideram a evolução como sendo a ideia científica mais importante de toda a história da ciência. Alguns livros recentes têm salientado a sua importância na história da ciência. Charles Wynn e Arthur Wiggins (2002) classificam a teoria da evolução como uma das cinco maiores idéias da ciência em todos os tempos. Na mesma linha, David Brody e Arnold Brody (1999) incluem a evolução como uma das sete maiores descobertas científicas da história.

A origem das espécies (DARWIN, 2003) é um documento ao mesmo tempo científico e de divulgação científica, ou seja, que tem como objetivo explicar, convencer e disseminar as ideias evolucionárias do autor. Seu nome original foi *A origem das espécies por meio da seleção natural, ou a preservação das raças favorecidas na luta pela vida*, posteriormente reduzido à parte inicial deste título - em inglês *On the origin of species*. Neste presente artigo, trabalharemos com a edição realizada pela editora Hemus, com tradução de Eduardo Fonseca.

A Academia Nacional de Ciências dos Estados Unidos definiu a noção de alfabetização científica da seguinte forma: “Alfabetização científica é o conhecimento e a compreensão dos conceitos e processos científicos requeridos para a tomada de decisões pessoal, para a participação em assuntos cívicos e culturais e para a produtividade econômica”. Paralelamente, nos últimos anos no mundo todo vem crescendo a importância dada à história da ciência no que diz respeito à estruturação de uma educação científica efetiva e significativa nas escolas de educação básica em geral (SOLOMON, 1992; MATTHEWS, 1994). Particularmente, no que diz respeito às possibilidades de mudanças conceituais em estudantes, a História da Ciência se mostra como um terreno bastante fértil como é salientado por Jensen e Finley (1995). Assim sendo, pode-se afirmar que a história da ciência constitui-se em uma verdadeira “pedagogia da ciência” que permite tentar humanizar as ciências (MATTHEWS, 1995) e compreender como

outras gerações construíram o conhecimento científico acumulado até hoje. Usar a história da ciência para iluminar o ensino de disciplinas científicas (BIZZO, 1991) é uma estratégia de ensino que vem se ampliando no mundo todo e, no Brasil, os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1999) enfatizam explicitamente a importância da História da Ciência na educação básica dos jovens, pois ela permite compreender a ciência como um processo histórico que se transforma continuamente e incorpora na nossa cultura. O conhecimento da obra de Darwin e do contexto histórico em que foi escrita é fundamental desta forma para a alfabetização científica de qualquer cidadão.

Ítalo Calvino (1993), em seu livro *Por que ler os clássicos*, afirma: “Os clássicos são livros que exercem uma influência particular quando se impõem como inesquecíveis e também quando se ocultam nas dobras da memória, mimetizando-se como inconsciente coletivo ou individual”. Calvino está se referindo aqui aos clássicos da literatura universal. Entretanto, o seu raciocínio vale também para algumas obras científicas clássicas como *A origem das espécies* que provocam “incessantemente uma nuvem de discursos críticos sobre si, mas continuamente as repele para longe” (CALVINO, 1993). Assim sendo, é importante na formação científica dos cidadãos também ter acesso a trechos de livros e artigos originais que estejam dentre os clássicos da ciência.

A versão integral em inglês do livro *A origem das espécies* encontra-se à disposição de quem desejar consultá-la em alguns sítios na internet, como <<http://www.literature.org/authors/darwin-charles/the-origin-of-species/>>. Isto evidencia como o acesso aos documentos originais está tornando-se cada vez mais fácil. Obviamente, aqui no Brasil há a dificuldade da língua, mas isto também ocorre para os livros – em papel – em geral. Com o tempo, o acesso às traduções para o português dos textos originais com certeza será ampliado em nosso país.

Muitos autores têm sistematicamente salientado a importância do trabalho pedagógico com textos originais e que estabeleceram novos paradigmas na ciência, em contraposição

ção ao uso exclusivo dos manuais científicos e dos livros didáticos. Estes últimos, muitas vezes, de forma a simplificar um determinado conteúdo, acabam sacrificando a compreensão do contexto histórico no qual uma determinada ideia surgiu e a compreensão do processo real de construção de novas teorias por parte dos cientistas ao longo da história, processo este que quase sempre está longe da linearidade ingênua dos manuais. Nas palavras de Thomas Kuhn: “*As coleções de ‘textos originais’ têm um papel limitado na educação científica. Igualmente, o estudante de ciência não é encorajado a ler os clássicos de história do seu campo - obras onde poderia encontrar outras maneiras de olhar as questões discutidas nos textos, mas onde também poderia encontrar problemas, conceitos e soluções padronizadas que a sua futura profissão há muito pôs de lado e substituiu*”. (KUHN, 1974). Compreender o contexto no qual uma ideia científica desenvolveu-se é uma necessidade se o objetivo for o de uma alfabetização científica efetiva: para isto, o contato direto com as fontes primárias – textos originais – é fundamental.

Em um trabalho pedagógico inicial com estudantes do Ensino Médio, é bastante razoável utilizar o último capítulo “*Recapitulações e Conclusões*” de *A origem das espécies* – que é claro, acessível e bastante elucidativo do estilo e das ideias de Darwin – como leitura por meio da qual os alunos poderão reconstruir a teoria da evolução a partir das palavras escritas pelo próprio autor. As obras de Darwin, em geral, devido ao seu estilo claro de escrever, são bastante acessíveis ao leitor mediano e podem desta forma ser indicadas como uma excelente introdução às suas ideias; outros quatro livros de Darwin traduzidos para o português também podem ser utilizados com objetivos didáticos: *Viagem de um naturalista ao redor do mundo*, *A expressão das emoções no homem e nos animais*, *A origem do homem e a seleção sexual* e *Autobiografia: 1809-1882*.

Darwin concebeu a sua teoria da evolução pela seleção natural cerca de 20 anos antes da publicação de *A origem das espécies*. Somente resolveu publicar seu trabalho quando recebeu em 1858 um artigo escrito por Alfred Russel Wallace (1823-1913) e que tinha ideias

muito próximas às suas. Se não publicasse sua teoria, isto poderia comprometer uma futura alegação de primazia sobre a teoria da evolução. Com certeza Darwin conhecia a polêmica sobre a invenção ou descoberta do cálculo diferencial e integral envolvendo Leibniz e Newton: este último, assim como Darwin, não publicou imediatamente suas ideias sobre o cálculo e teve que lidar posteriormente com uma contenda com Leibniz sobre quem dentre os dois teria criado a primeira versão do cálculo diferencial (HELLMAN, 1999).

A evolução – o eixo unificador de toda a biologia moderna – transformou a biologia de uma “coleção de objetos” em uma ciência no sentido estrito, articulando toda a imensa diversidade biológica existente na Terra. Para o geneticista Theodosius H. Dobzhansky (1900-1975): “*Nada na biologia faz sentido a não ser sob a luz da evolução*” (DOBZHANSKY, 1973).

Darwin teve dois predecessores importantes que o influenciaram: Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829) e Charles Lyell (1797-1875). À ideia de Lamarck de progressão como aperfeiçoamento – a partir da transmissão dos caracteres adquiridos – Darwin propôs a ideia de descendência com modificação; entretanto esta constatação não pode de maneira alguma desmerecer o papel justo de Lamarck de vanguardista das ideias sobre a evolução biológica. Adicionalmente, é importante salientar que outras formas de evolução, como a evolução cultural das sociedades em geral, são, para alguns autores, essencialmente lamarckianas, como, por exemplo, argumenta Stephen Jay Gould (2001): “*Contudo, a mudança cultural, de maneira oposta e radical, é potencialmente lamarckiana em seu mecanismo básico. Qualquer conhecimento cultural adquirido em uma geração pode passar diretamente para a seguinte pelo que chamamos, uma palavra muito nobre, educação*”. Mesmo Darwin não pode rejeitar por completo as ideias de Lamarck, pois não conhecia ainda a genética, ciência que explica a hereditariedade e a herança das características dos seres vivos e que só se estabeleceria após a divulgação dos trabalhos de Gregor Mendel (1822-1884). Darwin foi muito influenciado também pela proposta de Lyell (1997) de que

a superfície terrestre estaria se modificando vagarosamente devido a forças que exerceram e ainda exercem uma ação constante e gradual ao longo do tempo. Ele leu a principal obra de Lyell, *Princípios de Geologia*, durante a viagem no *HMS Beagle*. A própria constatação de Darwin de que no alto da cordilheira dos Andes existiam fósseis marinhos, levou-o a refletir que se a superfície terrestre está em lenta transformação, o mesmo poderia acontecer com as formas de vida na Terra. Em seu diário da viagem no *HMS Beagle – Viagem de um naturalista ao redor do mundo* – Darwin afirma com convicção e ao mesmo tempo surpresa: “notei que em Valparaíso encontram-se conchas semelhantes numa altitude de 3900 metros: quase não é possível duvidar-se de que essa grande elevação se tivesse processado no decurso de pequenos soerguimentos sucessivos, como o que se seguiu ou causou o terremoto deste ano, ao mesmo tempo que se operara pela elevação lenta imperceptível que deve certamente estar-se processando em algumas partes desta costa [do Chile]”.

2 ANÁLISE DA ARGUMENTAÇÃO E DO ESTILO USADOS EM “A ORIGEM DAS ESPÉCIES”

O primeiro parágrafo do livro *A origem das espécies* – na denominada *Notícia histórica* – inicia-se, com honestidade e sem preâmbulos, mostrando a polêmica em que seu livro adentraria-se: “Proponho-me noticiar a largos traços o progresso da opinião referente à origem das espécies. Até há bem pouco tempo a maioria dos naturalistas admitia que as espécies eram produções imutáveis criadas separadamente. Números cientistas defenderam habilmente esta possibilidade. Outros, pelo contrário, admitiam que as espécies provinham de formas preexistentes através de geração regular.” Mais à frente, no final da sua introdução, Darwin arremata deixando claro seu principal objetivo neste livro: “[...] vejo-me [...] forçado a sustentar que a opinião defendida pela maioria dos naturalistas, opinião que eu próprio partilhei, isto é, que cada espécie

foi objeto de uma criação independente, é absolutamente errônea”.

Esta objetividade em ir diretamente ao ponto que é polêmico, logo no início da obra, também é encontrada em Galileu (2004) no seu *Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo ptolomaico e copernicano*; Salviati abre a “Primeira Jornada” declarando: “Decidimos ontem que hoje nos encontraríamos para discorrer, do modo mais distinto e particular que nos fosse possível, acerca das causas naturais e seus efeitos, que de uma e outra parte foram apresentadas até agora pelos defensores da posição aristotélica e ptolomaica, e pelos seguidores do sistema copernicano. E posto que Copérnico, ao colocar a Terra entre os corpos móveis do céu, acaba por fazê-la um globo similar a um planeta, será oportuno que o princípio de nossas considerações seja o de examinar qual e quanta é a força e a energia dos procedimentos peripatéticos no demonstrar como essa posição é totalmente impossível; visto que é necessário introduzir na natureza substâncias diferentes entre si, ou seja, a celeste e a elementar, aquela impassível e imortal, esta alterável e caduca. Deste argumento trata ele nos livros do Céu, insinuando-o num primeiro momento através de argumentos dependentes de alguns assuntos gerais, e confirmando-o depois com experiências e demonstrações particulares. Eu, seguindo a mesma ordem, proporei e depois direi abertamente meu parecer, expondo-me a vossa crítica, e àquela do Sr. Simplicio, tão destemido campeão e mantenedor da doutrina aristotélica.” Pode-se perceber que apesar da ponta de ironia sutil que se observa neste texto de Galileu, ele é também cuidadoso ao tomar partido – pelo menos inicialmente – de um dos lados da contenda devido ao contexto histórico da época.

Darwin começa o primeiro capítulo de seu livro tratando de um assunto que ao mesmo tempo era muito próximo de todos e muito bem conhecido por ele: “A variação das espécies no estado doméstico”. Darwin passou muito tempo trabalhando com pombos domésticos e aqui então desfila um pouco de sua experiência e de suas conclusões no que diz respeito à seleção artificial, ou seja, a seleção

feita pelo homem deliberadamente sobre animais e plantas domésticos. Começar pelo que há de mais concreto para os potenciais leitores desta obra demonstra a preocupação estratégica de Darwin de tentar elaborar um texto não herético e de convencimento. Mas já no segundo capítulo de seu livro – intitulado “Variação no estado selvagem” – Darwin passa a analisar as transformações e a seleção que ocorrem na natureza livre de influências humanas.

Os capítulos de *A origem das espécies* são divididos por subtítulos em negrito que frequentemente são verdadeiras afirmações – ideias-força – acerca do tema que está sendo tratado. Esta é uma técnica de redação de texto jornalístico muito usada hoje nos meios de comunicação escritos – jornais e revistas – para prender a atenção do leitor, fazendo com que ele não disperse, por conceder uma maior fluidez à leitura. Este caráter jornalístico de *A origem das espécies* é mais uma evidência dos seus objetivos didáticos e de divulgação das ideias evolucionárias para uma ampla parcela da população. Aliás, também com este mesmo sentido, muitos capítulos apresentam também um resumo em seu final, organizando para o leitor as ideias e argumentos apresentados naquele espaço, facilitando e tornando menos árida a leitura do livro. Da mesma forma, todos os capítulos apresentam em seu início, logo abaixo do seu título, um pequeno sumário com as ideias básicas que serão discutidas no capítulo, preparando o leitor para a linha de argumentação que será desenvolvida. O capítulo IV, intitulado “*A seleção natural ou a perseverança do mais capaz*”, por exemplo, apresenta logo abaixo de seu título um detalhado e esclarecedor sumário: “*A seleção natural; comparação do seu poder com o poder seletivo do homem; sua influência sobre os caracteres de menor importância; sua influência em todas as idades e sobre os dois sexos. Seleção sexual. Circunstâncias favoráveis ou desfavoráveis para a seleção natural, tais como cruzamento, isolamento, número de indivíduos. Ação lenta. Extinção causada pela seleção natural. Extinção causada pela seleção natural. Divergência de caracteres nas suas relações com a diversidade dos indivíduos de uma região limitada e*

com a aclimação. Ação de seleção natural sobre os descendentes de um tipo comum resultando da divergência dos caracteres. A seleção natural explica o agrupamento de todos os seres organizados; a convergência dos caracteres; a multiplicação indefinida das espécies. Resumo.” Ao ler este sumário, o leitor pode de antemão ter ideia sobre os temas que encontrará nas próximas páginas, preparando-se melhor para a leitura. Com o mesmo objetivo de facilitar a leitura do livro, Darwin apresenta um derradeiro capítulo – logo após “Recapitulações e conclusões” – intitulado : “Glossário dos principais termos científicos empregados nesta obra”.

O capítulo IV – sobre a seleção natural – contém o eixo da obra de Darwin: coerentemente é o segundo maior capítulo em extensão deste livro, só perdendo em tamanho para o que trata de uma série de temas que necessitam ser trabalhados em detalhes: “Afinidades mútuas dos seres organizados; morfologia; embriologia; órgãos rudimentares.” De fato a teoria da evolução de Darwin é mais bem definida como “teoria da evolução pela seleção natural” (em contraposição à “teoria da evolução pelo uso e desuso” de Lamarck) de modo a salientar o caráter central que o conceito de seleção natural – e ao acaso – tem para a teoria como um todo. Sintomaticamente, Darwin se refere, neste livro, muito mais frequentemente à sua teoria como “teoria da seleção natural” do que como “teoria da evolução”.

No momento de explicar o fenômeno da seleção natural, Darwin utiliza-se de metáforas e de toda a sua capacidade literária para produzir um texto ao mesmo tempo claro e convincente: “*Pode-se dizer, metaforicamente, que a seleção natural procura, a cada instante e em todo o mundo, as variações mais sutis; repele as que são nocivas, conserva e acumula as que são úteis; trabalha em silêncio, insensivelmente, por toda parte e sempre, desde que se apresente a ocasião para melhorar os seres organizados relativamente às suas condições de vida orgânicas e inorgânicas. Estas transformações lentas e progressivas fogem à nossa percepção [...]*” Ao comparar a escala de tempo da vida de um

ser humano com a escala de tempo geológica da vida na Terra, Darwin chega a ser poético: “*Os desejos e os esforços dos homens são variáveis! A sua vida é tão curta! Como devem ser imperfeitos os resultados que ele obtém quando os compara àqueles que a natureza pode acumular durante prolongados períodos geológicos!*” Realmente enquanto que a vida de um ser humano, no limite, dura algo da ordem de um século (10^2 anos) e enquanto a duração da civilização humana tem durado alguns milênios (10^3 anos), a escala de tempo em que a evolução tem ocorrido em nosso planeta é de milhões (10^6 anos) ou mesmo de alguns bilhões de anos (10^9 anos).

Ao refletir sobre o tempo necessário para que a evolução ocorra, uma questão mal compreendida por muitos leigos ainda hoje, Darwin pondera antevendo o aparecimento de novas descobertas. De fato, um obstáculo à teoria de Darwin (HELLMAN, 1999) era a previsão feita em 1846 pelo físico William Thompson – que mais tarde foi elevado à nobreza com o título de Lorde Kelvin – de que a idade da Terra, a partir de cálculos termodinâmicos sobre o seu resfriamento ao longo dos tempos, seria de algo da ordem de centena de milhões de anos, um tempo muito exíguo para a ação da evolução. Darwin corretamente apostou na precariedade científica desta previsão: “*Quanto à objeção levantada por sir William Thompson, uma das mais sérias de todas (...) muitos cientistas estão dispostos a admitir que não temos conhecimento suficiente da constituição do universo e do interior da Terra para raciocinar com precisão sobre sua idade*”. Somente a descoberta da radioatividade no final do século XIX permitiu corrigir o erro de Thompson e estimar a idade da Terra como sendo de cerca de 4,6 bilhões de anos, aproximadamente 10 vezes maior que a previsão com a qual Darwin teve que contra-argumentar. A questão da cronologia das eras terrestres era fundamental para a hipótese da evolução em contraposição à visão estática das sagradas escrituras: “*A crença na imutabilidade das espécies era quase inevitável, tanto que se não atribuía à história da Terra senão uma duração muito curta [...]*”. Aproximando-se

do leitor, Darwin expõe a grandiosidade da quantia de um milhão de anos, incomensurável ainda hoje para muitas pessoas: “*O espírito não pode conceber toda a significação deste termo: um milhão de anos, nem saberia, com efeito, adicionar nem perceber os efeitos completos de muitas variações pequenas, acumuladas durante um número quase infinito de gerações*”. Carl Sagan (1998), em seu livro adequadamente intitulado *Bilhões e bilhões* explicita também a dificuldade de leigos em compreender grandes cifras.

Darwin traz seus adversários para dentro de seu livro, de forma a “dialogar” com eles de uma forma mais civilizada do que aconteceria nos embates acadêmicos da vida real na época, de certo modo como fez Galileu (2004) em seu *Diálogo* com o personagem Simplicio, representante das ideias eclesiásticas. Quando ele afirma que “*há, deve reconhecer-se, casos particulares difíceis que parecem contrários à teoria da seleção natural*”, ele está tentando estabelecer um diálogo com seus interlocutores que ainda não estão convencidos a respeito da evolução. Didaticamente, ele faz, em muitos momentos, o papel de promotor contra as suas próprias ideias, para poder contra-argumentar livremente. O próprio título do capítulo VI – “*Dificuldades surgidas contra a hipótese de descendência com modificações*” – aponta neste sentido. Há de fato inúmeros trechos ao longo do livro em que ele apresenta muitos argumentos contrários às suas ideias. Em alguns trechos, Darwin tenta, de certo modo, até reconfortar psicologicamente aqueles leitores com dúvidas, afirmando que as dele também eram grandes e, portanto, se aproximando da posição de seu leitor e criando uma relação de semicumplicidade entre autor e leitor: “*Muitas dúvidas se devem ter apresentado ao espírito do leitor antes de ter chegado a esta parte de meu trabalho. Um são tão agudas, que ainda hoje não consigo pensar nelas sem me sentir um tanto acabrunhado; mas, tanto quanto posso avaliar, a maior parte são apenas aparentes, e quanto às dificuldades reais, não são, creio eu, funestas à hipótese que sustento*.” Na mesma linha de defesa, de atacar a si mesmo,

Darwin afirma e contra-argumenta sem meias palavras: “*Se eu chegasse a comprovar que existe um órgão complexo que não se forme por uma série de numerosas modificações graduais ligeiras, a minha teoria com certeza não encontraria defesa. Não encontrei caso algum semelhante.*”

Alguns temas que ainda hoje sistematicamente permeiam o debate sobre a evolução, já tinham este papel durante o século XIX. É o caso da até hoje famosa discussão sobre a evolução do olho dos seres vivos (DAWKINS, 2001) que aparece numa subseção iniciada com o sugestivo subtítulo “Órgãos bastante perfeitos e complexos”: “*Parece impossível ou absurdo, reconhecer, supor que a seleção natural pudesse formar a visão com as inimitáveis disposições que permitem ajustar o foco a diversas distâncias, admitir uma quantidade variável de luz e sanar as aberrações esféricas e cromáticas.*” Neste momento, Darwin de novo se volta para o embate de Galileu, um paradigma para ele, refletindo também sobre as limitações do chamado senso comum: “*Quando se afirmou, pela primeira vez, que o Sol é imóvel e que a Terra gira em torno dele, o senso comum da humanidade declarou falsa a doutrina; porém sabe-se que o velho ditado: Vox populi, Vox Dei, não se aceita em matéria científica.*” Assim, além das interpretações religiosas fundamentalistas, Darwin tinha um acerto de contas a fazer também com o “senso comum” para poder convencer seu público leitor. E a sua linha de argumentação é de que existe um *continuum* de opções entre um olho desenvolvido e a ausência completa do olho; para isto ele cita o próprio Owen, para quem nos peixes e nos répteis “*a série de graduações das estruturas dióptricas é considerável.*” Mais à frente ele deixa este ponto mais claro: “*O pensamento de que a seleção natural conseguiu formar um órgão tão perfeito como o olho parece, naturalmente, fazer recuar o mais audaz; não há, contudo, impossibilidade alguma lógica para que a seleção natural, sendo dadas condições de vida diferentes, tenha conduzido um órgão a um grau de perfeição considerável, seja ele qual for,*

que tenha passado por uma longa série de complicações bastante vantajosas para o seu possuidor.”

O Capítulo VII – “Contestações diversas feitas à teoria da seleção natural” – é central no livro, pois nele Darwin procura responder às críticas mais fundamentadas à sua teoria – novamente aqui denominada “teoria da seleção natural” – apresentadas por cientistas da sua época: “*Dedicarei este capítulo ao exame das contestações que se opõem ao meu ponto de vista, o que poderá explicar algumas discussões anteriores; seria inútil examiná-las todas, porque, no número, muitas originaram-se de autores que não se deram ao cuidado de compreender o assunto.*” Darwin deixa claro que não se preocupará com aqueles que – até hoje – adotam a postura de quem afirma: “não li e não gostei”. Vejamos então algumas das objeções levantadas por alguns naturalistas da época:

- “*Assim, um notável naturalista alemão afirma que o ponto mais fraco da minha teoria está no fato de eu considerar todos os seres organizados como imperfeitos.*”

- “*Um crítico afirmou ainda recentemente, ostentando grande exatidão matemática, que a longevidade é de grande vantagem para as espécies, de modo que aquele que crê na seleção natural ‘deve dispor a sua árvore genealógica’ de modo que todos os descendentes apresentem uma longevidade maior que os seus ancestrais!*”

- “*Bronn [...] pergunta como, dado o princípio da seleção natural, pode uma variedade viver lado a lado com a espécie-mãe? [...]*”

- “*Uma objeção mais séria [...] é que muitos caracteres parecem não ser de serventia alguma aos seus possuidores, e não podem, conseqüentemente, ter dado lugar à seleção natural.*”

Darwin responde pacientemente a todas elas e no fim conclui: “*Eis os principais casos, escolhidos cuidadosamente por um hábil naturalista, para provar que a teoria da seleção natural é importante para explicar os estados nascentes das conformações úteis; espero ter comprovado, pelo debate, que, sobre este ponto, não pode haver dúvidas e que a contestação não tem fundamento.*”

A geologia tem caráter central na argumentação de Darwin ao longo de *A origem das espécies*. No capítulo X, intitulado “Insuficiência dos documentos geológicos”, Darwin argumenta sobre aquela que é para ele a objeção mais relevante às suas ideias: “*A geologia não revela seguramente uma série orgânica bem graduada, e nisto é, talvez, que consiste a objeção mais séria que se pode opor à minha teoria. Creio que a explicação se encontra na extrema deficiência dos documentos geológicos*”.

Algumas das intervenções do autor relacionam-se com discussões extremamente contemporâneas. Em um trecho do livro, Darwin discute a respeito de o que em nós é instintivo e hereditário – e do ponto de vista atual, genético – e o que em nós é adquirido por hábito e dependente do ambiente – e, do ponto de vista de nossa humanidade, cultural: “*Se supusermos que um ato rotineiro se torna hereditário – o que frequentemente acontece – a semelhança do que era primitivamente um hábito com o que é atualmente um instinto é tal que não se poderia distingui-los um do outro. Se Mozart, ao invés de tocar cravo na idade de três anos com muito pouca prática, tivesse tocado uma ária sem a ter praticado, poder-se-ia dizer-se que tocava realmente por instinto. Mas seria um grave erro acreditar que a maior parte dos instintos foram adquiridos por hábito, numa geração, e transmitidos em seguida por hereditariedade às gerações seguintes. Pode-se demonstrar claramente que os instintos mais marcantes que conhecemos, os das abelhas e os de muitas formigas, por exemplo, não foram adquiridos pelo hábito.*” A argumentação neste trecho é, paradoxalmente, ao mesmo tempo precisa e plena de retórica.

Darwin aposta corretamente no desenvolvimento da paleontologia e da astronomia, que se realizou com grande intensidade no século XX. Ele prevê também o desenvolvimento da genética - “*Um vasto campo de estudos e apenas trilhado será aberto sobre as causas e as leis da variabilidade*” – e da geologia - “*no decurso imenso de épocas remotas houve grandes emigrações nas diversas partes da Terra, devidas a numerosas*

alterações climáticas e geológicas”. Mesmo sem conhecer os mecanismos genéticos pelos quais a hereditariedade atua, Darwin esperava que o tempo desse conta disto e chegou a argumentar, por analogia, que o próprio Newton – que postulava a Lei da Gravitação Universal – não podia mostrar realmente o que era a gravidade. Darwin é um otimista diante do desenvolvimento científico: “*Entrevejo, num futuro remoto, caminhos abertos a pesquisas muito mais importantes ainda*”.

Percebendo bem os pontos de sua teoria que seriam postos à prova pelos críticos, Darwin resolve refutá-los em sua linha de argumentação salientando a sutileza de suas ideias e ao mesmo tempo a exiguidade das evidências experimentais na época. Os títulos de diversos capítulos de *A origem das espécies* evidenciam a importância de refutar os argumentos e as possíveis evidências contrárias à evolução: “Insuficiências dos documentos geológicos”, “Dificuldades surgidas contra a hipótese de descendência com modificações” e “Contestações diversas feitas à teoria da seleção natural”.

Um outro critério que define a argumentação de Darwin é o da simplicidade das explicações, também conhecido como “navalha de Occam” (HYMAN, 1973), devido ao monge franciscano William de Ockham (1285-1349), segundo o qual a pluralidade de explicações ou de causas não deve ser colocada sem necessidade (“*Pluralitas non est ponenda sine neccesitate*”). Darwin usando desta navalha argumenta: “*Muitos cientistas afirmaram que é tão fácil acreditar na criação de centenas de milhões de seres como na criação de um só; porém em virtude do axioma filosófico de a menor ação, por Malpertuis, o espírito é levado mais voluntariamente a aceitar o menor número, e não podemos certamente crer que uma quantidade inúmera de formas da mesma classe tenha sido criada com os sinais evidentes, mas ilusórios, da sua descendência de um mesmo antepassado*”.

A cautela de Darwin em publicar *A origem das espécies* se deveu ao impacto de suas conclusões evolucionárias sobre o edifício

explicativo da natureza construído ao longo dos séculos pela Igreja. Por outro lado estas mesmas conclusões evolucionárias também foram – e ainda o são – interpretadas por muitos de forma a servir de legitimação para o sistema econômico capitalista ou mesmo para ideologias de extrema-direita. Existiram também tentativas de interpretação política das ideias darwinistas sob o ponto de vista de outras tendências políticas. Engels, por exemplo, na tentativa de legitimar cientificamente o marxismo, argumentou por analogia que assim como Darwin havia descoberto a lei do desenvolvimento da natureza orgânica, Marx descobrira a lei do desenvolvimento da história humana: a história humana, assim como a história natural, teria uma explicação científica! Bernard Cohen (1985) também relaciona o trabalho de Darwin ao trabalho de Marx: “*We shall see that Karl Marx even foresaw an evolutionary history of technology or invention, in which Darwinian concepts introduced for animal organs would be used in analyzing the development of human tools*” (“*Nós veremos que Karl Marx até previu uma história evolucionária da tecnologia ou da invenção, na qual conceitos darwinianos introduzidos para órgãos animais seriam usados na análise do desenvolvimento das ferramentas humanas*”).

Darwin não foi o primeiro a ter ideias evolutivas sobre a vida na Terra, como argumenta Stephen Jay Gould (1989): “*Sabemos que a singularidade de Darwin não reside no seu apoio à ideia de evolução - inúmeros cientistas o precederam nesse aspecto*”. O impacto de *A origem das espécies* se deve ao detalhamento experimental dos dados científicos expostos por Darwin para fundamentar as suas teses – com o recebimento em 1864 da medalha Copley, a mais alta comenda científica da época, seguiu-se o reconhecimento quase unânime do mundo científico – e, sobretudo, à exposição da maneira pela qual o mecanismo da seleção natural viabilizava a evolução dos seres vivos. A aceitação científica rápida de sua teoria esteve obviamente relacionada ao clima fértil social, política e economicamente para que tais ideias vicejassem na época.

3 CONCLUSÕES

A teoria da evolução conferiu um caráter dinâmico à biologia. Sua base está assentada em uma espécie de trinômio: 1) produção de variação; 2) seleção natural; 3) transmissão hereditária. As mutações que produzem a variabilidade devem-se como sabemos hoje a eventos diversos, tais como a incidência de raios cósmicos sobre a face da Terra. A genética responsável pela transmissão hereditária está fundamentada nos trabalhos de Mendel e na estrutura do DNA que foi descoberta em meados do século XX. Darwin não teve acesso a nenhum destes conhecimentos em sua época. O eixo de sua argumentação concentrou-se na seleção natural e na forma como ela atua.

A extensão da obra, a variedade de exemplos, o estilo da escrita e o vigor dos argumentos nos mostram que *A origem das espécies* foi cuidadosamente elaborada por Darwin que sabia bem o impacto social das hipóteses subjacentes. Michael Rose (2000) ressalta o estilo didático de Darwin: “*A Origem tornou-se um marco histórico: um livro que revolucionou um grande campo científico, mas que os leigos inteligentes podem ler com proveito. A Origem é notável porque expõe diretamente a estrutura de suas teses, e também pelo fato de que os pretensos adversários destas são despachados com refutações substantivas*”.

A dificuldade em aceitar a evolução por parte de muitos, seguramente, não se deve à sua complexidade, já que a base da evolução por meio da seleção natural é lógica e simples, baseando-se em duas premissas e uma conclusão (GOULD, 1992): 1ª premissa – os organismos variam e estas variações são herdadas pelos seus descendentes; 2ª premissa – os organismos produzem uma quantidade de descendentes maior do que a quantidade de organismos que realmente pode sobreviver; conclusão – na média, os descendentes que herdaram variações que favorecem sua sobrevivência (CASTAÑEDA, 1994) no meio ambiente em questão, sobreviverão por um maior tempo e se propagarão com maior intensidade. Em resumo: a seleção natural é o mecanismo básico que permite que a evolução de fato ocorra. Desta forma a teoria da evolução não é simplesmente uma teoria do

“acaso”, um mito acalentado sobretudo pelos seus críticos (DAWKINS, 2001).

Aproximadamente doze anos após o lançamento de *A origem das espécies*, Darwin publica em 1871 o seu livro *A origem do homem e a seleção sexual* abordando o “espinhoso” tema da aplicação da teoria da evolução para a nossa própria espécie humana e antecipando fatos sobre nossos ancestrais pré-humanos que só seriam comprovados no século XX. No final deste livro, mais particularmente no seu antepenúltimo parágrafo, Darwin cita seu primo Galton para sustentar ideias bastante próximas das propostas eugênicas (BIZZO, 1987): “*Deveria abster-se de casar todo aquele que não tiver como sustentar os filhos, deixando-lhes um legado de abjeta pobreza (...) se o prudente evita casar-se, enquanto que o imprudente se casa, os elementos inferiores da sociedade tenderão a suplantiar seus melhores representantes (...) A competição entre os homens deve ser aberta, não se justificando impedir os mais capazes, por meio de leis ou de costumes, de serem mais bem sucedidos em deixar um maior número de descendentes*” (DARWIN, 2004). Ideias como estas, ao serem radicalizadas, serviram de legitimação ideológica pelas classes dominantes na sua época e posteriormente: a ideologia de que a seleção natural seria um modelo para a organização social – o darwinismo social e o hipercapitalismo – se disseminaria, infelizmente, ao longo do século XX pelo mundo afora. O nazismo bebeu também nesta fonte para tentar justificar-se e legitimar-se: basta lembrar que ao chegar ao poder, uma das primeiras decisões dos nazistas foi a de proibir casamento entre judeus e não judeus. A propósito, o capítulo quatro de *A origem das espécies* denominado por Darwin “A seleção natural ou a perseverança do mais capaz” contém a afirmação básica – um “mantra” tantas vezes repetido – que potencializou interpretações reducionistas quando foi aplicado às sociedades humanas.

A origem das espécies e todas as suas interpretações posteriores – equivocadas ou não – provocaram uma revolução científica (ZANETIC, 1980): a explosão de discussões e os debates sobre a evolução demonstram a característica revolucionária da hipótese darwi-

nista de evolução pelo mecanismo da seleção natural. O fato de que até hoje estas discussões se mantêm nos mostra a vitalidade e a força das ideias contidas neste livro. Para Bernard Cohen (1985): “*The darwinian revolution was probably the most significant revolution that ever occurred in the sciences, because its effects and influences were significant in many different areas of thought and belief*” (“*A revolução darwiniana foi provavelmente a revolução mais significativa que já ocorreu nas ciências, porque seus efeitos e influências foram significativos em muitas áreas do pensamento e das crenças*”). Uma piada famosa evidencia bem o impacto da teoria da evolução no pensamento de muitas pessoas. Consta que uma senhora inglesa do século XIX, ao dar-se conta das consequências da teoria da evolução, teria afirmado ao seu marido: “*Querido, vamos torcer para que as coisas que o senhor Darwin diz não sejam verdadeiras. Mas, se forem, vamos esperar que não caiam na boca do povo*” (ZIMMER, 2004). Não é sem espanto que o ensino da teoria da evolução foi, no passado, criminalizado em alguns estados dos EUA, coincidentemente nos estados de perfil mais religioso. Até hoje, as críticas à evolução são provenientes especialmente de grupos fundamentalistas da maioria das religiões (FOLEY, 2003). Ensiná-la, como previu a senhora da piada, tornou-se de certa forma, um ato de subversão, neste contexto.

A teoria de Darwin é, a sua maneira, uma perigosa idéia, como sustenta Daniel Dennett (1999): “*Quase ninguém é indiferente a Darwin, e nem deveria ser. A teoria darwiniana é uma teoria científica, e excelente, mas não é só isso. Os criacionistas que se opõem a ela tão acirradamente estão certos em um ponto: a perigosa ideia de Darwin vai muito mais fundo na estrutura de nossas crenças fundamentais do que muitos dos seus sofisticados apologistas já admitiram, mesmo para si próprios*”. Assim sendo, Darwin até hoje, em pleno século XXI, causa em seus leitores diferentes reações. Suas ideias enfrentam simultaneamente concepções espontâneas – como as lamarckistas –, contraposições religiosas – como as concepções criacionistas e aquelas associadas ao “*design inteligente*” – e distorções políticas – como doutrinas de cunho nazista. Para melhor

fundamentar este embate, é necessário, desde cedo na educação básica das crianças e dos jovens, trabalhar o conceito de evolução como uma das ideias mais importantes da ciência moderna de modo a formar cidadãos realmente alfabetizados cientificamente. Em termos didáticos, seus livros, e particularmente *A origem das espécies*, se configuram como excelente ferramenta pedagógica para o ensino da teoria da evolução, visto que podem esclarecer as ideias básicas desta teoria e ao mesmo tempo atingir e discutir algumas concepções equivocadas acerca do tema.

REFERÊNCIAS

- BIZZO, N. *O que é darwinismo*. São Paulo: Brasiliense, 1987.
- BIZZO, N. *Ensino de evolução e história do darwinismo*. São Paulo: Tese (Doutoramento), 1991, USP.
- BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*. Brasília: MEC, 1999.
- BRODY, D. E.; BRODY, A. *As sete maiores descobertas científicas da história*. São Paulo: Companhia das Letras, 1999.
- CALVINO, I. *Por que ler os clássicos*. São Paulo: Companhia das Letras, 1993.
- CASTAÑEDA, L. A. *As idéias de herança de Darwin: suas explicações e sua importância*. Revista da SBHC, Rio de Janeiro, n. 11, 1994, p. 67-73.
- COHEN, B. *Revolution in Science*. Cambridge: The Belknap Press of Harvard Un. Press, 1985.
- DARWIN, C. *A expressão das emoções no homem e nos animais*. São Paulo: Companhia das Letras, 2000.
- DARWIN, C. *Autobiografia: 1809-1882*. Rio de Janeiro: Contraponto, 2000.
- DARWIN, C. *A origem das espécies*. São Paulo: Hemus, 2003.
- DARWIN, C. *A origem do homem e a seleção sexual*. Belo Horizonte: Itatiaia, 2008.
- DARWIN, C. *Viagem de um naturalista ao redor do mundo*. São Paulo: L&PM, 2008.
- DAWKINS, R. *O relojoeiro cego*. São Paulo: Companhia das Letras, 2001.
- DENNETT, D. *A perigosa ideia de Darwin*. Rio de Janeiro: Rocco, 1999.
- DOBZHANSKY, T. Nothing in Biology makes sense except in the light of evolution. *The American Biology Teacher*, 35, 1973, p.125-129.
- DUPRÉ, J. *El legado de Darwin*. Buenos Aires: Katz, 2006.
- FOLEY, R. *Os humanos antes da humanidade*. São Paulo: Editora da Unesp, 2003.
- GALILEI, G. *Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo ptolomaico e copernicano*. São Paulo: Discurso, 2004.
- GOULD, S. J. *O polegar do panda*. São Paulo: Martins Fontes, 1989.
- GOULD, S. J. *Darwin e os grandes enigmas da vida*. São Paulo: Martins Fontes, 1992.
- GOULD, S. J. *Lance de dados*. Rio de Janeiro: Record, 2001.
- HELLMAN, H. *Grandes debates da ciência*. São Paulo: Editora Unesp, 1999.
- HYMAN, A.; WALSH, J. *Philosophy in the Middle Ages*. Indianapolis: Hackett Pub, 1973.
- JENSEN, M.; FINLEY, F. Teaching evolution using historical arguments in a conceptual change strategy. *Science Education*. New York, v. 79, n. 2, 1995, p. 147-166.
- JUNGES, A. L. Inferência à melhor explicação. *Intuitio*, Porto Alegre, n. 1, jun. 2008, p. 82-97.

KUHN, T. A função do dogma na investigação científica. In: Deus, J.D. *A crítica da ciência: sociologia e ideologia da ciência*. Rio de Janeiro: Zahar, 1974.

KUHN, T. *Estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Perspectiva, 1975.

LYELL, C. *Principles of geology*. UK: Penguin, 1997.

MATTHEWS, M. R. *Science teaching: the role of history and philosophy of science*. New York: Routledge, 1994.

MATTHEWS, M. R. História, Filosofia e ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 12, n. 3, dez. 1995, p. 164-214.

MAYR, E. *O Desenvolvimento do pensamento biológico*. Brasília: Editora da UNB, 1998.

MEIS, L. e FONSECA, L. O ensino de ciência e cidadania. *Em aberto*, Brasília, ano 11, n. 55, jul./set. 1992.

NEWTON, I. *Principia*. São Paulo: Nova Stella/Edusp, 1990.

REGNER, A. C. Razão, experiência e imaginação na ciência: o caso de Charles Darwin. In: Silva, C. C. (org.). *Estudos de história e filosofia das ciências*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006.

ROSE, M. *O espectro de Darwin*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2000.

SAGAN, C. *Bilhões e bilhões*. São Paulo: Companhia das Letras, 1998.

SAGAN, C. *Variedades da experiência científica*. São Paulo: Companhia das Letras, 2008.

SANTOS, S. *Evolução biológica: ensino e aprendizagem no cotidiano de sala de aula*. São Paulo: FAPESP/Annablume, 2002.

SOLOMON, J. et al. Teaching about the nature of science through history: action research in

the classroom. *Journal of Research in Science Teaching*. New York, v. 29, n. 4, 1992, p. 409-421.

WYNN, C.; WIGGINS, A. *As cinco maiores ideias da ciência*. São Paulo: Ediouro, 2002.

ZANETIC, J. Galileu Galileu ondê que ocê se meteu? *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 2, n. 1, mar. 1980, p. 91-97.

ZIMMER, C. *O livro de ouro da evolução*. Rio de Janeiro: Ediouro, 2004.

Para contato o autor:

rrpteixeira@bol.com.br

PROJETO E CONSTRUÇÃO DE UM CIRCUITO ELÉTRICO PARA A EXECUÇÃO DE REDES NEURAIS ARTIFICIAIS UTILIZANDO COMPONENTES ELETRÔNICOS DE BAIXO CUSTO

Miguel Angelo de Abreu de Sousa

Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia e Mestre em Engenharia Elétrica pela USP

Redes neurais artificiais constituem um paradigma computacional inspirado na biologia. Mais especificamente, são modelos de processamento de informações que procuram se assemelhar em algumas características às células neurológicas, como no ajuste de seu comportamento através de um processo de aprendizagem. Com uma ampla variedade de aplicações na ciência e na indústria, as redes neurais artificiais são, em geral, simuladas em computador. Este trabalho descreve o projeto e a construção física de uma rede neural utilizando componentes elétricos simples e de baixo custo. Ao final do trabalho também é apresentada uma aplicação na qual se emprega o circuito elétrico proposto no reconhecimento de peras e maçãs.

Palavras-chave: Redes neurais artificiais. Construção em hardware. Reconhecimento de frutas.

Artificial neural networks compose a biological inspired computational paradigm. More precisely, they are information processing models which aim to reproduce some features of the neurological cells, as the adjustment of their behavior by a learning procedure. Artificial neural networks have been widely used in many applications in science and industry and they are usually simulated in computers. The present work describes the project of and the implementation of a neural network using simple and cheap electrical components. Also, at the end of the work, an application to pears and apples recognition is presented using the electronic circuit proposed.

Keywords: Artificial Neural Networks. Hardware implementation. Fruit recognition.

1 INTRODUÇÃO

Tradicionalmente, os problemas abordados pela engenharia elétrica e de computação têm suas resoluções baseadas em uma descrição detalhada de seu procedimento de solução. Por exemplo, a programação de um *software* para o cálculo de média escolar consiste, em geral, na definição de todos os passos e cálculos envolvidos desde o recebimento dos dados de entrada até a produção da saída. A construção de um cronômetro – para usar um exemplo de projeto de *hardware* – utiliza associações de circuitos elétricos e conexões entre esses circuitos para determinar exatamente a saída do dispositivo com base em todos os possíveis padrões de entrada. As redes neurais artificiais constituem um dos poucos exemplos que se diferenciam desse modelo e podem ser definidas

como um modelo computacional inspirado no modo como os sistemas biológicos lidam com informações nervosas. Uma rede neural artificial é composta por elementos processadores simples, chamados neurônios, interligados por conexões, chamadas sinapses (neste trabalho o termo rede neural, ou simplesmente rede, é usado para se referir à rede neural artificial, exceto quando explicitado o contrário). Uma rede neural pode ser configurada para uma aplicação específica – como, por exemplo, a identificação de caracteres escritos à mão – através de um processo de aprendizagem, o qual envolve, assim como nos processos biológicos, o ajuste das sinapses de acordo com a exposição da rede a um conjunto de exemplos de treinamento. Assim, as redes neurais são encontradas em muitas aplicações nas diferentes áreas de ciência e tecnologia, como no reconhecimento e classi-

de Illinois, o neurônio artificial possui um conjunto de entradas (em semelhança aos dendritos), uma saída (em semelhança ao axônio) e uma função não linear chamada de função de ativação (em semelhança ao limiar de disparo do neurônio biológico), como ilustrado na figura 2.

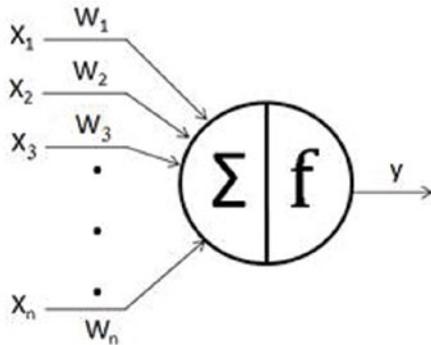


Figura 2: Neurônio artificial.

O neurônio possui um conjunto de n entradas que recebem valores externos identificados por x_1, x_2, \dots, x_n . Cada entrada é multiplicada por um valor específico de sua conexão. Este valor é chamado de peso e é identificado por w_1, w_2, \dots, w_n . Os resultados dos produtos são somados e, ao valor final da soma, é aplicada uma função não linear, chamada de função de ativação, produzindo, assim, o valor y de saída do neurônio. Matematicamente, a operação do neurônio pode ser descrita pelas equações 1 e 2:

$$u = \sum_{j=1}^n w_j x_j \quad (1)$$

$$y = f(u) \quad (2)$$

Existem diversos tipos de funções de ativação do neurônio, porém as duas funções mais utilizadas são a função degrau e a função sigmóide, exemplificadas, respectivamente, pelas figuras 3a e 3b e pelas equações 3 e 4.

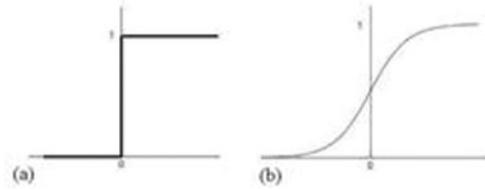


Figura 3: (a) Função degrau. (b) Função Sigmóide.

$$f(u) = \begin{cases} 1, & \text{se } u > 0 \\ 0, & \text{se } u \leq 0 \end{cases} \quad (3)$$

$$f(u) = \frac{1}{1+e^{-u}} \quad (4)$$

2.3 Rede Neural Perceptron

Uma rede neural composta por um único neurônio, como o exposto na subseção anterior, recebe o nome de Perceptron. O Perceptron pode ser considerado como fundamental, pois serve como base para diversos outros tipos de redes neurais existentes. Devido a sua simplicidade, o Perceptron possui a vantagem de apresentar uma rápida execução do processamento de informações e, no entanto, possui um considerável poder de classificação de dados (GALLANT, 1994). Mais especificamente, dadas as características de dois conjuntos distintos de entrada da rede que sejam linearmente separáveis (como no exemplo bidimensional apresentado na figura 4), o Perceptron permite a aproximação de uma função limite entre estes dois conjuntos (como a reta apresentada na figura 5).

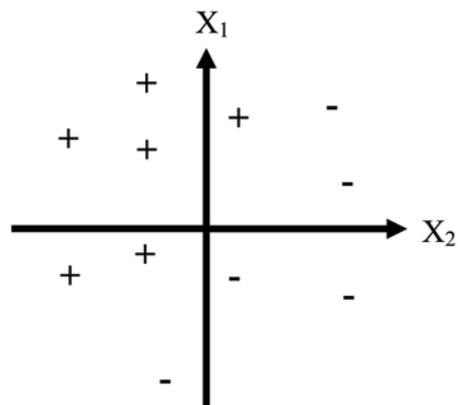


Figura 4: Conjuntos linearmente separáveis.

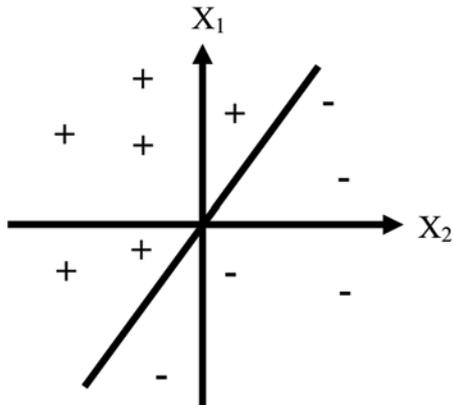


Figura 5: Aproximação de uma função de separação.

As características dos dois conjuntos a serem separados devem ser escolhidas entre os atributos que permitam distingui-los e figurar como os valores x de entrada da rede neural. A identificação destes é apresentada pela rede como o seu valor de saída y e a aproximação da função de separação entre ambos é feita com o ajuste dos pesos w , através de um processo chamado de treinamento.

O treinamento de uma rede neural é realizado com a apresentação à entrada da rede de uma série de exemplos pertencentes às classes de sua futura operação. Junto com as entradas, apresenta-se, também, a classe a qual cada um dos exemplos pertence. Um conjunto de regras, chamado de algoritmo de treinamento, ajusta os pesos das conexões da rede neural de forma que a sua saída se assemelhe à categoria de classificação.

Este processo que conforme o tipo de rede utilizada pode ter algumas alterações, é chamado de aprendizado da rede neural. Se os exemplos utilizados no treinamento forem escolhidos de maneira a representarem as suas classes de forma adequada, a rede neural pode ser utilizada para processar informações inclusive de exemplos novos, ou seja, que não pertençam ao conjunto de treinamento original.

2.4 Rede Neural MLP

Existem conjuntos que não podem ser linearmente separados, como os apresentados na figura 6. Assim, redes neurais do tipo Perceptron não podem ser usadas em aplicações de reconhecimento desses tipos de conjuntos,

sendo necessário outro tipo de rede. O MLP (do inglês, "MultiLayer Perceptron") pode ser utilizado para esse propósito e é composto por agrupamentos de Perceptrons chamados de camadas. O MLP é formado por três ou mais camadas de Perceptrons. A primeira é chamada de camada de entrada, a última, de camada de saída; as intermediárias, de camadas escondidas. Cada camada é conectada à seguinte e possui o mesmo padrão de conexão, conforme ilustrado no exemplo apresentado na figura 7.

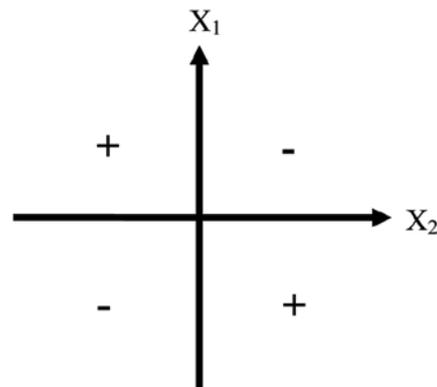


Figura 6: Conjuntos não separáveis linearmente.

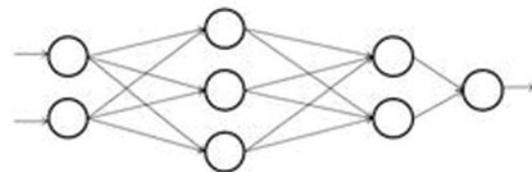


Figura 7: Exemplo de uma rede neural MLP.

A Figura 7 apresenta um exemplo de MLP com uma camada de entrada, duas intermediárias, também chamadas de camadas escondidas, e uma de saída. Nesse exemplo, a camada de entrada é composta por dois neurônios; a primeira camada escondida é composta por três neurônios e a segunda por dois; por sua vez, a camada de saída apenas por um. Nota-se que, mesmo uma rede neural artificial que possua dezenas de neurônios, tem complexidade mínima quando comparada a uma rede neural natural, como o cérebro humano, por exemplo, que possui cerca de 100 bilhões de neurônios.

O processo de aprendizado do MLP é semelhante ao treinamento do Perceptron, apresentado anteriormente, tendo os seus pesos ajustados, camada a camada, iniciando pela camada de saída e regressando até a camada de entrada.

3 O PROJETO DO CIRCUITO ELÉTRICO

O projeto elaborado (o qual foi desenvolvido através do Programa de Iniciação Científica oferecido pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – IFSP) permite a execução direta de redes neurais do tipo Perceptron com as seguintes características: possibilidade de até 20 entradas, função de ativação do tipo degrau e opção de seleção de pesos positivos, negativos ou nulos. O treinamento da rede é feito de forma *off-line*, isto é, via *software* e a configuração dos valores de pesos é feita através de um conjunto de chaves e *trimpots*. A visualização do resultado de saída da rede é feita por um LED de sinalização.

O diagrama de blocos do projeto está na figura 8 e o esquema elétrico correspondente, na figura 9. Em seguida detalham-se os seus blocos constituintes.

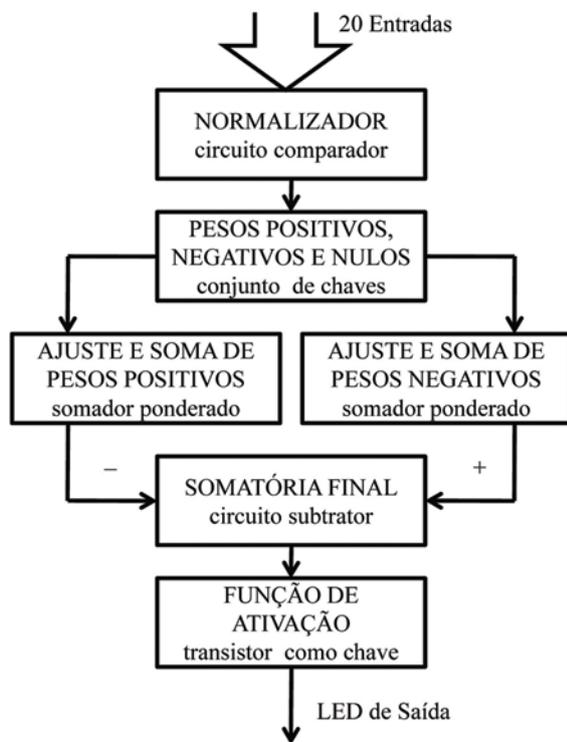


Figura 8: Diagrama de blocos do projeto.

Bloco Normalizador: A rede neural trabalha com o sistema de numeração bipolar em suas entradas, ou seja, os valores x_1, x_2, \dots, x_n podem assumir apenas valores iguais a +1 e -1 (representados internamente pelas

tensões +1V e -1V) entretanto, as aplicações conectadas à rede podem apresentar valores de tensão de saída diferentes de +1V e -1V, portanto é necessária a utilização deste bloco para realizar a conversão entre as tensões. O bloco utiliza cinco Circuitos Integrados (CIs) LM339, que são componentes que possuem quatro comparadores cada um. Os CIs comparam os valores de entrada com um valor de tensão de referência, por exemplo, 0,5V. Valores inferiores a esse limite são convertidos em -1V e valores superiores, em +1V. Os valores máximos de tensão de entrada são $\pm 18V$, devido à limitação do componente LM339.

Bloco de pesos positivos, negativos e nulos: Este bloco é formado por dois conjuntos de chaves. O primeiro grupo contém 20 chaves, uma para cada entrada da rede, e é utilizado para atribuir pesos nulos às conexões. Conexões com pesos zero não adicionam nenhum valor à somatória do neurônio, independente de seu valor de entrada, sendo assim, este conjunto de chaves desconecta as conexões que apresentam pesos nulos do restante do circuito. O segundo conjunto também contém uma chave para cada entrada e é utilizado para separar conexões que possuem pesos positivos das que possuem pesos negativos. Desta forma, todas as entradas que serão multiplicadas por pesos positivos são agrupadas em uma parte do subsequente do circuito e as entradas que serão multiplicadas por pesos negativos, em outra parte, também subsequente, do circuito.

Ajuste e soma dos pesos: as multiplicações das entradas por pesos positivos e por pesos negativos são realizadas em circuitos distintos, porém de configuração idêntica. Para esta operação utiliza-se um CI LM741 configurado como amplificador inversor e um conjunto de *trimpots*, que são resistores variáveis. Nesta configuração, cada uma das entradas é multiplicada por um fator numericamente igual à relação entre o valor da resistência de realimentação e o valor da resistência de conexão desta entrada, conforme a equação 5. Portanto, os pesos da rede neural (w_1, w_2, \dots, w_n) podem ser ajustados alterando-se o valor do *trimpot* correspondente.

$$W = \frac{R_r}{R_e} \quad (5)$$

Desta forma, a soma dos valores das entradas com pesos positivos, já multiplicados pelo valor de suas conexões, é obtida na saída de um dos circuitos, e a soma das entradas com pesos negativos, na saída do outro circuito, porém, devido ao uso do amplificador em configuração de inversão, ambos os valores são apresentados com sinal numérico invertido. É com estes sinais invertidos que o próximo bloco opera.

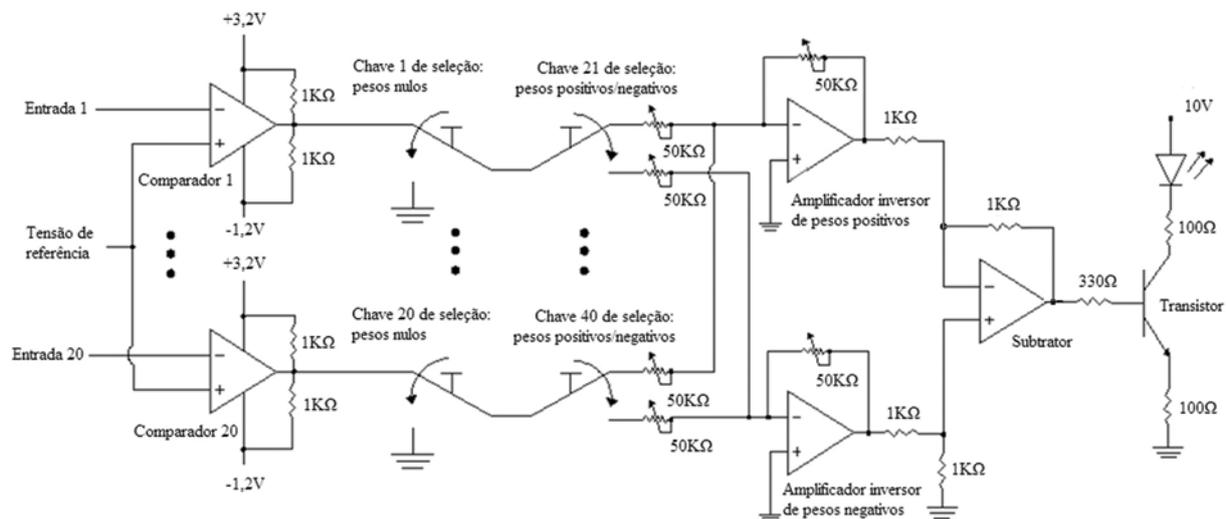


Figura 9: Esquema elétrico do projeto.

Bloco da somatória final: Este bloco está conectado à saída dos dois blocos anteriores e, também como estes, utiliza um CI LM741, porém configurado como um circuito subtrator. O valor recepcionado da soma de pesos negativos é aplicado à entrada positiva do CI e o valor recepcionado da soma de pesos positivos, aplicado à entrada negativa do CI, produzindo, assim, a somatória final, conforme a equação 6.

$$S_F = +(-S_{Pn}) - (-S_{Pp}) \rightarrow S_F = S_{Pp} - S_{Pn} \quad (6)$$

Bloco da função de ativação: o valor da tensão de saída do bloco anterior é aplicado à base de um transistor polarizado

para operar como chave: tensões positivas saturam o transistor, acendendo o LED de sinalização, tensões negativas cortam o transistor, apagando o LED, produzindo, assim, a função degrau do neurônio.

4 A APLICAÇÃO DESENVOLVIDA

A área de automação agrícola tem gerado diversos trabalhos em diferentes frentes de pesquisa. Entre estas, pode-se destacar os sistemas de reconhecimento e classificação de frutas, os quais têm o objetivo de possibilitar, por exemplo, a dis-

tinção de frutas (CORNELIUS; KRAGIC & EKLUNDH, 2005) ou até a extração de características de qualidade do alimento de forma automática (SAITO et al., 2003). Neste contexto, desenvolveu-se uma aplicação para o reconhecimento de peras e maçãs na qual se conectou um dispositivo sensor às vinte entradas disponíveis da rede neural projetada. Este dispositivo sensor consiste em um recipiente, de forma cúbica, o qual possui vinte LEDs distribuídos de forma equidistante em uma de suas faces e, na face oposta, alinhados com os emissores de luz, vinte fototransistores. As frutas são depositadas no recipiente de maneira que alguns dos sensores recebam a luz emitida pelos LEDs e outros não, conforme o formato da fruta.

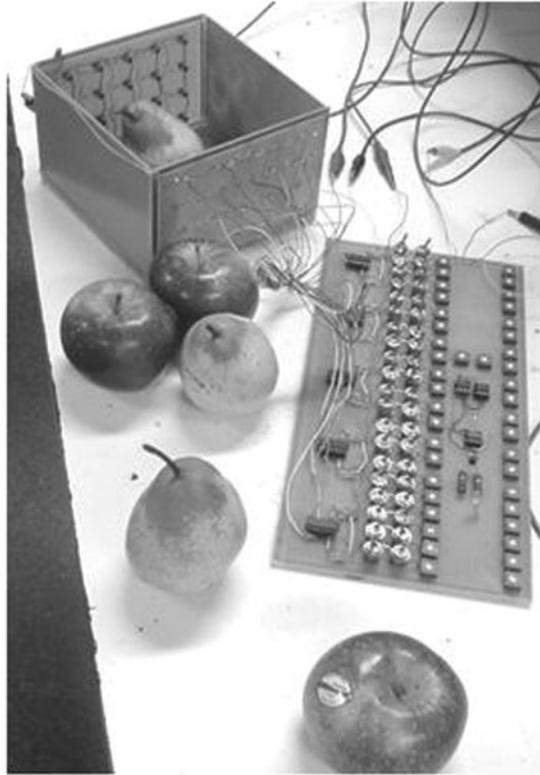


Figura 10: Aplicação no reconhecimento de peras e maçãs.

Para esta aplicação utilizaram-se algumas peras e maçãs posicionadas em pontos diferentes do dispositivo sensor para formar o conjunto de exemplos de aprendizado da rede neural e o *software* CONEB (NETO, 2005) para realizar o processo de treinamento (na presente proposta, como dito anteriormente, a fase de treinamento é feita de forma *off-line*). Adotou-se LED apagado para indicar o reconhecimento de pera e LED aceso para indicar o reconhecimento de maçãs e as resistências determinantes dos pesos das conexões foram ajustadas conforme o resultado do processo de aprendizagem. Apenas para registro, o vetor de pesos empregado foi 2, 2, -1, -3, 2, 0, -8, 3, -2, -4, 2, 1, 3, 3, 4, 2, 5, 1, -1, 0.

Este sistema foi testado com frutas distintas dos exemplos utilizados no conjunto de treinamento obtendo-se aproximadamente 80% de acertos de classificação.

5 CONCLUSÃO

Redes neurais artificiais constituem um modelo computacional atrativo para as

áreas de ciência e tecnologia, pois operam através de um processo de aprendizagem, ao invés da forma tradicional, que procura especificar inteiramente o problema e a sequência de passos para resolvê-lo. No entanto, a maioria das aplicações desenvolvidas simula as redes em computador. O presente trabalho descreveu o projeto e a construção de um *hardware* para a execução de redes neurais, inserido no contexto de que a execução direta da rede pode apresentar diversas vantagens. Embora a proposta constitua o projeto genérico de uma rede neural do tipo Perceptron, apresentou-se, também, uma aplicação específica simples para o reconhecimento de peras e maçãs com desempenho satisfatório. A rede neural artificial proposta tem a vantagem de utilizar, em sua construção, apenas componentes eletrônicos de baixo custo e grande oferta no mercado.

REFERÊNCIAS

CORNELIUS, H., KRAGIC, D.; EKLUNDH, J. O. Object and pose recognition using contour and shape information. *Proceedings of the 12th International Conference on Advanced Robotics (ICAR '05)*. p. 613-620, 2005.

GALLANT, S. I. *Neural network learning & expert systems*. England: The MIT Press London, 1994.

MCCULLOCH, W. S.; PITTS, W. H. A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. *Bulletin of Mathematical Biophysics*, vol.5: p.115-133, 1943.

MORENO, F. et al. A implementation of an image recognition system based on tiny neural networks and on-line reconfiguration. *Proceedings of the 34th Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON)*, p. 2445-2452, 2008.

NETO, L. G. P. *Introdução às redes neurais construtivas*, Editora Udufscar, São Carlos, 2005.

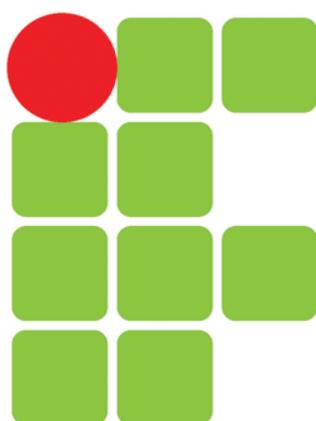
PEREZ, A. A. *Visão neuronal* (Monografia de final de curso), 1999.

SAITO, Y. et. al. Eggplant classification using artificial neural network. *Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks*, p. 1013 - 1018 vol.2, 2003.

SOUSA, M. A. A.; HIRAKAWA, A. R. Robotic mapping and navigation in unknown environments using adaptative automata. In: *Adaptive and natural computing algorithms*. New York: Springer Computer Science, p. 345-348, 2005.

Para contato com o autor:

angelo@cefetsp.br



**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SÃO PAULO**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
SÃO PAULO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E INOVAÇÃO
NÚCLEO DA REVISTA SINERGIA

TERMO DE AUTORIZAÇÃO E RESPONSABILIDADE

Eu,,
....., natural de, nacionalidade
....., estado civil, profissão,
....., residente e domiciliado (a) na Rua,
....., n.º, Bairro,
....., CEP, Cidade,
....., UF, RG nº:, SSP/.....,
e-mail:, telefone: e CPF nº,
....., pelo presente instrumento particular, declaro que o trabalho intitulado,
..... é de minha autoria juntamente com os (co) autores
a seguir:
..... e, com ciência deles, autorizo a sua reprodução total, por meio eletrônico e impresso, a
título gratuito, inclusive de fotografias, ilustrações etc. que se refiram a pessoas ou instituições e
que estejam contidas no trabalho, para publicação na Revista *Sinergia*, um periódico científico-
tecnológico do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo, situado na Rua
Pedro Vicente, 625 – Canindé - São Paulo — SP — CEP 01109-010.

Se comprovado plágio em qualquer trabalho publicado, a Revista *Sinergia* isenta-se de qual-
quer responsabilidade, devendo seu(s) autor(es) arcar(em) com as penalidades previstas em lei.

A aceitação do artigo pelo Conselho Editorial implica automaticamente a cessão dos di-
reitos autorais relativos ao trabalho.

São Paulo,..... de de 20.....

.....
Autor responsável pela inscrição do trabalho

NORMAS PARA A SUBMISSÃO DE ARTIGOS

Instruções para os autores

Consulte o site:

<<http://www.cefetsp.br/edu/prp/sinergia/submissao.htm>>
para obter um modelo de artigo com normas comuns aplicadas na Revista Sinergia.

- O artigo, preferencialmente inédito (que não foi publicado ou impresso - original), deve ser enviado ao Núcleo Editorial da Revista Sinergia (IFSP), já revisado, em duas cópias, sendo uma não identificada, digitada em Microsoft Word 97 ou posterior de preferência em formato .rtf (para preservar a formatação - itálico, negrito e etc. - na diagramação impressa e eletrônica);

- Poderá ter preferencialmente até sete páginas, incluindo ilustrações (desenhos, gravuras ou imagens e etc.), legendas, notas e referências, sendo preferível que as ilustrações venham separadas do arquivo com o artigo e referenciadas na posição do texto em que serão inseridas. Em se tratando de artigos de grande relevância para a comunidade científica, o artigo poderá ter até 15 páginas;

- As ilustrações escaneadas no tamanho original, devem ter 300 DPI, com extensão .TIFF ou .PSD (trabalhando em Photoshop), tamanho mínimo 7,5x7,5cm e máximo de 15,5x15,5cm. Serão exigidas a indicação de fonte e a autorização para reprodução, quando se tratar de ilustrações já publicadas. Para cópias de telas de computador com a tecla PrtScn do teclado, recomenda-se salvar com a extensão bitmap de 24 bits (.bmp), se for usado o PaintBrush para captura da imagem com o comando Editar->Colar;

- Os originais devem ser precedidos de um Resumo, de 100 a 250 palavras (Norma da ABNT NBR 6028:2003). Preferencialmente, 100 palavras é um bom tamanho de resumo para ocupar apenas uma página e não comprometer mais que uma página de resumo (entraremos em contato para eventuais cortes). As palavras-chave, devem ser antecedidas da expressão "Palavras-chave", separadas entre si por ponto e finalizadas também por ponto (Norma da ABNT NBR 6022:2003), em português e inglês;

- Logo abaixo, os dados sobre o autor, assim como titulação, vínculo profissional e endereço, telefone e e-mail para contato;

- Tabelas devem ser enviadas em formato Word/ Excell 97 ou posterior;

- O título e o subtítulo do artigo deverão ser centralizados;

- O nome do autor e sua identificação precisam ser centralizados e separados do subtítulo por duas linhas em branco. Caso o artigo tenha vários autores, as informações sobre eles serão separadas por uma linha em branco;

- As referências bibliográficas (de acordo com as Normas da ABNT NBR 6023:2002) conterão somente as obras citadas no texto;

- Em fechamento de edição com diversos artigos inéditos, daremos preferência para artigos com as normas da ABNT NBR aplicadas;

A revista não se responsabiliza pelas opiniões, afirmações ou questões similares emitidas pelos autores, como também sugerimos a leitura do Termo de Autorização e Responsabilidade, bem como o envio deste termo assinado. Com diversos artigos inéditos, daremos preferência para artigos com o Termo de Autorização e Responsabilidade assinado pelo autor ou co-autor.

Tabela 1: Orientação básica para formatação.

Fonte Times New Roman com espaçamento de entrelinhas simples			
Elementos:	Tamanho:	Aparência:	
Título	13 pontos	Maiúscula/Negrito	Centralizado
Subtítulo	12 pontos	Negrito	Centralizado
Autore(s)	12 pontos	Normal	Centralizado
Breve currículo	8 pontos	Normal	Centralizado
Resumo	12 pontos	Itálico/Negrito	Justificado
Texto	12 pontos	Normal	Justificado
Legendas	8 pontos	Normal	Esquerda
Referências	12 pontos	Normal	Vide-Normas

Tabela 2: Orientação básica para formatação.

Normas aplicadas na Revista Sinergia:	
ABNT NBR 6022:2003	Informação e documentação - Artigo em publicação periódica científica impressa - Apresentação
ABNT NBR 6028:2003	Informação e documentação - Resumo - Apresentação
ABNT NBR 6024:2003	Informação e documentação - Numeração progressiva das seções de um documento escrito - Apresentação
ABNT NBR 10520:2002	Informação e documentação - Citações em documentos - Apresentação
ABNT NBR 6023:2002	Informação e documentação - Referências - Elaboração
IBGE	Normas de apresentação tabular. 3. ed. Rio de Janeiro, 1993.
ABNT NBR 12225	Informação e documentação - Lombada - Apresentação
Para consulta, procure a biblioteca da faculdade mais próxima.	

CONTATO:

NÚCLEO EDITORIAL DA REVISTA SINERGIA

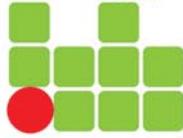
site: <http://www.cefetsp.br/edu/prp/sinergia>

e-mail: sinergia@cefetsp.br

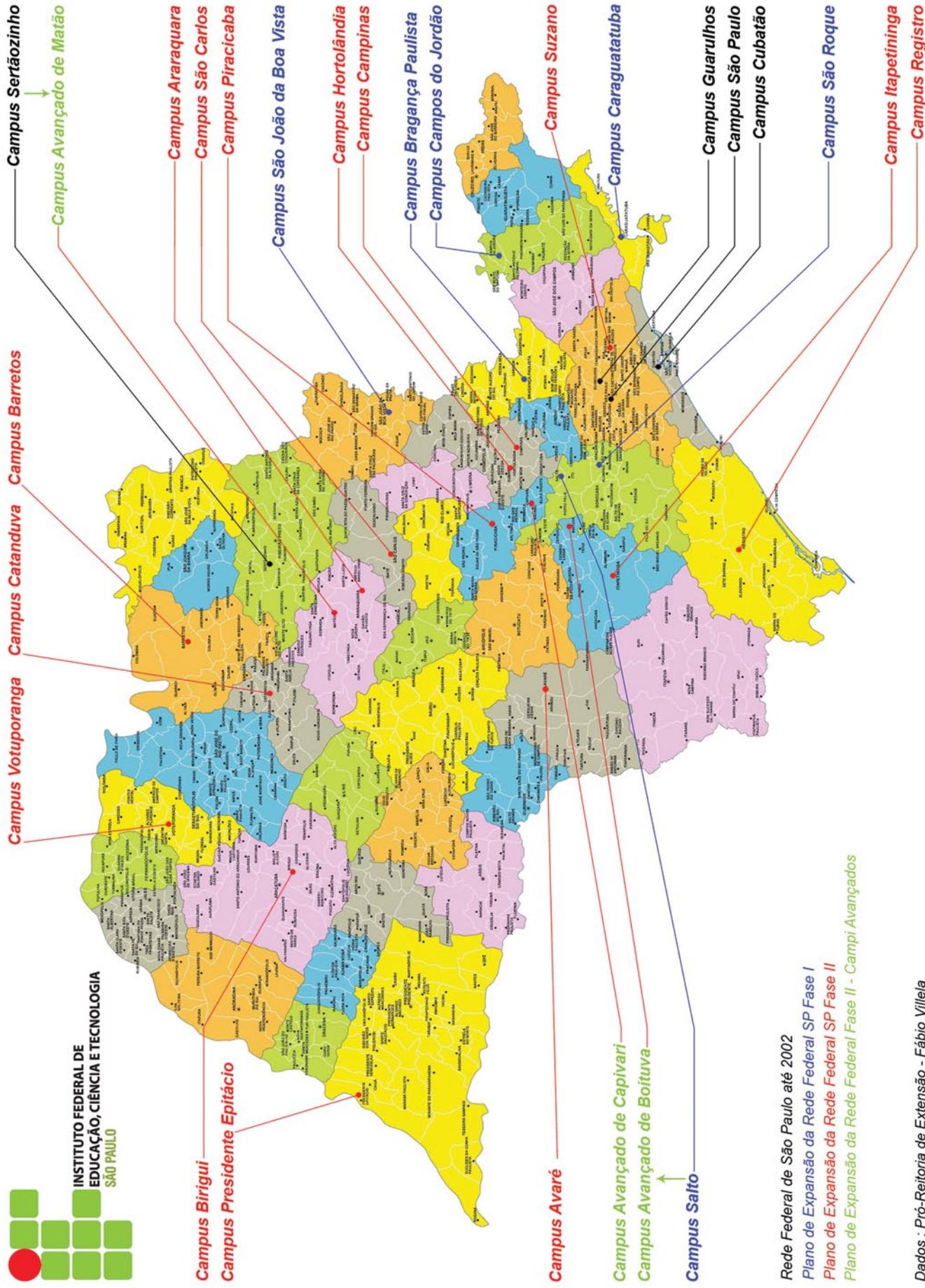
Raul de Souza Püschel tel.: (11) 2763-7679

Ademir Silva tel.: (11) 2763-7633/2763-7679

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



**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SÃO PAULO**



Rede Federal de São Paulo até 2002

Plano de Expansão da Rede Federal SP Fase I

Plano de Expansão da Rede Federal SP Fase II

Plano de Expansão da Rede Federal Fase II - Campi Avançados

Dados : Pró-Reitoria de Extensão - Fábio Villela

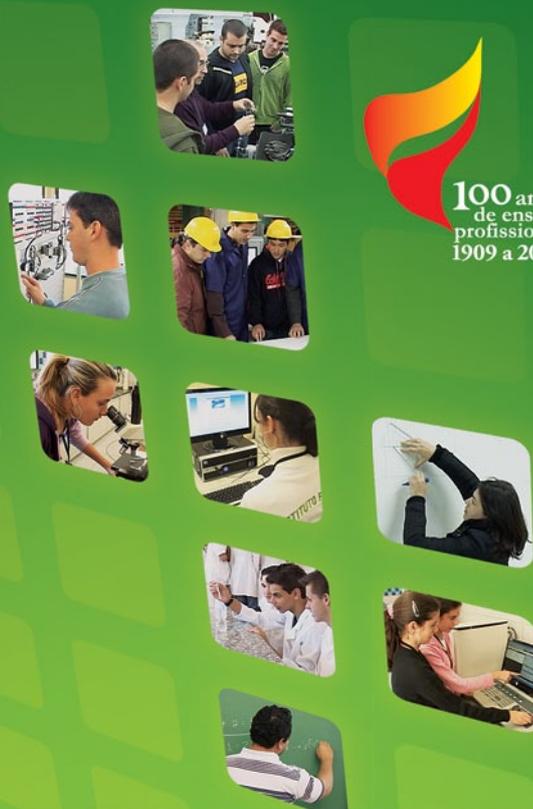
O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo oferece ensino profissionalizante gratuito, da educação básica à superior, para milhares de jovens no estado.

Ao longo de 100 anos de história, forma cidadãos capacitados nas áreas de Controle e Processos Industriais, Gestão e Negócios, Informação e Comunicação, Infraestrutura, Recursos Naturais, Produção Industrial, Hospitalidade e Lazer, e licenciaturas.

Você pode optar por 16 cursos técnicos (integrado, concomitante e subsequente), 20 de nível superior (entre licenciaturas, tecnologias e engenharias), 4 na modalidade de jovens e adultos, além dos cursos de pós-graduação.

Os 21 *campi* do IFSP são referência em educação. Nossos alunos estão entre os primeiros colocados nas avaliações nacionais e são disputados pelo mercado de trabalho.

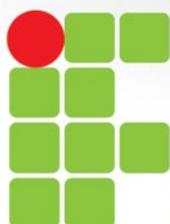
Instituto Federal de São Paulo. Futuros brilhantes começam aqui.



Instituto Federal de São Paulo.

Tradição e inovação no ensino profissional.

8,5 mil alunos
matriculados no
estado de SP



**INSTITUTO FEDERAL
SÃO PAULO**

CAMPUS ARARAQUARA Ramal de Acesso Engenheiro Heitor de Souza Pinheiro, s/n.º • **CAMPUS BARRETOS** Av. C-1, s/n.º - Bairro Ide Daher • **CAMPUS BIRIGUI** R. Pedro Cavallo, s/n.º - Residencial Portal da Pérola II • **CAMPUS AVANÇADO BOITUVA** Av. Zélia de Lima Rcsa, 100 - Portal dos Pássaros • **CAMPUS BRAGANÇA PAULISTA** Av. Francisco Samuel Lucchesi Filho, 770 - Penha • **CAMPUS CAMPOS DO JORDÃO** R. Monsenhor José Vita, 280 - V. Abermessia • **CAMPUS AVANÇADO CAPIVARI** Av. Ênio Pires de Camargo, s/n.º - Bairro São João Batista • **CAMPUS CARAQUATATUBA** Av. Rio Grande do Norte, 450 - Indaiá • **CAMPUS CATANDUVA** Av. Imperatriz, s/n.º - Distrito Industrial • **CAMPUS CUBATÃO** R. Maria Cristina, 50 - Jd. Casqueiro • **CAMPUS GUARULHOS** Av. Salgado Filho, 3501 - V. Rio de Janeiro • **CAMPUS ITAPETININGA** Av. João Olímpio de Oliveira, s/n.º - Bairro Assen • **NÚCLEO AVANÇADO MATÃO** Av. Habib Gabriel, 1360 - Residencial das Acácias • **CAMPUS PIRACICABA** Rod. Deputado Laércio Corte, s/n.º - Santa Rosa • **CAMPUS SALTO** R. Rio Branco, 1780 - V. Teixeira • **CAMPUS SÃO CARLOS** Rod. Washington Luís, km 235 AT-6, Sala 119 • **CAMPUS SÃO JOÃO DA BOA VISTA** Acesso Dr. João Batista Merlin, s/n.º - Jd. Itália • **CAMPUS SÃO PAULO** R. Pedro Vicente, 625 - Canindé • **CAMPUS SÃO ROQUE** Rod. Prefeito Quintino de Lima, 2100 - Goianã • **CAMPUS SERTÃOZINHO** R. Américo Ambrósio, 269 - Jd. Canaã • **CAMPUS SUZANO** Av. Mogi da Cruzes, s/n.º - Parque Suzano • **WWW.IFSP.EDU.BR**