

A Formação Profissional em Computação por Meio da Alfabetização Científica: um Estudo de Caso

Pollyana Notargiacomo Mustaro¹, Ismar Frango Silveira¹

¹Faculdade de Computação e Informática, Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM) – São Paulo, SP - Brasil

{polly, ismar}@mackenzie.br

Abstract. *The growing professional demands of contemporary society have been putting in evidence the need for professionals with special features and characteristics in their formation. Given the specificities of Computer Science and Information Technology area, specially the narrow relationship that such area has with advanced research and technological innovation, there is a continuous valorizations of professionals with basic concepts about scientific investigation process. Thus, the present paper analyzes scientific literacy as an important element for professional formation in Computer Science and Information Technology. A case study realized in a University at São Paulo, Brazil, is discussed.*

Resumo. *As crescentes demandas profissionais da sociedade contemporânea vêm evidenciando a necessidade de egressos com características diferenciadas em sua formação. Dadas as especificidades da área de Computação e Informática, especialmente a estreita relação desta área com pesquisa de ponta e inovação tecnológica, continuamente vem se valorizando o profissional com conhecimentos básicos em relação ao processo de investigação científica. Assim, o presente artigo analisa a alfabetização científica como um elemento importante na formação do profissional em Computação e Informática, apresentando um estudo de caso realizado em uma Universidade de São Paulo.*

1. Introdução

As revoluções tecnológico-científicas na sociedade contemporânea têm ocorrido em um ritmo tão acelerado de forma que o conhecimento acumulado pela humanidade duplica em intervalos cada vez menores e inversamente proporcionais ao volume produzido. Isto significa, por exemplo, que uma edição do *New York Times* apresenta mais informações do que um cidadão inglês médio do século XVIII recebia ao longo de toda a vida [Briggs e Burke, 2004]. As projeções indicam que essa redução também exerce impacto na esfera profissional, pois essa aceleração implica num movimento crescente de transitoriedade, obsolescência programada e não-permanência de conhecimentos, resultando em um fenômeno denominado de choque do futuro [Toffler, 1973]. Na área de ciências da computação isto é ainda mais perceptível não só porque, segundo a lei de Moore, a capacidade de processamento computacional dobra num período de 18 meses, como pela constante necessidade de atualização decorrente do surgimento ou avanço de linguagens de programação.

Este cenário requer não só a formação de indivíduos adaptáveis aos contextos emergentes por meio de uma aprendizagem vitalícia, como também para a percepção, análise e busca de resolução de problemas, o que demanda uma postura investigativa [Mustaro, 2007]. Atualmente, os cursos de graduação implementaram o desenvolvimento de um Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), que tem por objetivo desenvolver essa atitude de investigador diante de um tópico selecionado para exploração e/ou aprofundamento de questões vinculadas aos temas estudados durante a formação universitária. Isso exige uma formação educacional pautada em uma alfabetização científica.

Essa abordagem envolve, geralmente, o orientador do trabalho e o estudante ou grupo de estudantes vinculados a um determinado orientador. Contudo, uma proposta complementar pode ser a junção de grupos de pesquisa que possuam aspectos e/ou linhas de pesquisa afins, o que institui diferentes pontos de vista e olhares, que podem constituir alavancas para o enriquecimento do processo de alfabetização científica e formação de jovens pesquisadores a partir de uma perspectiva interdisciplinar.

Com base nesta abordagem, é apresentado neste artigo um estudo de caso que envolveu professores-orientadores, alunos de graduação dos cursos de Ciência da Computação, Sistemas de Informação e Mestrado em Engenharia Elétrica para a instituição de uma comunidade educacional híbrida.

Para apresentar este estudo, o artigo está organizado da seguinte forma: o item 2 apresenta uma discussão sobre alfabetização científica e os currículos de referência da SBC (Sociedade Brasileira de Computação). O terceiro item discorre sobre a influência de comunidades de práticas educacionais na formação de pesquisadores. O item 4 apresenta o estudo de caso desenvolvido, seguido das conclusões e propostas de trabalhos futuros.

2. Alfabetização Científica e os Currículos dos Cursos de Computação e Informática

Chassot (2003) coloca que a Alfabetização Científica (transliteração do inglês *Scientific Literacy*) relaciona-se à aquisição de uma linguagem específica de maneira que “ser alfabetizado cientificamente é saber ler a linguagem em que está escrita a natureza” (p. 91). O autor amplia sua definição ao dizer que a alfabetização científica refere-se “ao conjunto de conhecimentos que facilitariam aos homens e mulheres fazer uma leitura do mundo onde vivem” [Chassot, 2000, p. 19]. Essa segunda definição engloba outras esferas como fenômenos sociais, profissionais, etc. A partir destes elementos, Chassot (2003, p. 99) ainda diz que a alfabetização científica deve “contribuir para a compreensão de conhecimentos, procedimentos e valores que permitam aos estudantes tomar decisões e perceber tanto as muitas utilidades da ciência e suas aplicações na melhora da qualidade de vida, quanto as limitações e conseqüências negativas de seu desenvolvimento”.

Estes pressupostos implicam numa mudança na esfera educacional, passando do ensino pautado na memorização para a utilização do processo científico como ferramenta para a aprendizagem [Postman e Weingartner, 1969]. Da mesma forma, segundo Hodson (1992), o desenvolvimento da compreensão conceitual e aprendizagem

de elementos vinculados à natureza da ciência é potencializado quando os estudantes participam de investigações científicas.

Isso exige, de maneira complementar, definir o que é pesquisa. A pesquisa envolve a criação de informação para a resolução de problemas (que engloba a busca, o questionamento, a averiguação e investigação de fenômenos reais) de forma a construir um *corpus* de conhecimento científico que colabore para a compreensão da realidade estudada [Pádua, 1997].

Nos currículos dos bacharelados em questão, vigentes no período em que a experiência foi realizada na IES, as disciplinas Metodologia do Trabalho Científico, Trabalho de Graduação Interdisciplinar I e II, cursadas a partir do 6º semestre, são as responsáveis pela apresentação aos alunos dos principais conceitos relacionados ao universo da investigação científica, culminando com a defesa de um TCC. A Figura 1, a seguir, exibe um mapa conceitual dessas disciplinas, os produtos por elas gerados e ações relacionadas que podem ser estimuladas por atividades de alfabetização científica.

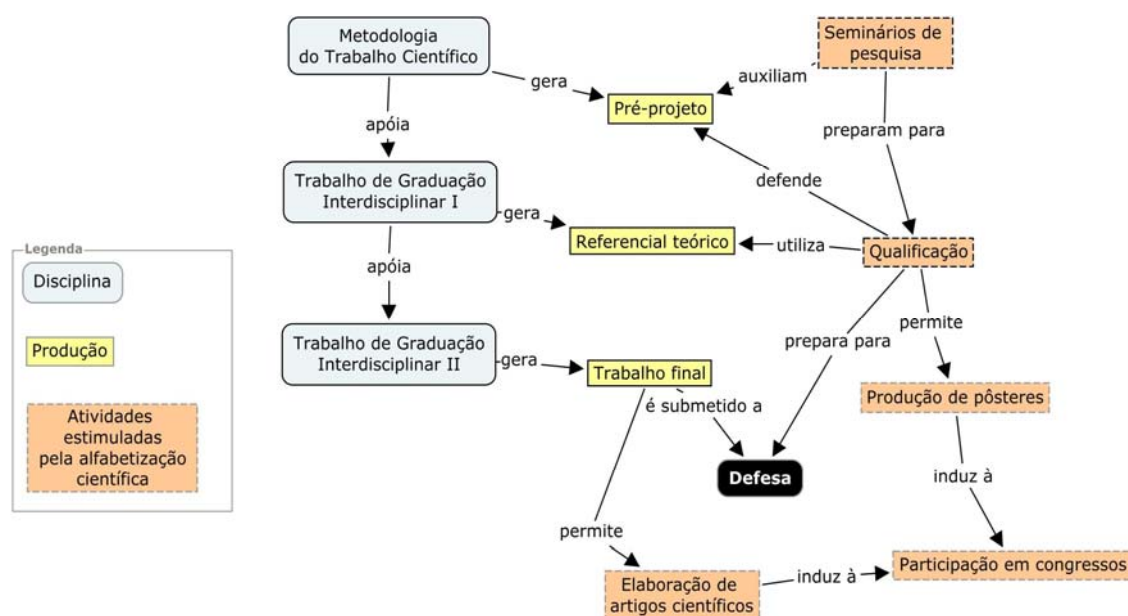


Figura 1. Disciplinas, produtos e atividades estimuladas pela alfabetização científica

Como pode ser observado na Figura 1, elementos importantes do ponto de vista científico, mas não obrigatórios do ponto de vista acadêmico, como seminários de pesquisa, qualificação, produção e apresentação de pôsteres e trabalhos completos, podem ser estimuladas por atividades de alfabetização científica, gerando diferenciais significativos no perfil dos alunos participantes. Ademais, a formação de comunidades de pesquisa a partir dessas atividades é um fator relevante, a ser analisado no próximo tópico.

3. Comunidade Educacional para a formação de pesquisadores

Barksdale (1998, p. 99) define comunidade como "um agrupamento de indivíduos alinhados em torno de um interesse comum". Contudo, esta definição é abrangente. As

comunidades podem ser classificadas, de acordo com Goldsmith (1998), como "comunidade compulsória" ou "comunidade por escolha". A primeira é caracterizada pela tradição (ex.: comunidade religiosa, geográfica, étnica, etc.) e a segunda pauta-se na liberdade para participar ou abandonar a comunidade quando esta não mais se atender aos interesses do membro.

Para completar esse quadro é necessário ainda compreender o conceito de comunidade de valores [Ulrich, 1998]. Esta pauta-se na proximidade para o compartilhamento de idéias e no desenvolvimento de laços emocionais que estabelecem uma identidade conjunta, de forma que se institui uma "reciprocidade em série" determinada pelo grau de confiança entre os membros que "doam" alguma coisa à comunidade que integram.

A partir destes conceitos pode-se dizer que o sucesso de uma comunidade relaciona-se ao compartilhamento de uma história, metas e sistema valorativo que permita mensurar e respeitar as condutas dos membros que integram a mesma. No caso de comunidades educacionais, pode-se complementar este cenário ao considerar a argumentação dos estudantes como elemento que propicia a construção de conhecimentos por meio da comunicação para instituir um diálogo ativo [Moller, 1998]. De forma complementar, as comunidades educacionais podem também se beneficiar do apoio interpessoal, ou seja, de suporte para transcender limitações e medos através do sentimento de pertencimento da comunidade.

No que concerne à educação especificamente, as comunidades podem ser consideradas como estruturas para o incentivo da prática de pesquisa de jovens pesquisadores da área de computação. Essa comunidade pode ser ampliada pela dissipação de fronteiras espaço-temporais por meio do uso de ferramentas tecnológicas para a comunicação.

Conclui-se então, que comunidades educacionais têm como meta a instituição de ambientes sociais, sejam estes presenciais, virtuais ou híbridos. Nestes os estudantes podem realizar pesquisas de forma colaborativa.

4. Estudo de Caso de Alfabetização Científica em Computação e Informática

O presente trabalho configura-se como um estudo de caso observacional [Bogdan e Biklen, 1992], global único [Yin, 2001] e instrínseco [Stake, 1995] – já que objetivava a compreensão de um grupo específico de interesse dos pesquisadores. A realização de um estudo de caso justifica-se pela especificidade da proposta e pela busca da identificação das características essenciais relacionadas à mesma [Pontes, 1994].

Deve-se ressaltar ainda que o presente estudo de caso trata da descrição de elementos exploratórios que foram elaborados e testados ao longo da experiência. E, apesar das semelhanças existentes com o formato de grupos de pesquisa estabelecidos em Instituições de Ensino Superior de todo o território nacional, a experiência apresentada nesse documento se diferencia pela dinâmica criada e pelas especificidades do público envolvido (alunos de dois níveis de formação diferentes e de três cursos distintos) – o que, no presente momento, inviabiliza qualquer tipo de comparação com trabalhos realizados em outras instituições.

Contudo, é possível comparar as expectativas e hipótese inicial com os resultados obtidos (elementos que serão explorados ao longo da análise). Ou seja, o

estudo de caso foi empreendido para verificar se a junção de grupos de pesquisa que apresentem afinidades teóricas pode contribuir para a alfabetização científica e formação de jovens pesquisadores na medida em que se institui um fórum interdisciplinar para privilegiar enfoques diversificados.

A partir disso, é necessário caracterizar o estudo de caso. Esse foi desenvolvido ao longo do período de um ano e meio (de março de 2006 a junho de 2007) e envolveu encontros presenciais quinzenais de uma média semestral de 15 alunos pertencentes aos cursos de Graduação em Ciência da Computação e Sistemas de Informação e Mestrado em Engenharia Elétrica, todos oferecidos em uma Instituição de Ensino Superior localizada na cidade de São Paulo. O grupo em questão tinha uma distribuição média de 75% de alunos de graduação e 25% de alunos de mestrado e era coordenado por dois professores-orientadores. Em situações específicas, como a apresentação de pesquisas ou banca de TCC, o grupo também recebia também professores convidados.

O objetivo da experiência era a formação de jovens pesquisadores pautada no desenvolvimento de habilidades relacionadas aos princípios do pensamento crítico. Esses princípios (adaptados de [Chiras, 1992]) referem-se à coleta de informações, compreensão e definição terminológica e busca de explicações para a compreensão do fenômeno – o que envolve a reflexão sobre a metodologia adotada para análise do panorama geral e exame de causas/efeitos múltiplos, correlacionados ou complementares que envolvem a análise do fenômeno e elaboração de conclusões. Contudo, refletir sobre o próprio pensamento no que concerne à resolução de problemas não é uma tarefa usual e exige a combinação de outras formas de pensamento como o criativo e o metacognitivo [Ennis, 1985].

A partir dessas premissas definiu-se que a participação dos alunos não era obrigatória. Os professores-orientadores convidaram seus alunos-orientados (por meio do envio de um “e-mail-convite”) para os *workshops* e colocavam quais eram as propostas dos encontros e pautas previstas. Essa estratégia foi adotada para que os alunos pudessem se preparar previamente para participar do *workshop*, ou seja, para que fosse possível ler, pesquisar e preparar questionamentos prévios ou atividades para a discussão.

No primeiro encontro de cada semestre os alunos participantes se apresentavam – colocando seu curso de origem, seu tema de pesquisa e o que esperavam dos *workshops*. De forma complementar também era instituído um ambiente virtual para compartilhar idéias, textos, etc. As duas ou três reuniões seguintes destinavam-se ao aprofundamento de questões vinculadas às técnicas de criatividade, à alfabetização científica (o que incluía também diferentes formas de registro de dados e idéias), à redação científica e às formas de apresentação de resultados parciais ou finais de investigações realizadas – que incluía a discussão sobre elementos de multimídia e a construção de uma “apresentação de elevador”. Com isso era possível instituir uma base de trabalho comum.

Após esta fase inicial os *workshops* assumiam outra dinâmica: a apresentação e discussão das pesquisas que estavam sendo realizadas pelos alunos. Essas eram complementadas por uma ficha de avaliação cujo objetivo era o de que os próprios colegas fizessem sugestões e críticas construtivas aos trabalhos dos colegas. Da mesma maneira, ao longo do processo, também foi possível compartilhar experiências, pois

existiam alunos que já haviam participado ou participaram de eventos científicos no período em questão. Nessas situações de apresentações de projetos ou de pesquisas concluídas, os professores responsáveis pelos *workshops* também realizavam comentários que pudessem contribuir para a formação de todos os alunos.

De forma complementar – tendo em vista a oportunidade de troca de conhecimentos, informações, referências, experiências e a formação de uma rede social educacional [Mustaro, 2006] de jovens pesquisadores – todos os encontros eram seguidos de uma reunião informal com *coffee-break* para que as pessoas, de forma mais descontraída, pudessem interagir. Percebeu-se que, ao longo do tempo, essas interações se estenderam a outras esferas como troca de informações sobre aspectos acadêmicos dos cursos, disciplinas e levaram ao estabelecimento de laços de amizade entre os integrantes do grupo. Da mesma forma, estas interações também transcenderam o espaço físico-temporal dos *workshops* e passaram a ocorrer em ambientes virtuais de comunicação instantânea (como o MSN ou Google Talk) e de comunicação assíncrona, como o e-mail.

Assim, buscou-se instituir uma proposta que permitisse, a partir dos interesses pessoais dos alunos, estabelecer um fórum para o questionamento científico [Booth et al., 2000] e discussão de referências bibliográficas, conceitos, hipóteses e métodos que poderiam ser aplicados aos trabalhos que estavam sendo desenvolvidos. Com isso, os alunos tiveram, por parte dos colegas, o reconhecimento de seus trabalhos e passaram a ter a oportunidade de discutir idéias, compartilhar dúvidas, angústias e conquistas com outras pessoas que não o orientador, o que pautava-se numa proposta que integrava elementos sócio-construtivistas (como a instituição de zonas de desenvolvimento proximal) e de aprendizagem significativa.

Da mesma forma, o grupo de estudos permitiu também que os alunos adquirissem a experiência de elaboração e apresentação de projetos de pesquisa, de resultados parciais e resultados finais de investigações. A partir disso, os integrantes do grupo tiveram a oportunidade de obter *feedback* e construir documentos que foram enviados e aceitos em eventos científicos nacionais e/ ou internacionais, congressos de iniciação científica e periódicos. Com isso, buscou-se não só a alfabetização científica dos estudantes como o desenvolvimento de uma postura investigativa vitalícia e preparo dos jovens pesquisadores para o mercado de trabalho e/ou carreira acadêmica – elementos que corroboraram a hipótese proposta.

Dentre os tópicos abordados ao longo dos workshops podem ser destacados a elaboração de uma “apresentação de elevador” [Moro et al., 2004] – uma descrição de no máximo cinco minutos para apresentar um panorama geral da pesquisa; a elaboração de uma apresentação em suporte multimídia para apresentação de resultados parciais e/ou finais das pesquisas – que envolveu também um trabalho com relação às formas de uso de ferramentas tecnológicas para permitir que a interface gráfica colaborasse e complementasse o que estava sendo dito pelos jovens pesquisadores (e evitar que as apresentações constituíssem somente uma reprodução do que já estava colocado nas telas); elementos relacionados à expressão verbal e à redação científica [Abrahamsohn, 2004].

Os *workshops* ainda pautavam-se em questionamentos em relação aos conceitos e propostas apresentadas, o que fazia com que os participantes se preparassem

previamente (estudando detalhadamente seus tópicos de pesquisa) para responder questões e discutir propostas e métodos pertinentes às pesquisas. Com isso, os alunos não só se preparavam para participar das bancas de avaliação dos trabalhos de conclusão de curso, como também tinham a oportunidade de rever encaminhamentos dos trabalhos de investigação e mesmo vivenciar situações semelhantes às presentes em eventos científicos. Essa estratégia envolvia ainda comentários dos colegas (entregues por escrito) sobre as apresentações dos projetos, dos resultados parciais e/ou finais com base nos seguintes critérios: organização lógica e seqüência da apresentação, proficiência no conteúdo apresentado, estruturação visual e clareza na apresentação verbal.

Alguns resultados diretos desta experiência puderam ser verificados ainda no transcorrer da mesma, em sua fase final: dos TCCs elaborados pelos alunos, alguns trabalhos oriundos destas pesquisas foram apresentados nos 14º e 15º SIICUSP (Simpósio Internacional de Iniciação Científica da Universidade de São Paulo), a saber:

- Durabilidade das Diretrizes de Usabilidade de Interfaces Homem-Computador (que recebeu Menção Honrosa no ano de 2006)
- Computação Afetiva: Reconhecimento de Expressões Bucais para Interação Não-Verbal
- Interação entre interfaces gráficas e vídeo.
- Modelagem Procedimental de Terrenos: Proposta de uma Técnica Baseada em Diagramas de Voronoi
- Padrões de Projeto para Processamento Paralelo de Árvores: um Estudo de Caso para o Algoritmo Minimax
- Proposta de mensuração de recursos e investimentos para a elaboração e disponibilização de objetos de aprendizagem
- Sistemas operacionais de Internet para Web 2.0
- Uma Metodologia de Centralização de Política de Segurança para Web Services
- Um Framework de Alto Nível para Construção de ERPs
- Uso de Web Services para integrar sistemas de gerenciamento de recursos

Além destes trabalhos, o artigo “*Affective Computing: Optimizing Human-Computer Interaction through Non-Verbal Communication Based on Facial Analysis*”, resultado do TCC de uma das integrantes do grupo de pesquisa, foi publicado no CLIHC 2007 - *Workshop on Perspectives, Challenges and Opportunities for Human-Computer Interaction in Latin América*. Outro resultado relevante foi o artigo “*A Pattern-oriented Parallel and Distributed Implementation of Tree Traversal*”, apresentado no LTPD 2007 - *Workshop on Languages and Tools for Parallel and Distributed Programming*. Ainda, cabe destacar os artigos “*Instructional Design for Building Intelligent Learning Objects*” (apresentado no 12th IOSTE Symposium) e “*MILO A Proposal of Multiple Intelligences Learning Objects*”, publicado no *Journal of Issues in Informing Science & Information Technology (IISIT)*. Há também outros trabalhos indiretamente ligados a essa experiência, que resultaram em publicações.

Em relação aos mestrados que participaram do grupo, todos publicaram trabalhos que enfocavam suas pesquisas, contudo é relevante ressaltar que um dos artigos (“*Social Network Analysis of Virtual Communities in Online Games*”) foi

selecionado como *Outstanding Paper Award* pelo *IADIS International Conference e-Society 2007*.

5. Conclusões e Trabalhos Futuros

A partir da estratégia pedagógica adotada foi possível instituir uma comunidade educacional híbrida (presencial e virtual) de jovens pesquisadores que transcendeu o espaço físico universitário pela instituição de formas de comunicação mediadas tecnologicamente. De forma complementar, é relevante ressaltar que os trabalhos, questionamentos e discussões realizados pelos alunos ainda colaboraram para a melhoria da expressão verbal dos estudantes, bem como para uma preocupação constante com os aspectos pertinentes à redação científica, o que resultou no reconhecimento dos trabalhos científicos pela participação em eventos nacionais e internacionais e publicação em periódicos.

A continuidade desta experiência envolve o desenvolvimento de ferramentas colaborativas para dar suporte às atividades do grupo. Da mesma forma, pretende-se ainda agregar às discussões e dinâmicas pertinentes à alfabetização científica o estudo de biografias de cientistas das áreas de computação e informática, bem como seus trabalhos e descobertas, e complementar a proposta com elementos vinculados às tendências e perspectivas pertinentes às pesquisas de ponta e à futurologia. Com isso espera-se possibilitar aos estudantes a percepção de como são desenvolvidos trabalhos científicos e realizar exercícios de criatividade para instituir um processo constante de reflexão sobre as possibilidades de avanços nas áreas tecnológicas.

Referências

- Abrahamsohn, P. (2004), *Redação científica*, Rio de Janeiro, Editora Guanabara Koogan.
- Booth, W. C., Colomb, G. G. e Williams, J. M. (2000), *A arte da pesquisa*, São Paulo, Martins Fontes, Coleção Ferramentas.
- Barksdale, J. (1998), L. Tecnologia de comunicação em comunidades organizacionais dinâmicas. In: Hesselbein, F. et al. (orgs.), *A comunidade do futuro – idéias para uma nova comunidade*, São Paulo, Futura.
- Bogdan, R. e Biklen, S. K. (1992), *Qualitative research for education: an introduction to theory and methods*, 2. ed., Boston, Allyn and Bacon, Inc.
- Briggs, A. e Burke, P. (2004), *Uma história social da mídia. De Gutemberg à Internet*, Rio de Janeiro, Jorge Zahar Ed.
- Chassot, A. (2000), *Alfabetização científica: questões e desafios para a educação*, Ijuí, Editora Unijuí.
- Chassot, A. (2003), *Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social*. In *Revista Brasileira de Educação*, jan-abr, n. 22, pp. 89–100, São Paulo, Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação.
- Chiras, D. D. (1992), *Teaching Critical Thinking Skills in the Biology and Environmental Science Classrooms*. In *The American Biology Teacher*, 54, pp. 464–468.

- Ennis, R. H. (1985), A logical basis for measuring critical thinking skills. In *Education Leaderships*, 43 (2), pp. 44-48.
- Goldsmith, M. (1998), “Comunicações globais e comunidades por escolha”. In Hesselbein, F. et al. (orgs.), *A comunidade do futuro: idéias para uma nova comunidade*, São Paulo, Futura.
- Hodson, D. (1992), In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education. In *International Journal of Science Education*, 14(5), pp. 541-566.
- Moller, L. (1998), “Designing communities of learners for asynchronous distance education”. In *Educational Technology, Research and Development*, Washington, Vol. 46; Issue, 4.
- Moro, M. M., Braganholo, V. P., Nácul, A. C. e Fornari, M. R. (2004), Rumo ao Título de Doutor/Mestre. In *Revista de Informática Teórica e Aplicada*, n.02, vol.10, pp. 1–14, Porto Alegre, Instituto de Informática.
- Mustaro, P. N. (2006) “Abordagem Interdisciplinar para Estudo e Formação de uma Rede de Aprendizagem Personalizada (Learning Ego-Centered Network) em Ambientes Virtuais”, In: *Proceedings of the World Congress on Computer Science, Engineering and Technology Education (WCCSETE 2006)*, Santos, COPEC, p. 1347-1351.
- Mustaro, P. N. (2007) “Orientação híbrida: um estudo comparativo dos processos de orientação presencial e on-line de trabalhos científicos”, In: *Proceeding of the International Conference on Engineering and Computer Education (ICECE'2007)*, Santos, COPEC, p. 1119-1123.
- Pádua, E. M. M. de. (1997), *Metodologia da pesquisa: abordagem teórico-prática*, Campinas, Papirus.
- Ponte, J. P. (1994), “O estudo de caso na investigação em educação matemática”, In *Quadrante*, 3(1), pp. 3 -18.
- Postman, N. e Weingartner, C. (1969), *Teaching as a subversive activity*, New York, Dell Publishing Co.
- Stake, R. E. (1995), *The Art of Case Study Research*. Thousand Oaks, CA, Sage Publications.
- Toffler, A. (1973), *O choque do futuro*, 2. ed., Artenova, Rio de Janeiro.
- Ulrich, D. (1998), Seis práticas para criar comunidades de valores. In Hesselbein, F. et al. (orgs.), *A comunidade do futuro – idéias para uma nova comunidade*, São Paulo, Futura.
- Yin, R. K. (2001), *Estudo de caso: planejamento e métodos*, 2. ed., Porto Alegre, Bookman.