

Aprendizagem em empresas na era das tecnologias digitais

Marcos A. F. Borges^{1,2}

João V. V. d'Abreu¹

José Armando Valente^{1,3},

M. Cecilia C. Baranauskas^{1,4}

Rodrigo Bonacin⁵

¹ Núcleo de Informática Aplicada à Educação (NIED) - UNICAMP

² Faculdade de Tecnologia – UNICAMP

³ Instituto de Artes - UNICAMP

⁴ Instituto de Computação - UNICAMP

⁵ Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer (CTI) – Campinas, SP

Abstract. *This mini-course will present a summary of the book “Aprendizagem na era das tecnologias digitais” (Learning in the age of the digital technologies). It will be presented a summary of the environment of the companies, in the context of new technologies and the globalization. The course will discuss the process of design of learning support systems. It will be presented examples of success of the interaction between university-companies. Finally, it will be presented examples of systems and computational devices for supporting the learning in companies.*

Resumo. *Este mini-curso apresentará a experiência do grupo DAFE (Dinamização da Aprendizagem e Formação em Empresas). Irá apresentar um resumo do contexto atual das empresas, em meio às novas tecnologias e à globalização. Discutirá o “design” de sistemas de apoio ao aprendizado dentro dessa realidade. Apresentará exemplos de sucesso de interação universidade-empresa. Por fim, ilustrará o discutido com exemplos de sistemas e dispositivos computacionais para apoio ao aprendizado em empresas.*

1. Introdução

O conteúdo deste mini-curso é baseado nas experiências do grupo DAFE com formação de empresas, experiência em parte apresentada no livro “Aprendizagem na era das tecnologias digitais” (Valente et. AL, 2007). O mini-curso está estruturado em quatro módulos de uma hora cada, que serão discutidos em maiores detalhes nas subseções a seguir.

2. A capacitação para a aprendizagem continuada ao longo da vida (*life long learning*) na era do capitalismo acelerado

A globalização leva a necessidade das empresas a competir em um mercado mundial (Mazzone, 2007; Valente, 2007). A filosofia da produção enxuta (*Lean Production*), difundida com a Toyota e seu sistema de produção, hoje está sendo adotada por outras áreas, incluindo processos não apenas industriais, mas também serviços e áreas da administração pública. As mudanças difundidas com o *Lean* implicam em mudanças nas estruturas das empresas e, por conseguinte, na sociedade. São estilos de vida mais ágeis e eficientes. Um maior detalhamento destas diferenças será apresentado no mini-curso.

Neste novo mundo, o trabalhador precisa ter autonomia, saber intervir no que faz e melhorar continuamente o seu desempenho; o trabalhador precisará aprender por toda a vida (*life long learning*). Mas tanto os treinamentos em empresas, quanto o próprio ensino formal priorizam o fazer e não o compreender, a memorização e não a construção, a passividade e não a atividade. Durante o período de educação formal o instinto de busca por conhecimento é oprimido em oposição a um ensino previamente organizado e pronto a ser “repassado”. Nesta realidade, o desafio está em preparar os trabalhadores a entender o contexto em que trabalham e a ter consciência de suas estratégias de aprendizagem. Para sobreviver nesse mundo é importante desenvolver fluências, que serão apresentadas em maior detalhes no mini-curso.

A informática pode ajudar neste tipo de aprendizado, mas não simplesmente com seu uso, e sim através de ferramentas que reflitam a forma de ver e de pensar de um grupo de pessoas, sua cultura e seus valores. Além disso, essas ferramentas devem viabilizar a construção de um conhecimento crescente baseada em experimentações.

A capacidade de aprendizado declina com o tempo, de acordo com o tipo de aprendizado. Algumas capacidades de aprendizado são boas em certa fase da vida e depois declinam. Dado essa realidade, é importante apresentar-se o quanto antes às crianças essas fluências com as quais elas precisarão lidar em sua vida profissional, tornando suas mentes flexíveis a estes conceitos. Quanto mais tarde elas forem apresentadas, mais difícil será o aprendizado e o país que não perceber isso pode acabar perdendo uma grande oportunidade de se tornar competitivo em âmbito mundial.

Este módulo irá discutir a realidade do capitalismo atual e como essa realidade altera as exigências sobre as empresas e seus colaboradores. Apresentará as fluências essenciais para competir e sobreviver no ambiente criado pelas novas tecnologias e pela globalização.

3. Design para aprendizado no contexto do trabalho

Este módulo irá apresentar estratégias de condução de *design* de sistemas para apoio ao aprendizado no contexto de empresas (Baranauskas, 2007; Bonacin e Silva, 2007).

Os estudos de caso que serão apresentados ao longo do mini-curso basearam-se em algumas linhas de design diferenciadas, como o design centrado no usuário e no aprendiz e o design participativo. Serão apresentados os principais passos no processo de design em conjunto com a apresentação dos estudos de caso. Será destacado nesta seção o design participativo.

A visão atual dominante para design do trabalho, compartilhada por pesquisadores interessados por tecnologia industrial avançada, entende o design do trabalho como um fenômeno socialmente determinado e independente de qualquer restrição tecnológica. Esta visão que Corbett (1992) chama de indeterminismo tecnológico contrasta com a visão desse mesmo autor de sistemas de produção limitados pela tecnologia de produção que é utilizada dentro de uma organização industrial. Este módulo irá apresentar estratégias de condução de *design* de sistemas para apoio ao aprendizado no contexto de empresas.

A literatura recente examina os modos nos quais os designers e usuários podem moldar o design e implementação de tecnologia industrial avançada. De acordo com esta abordagem, uma tecnologia bem-projetada deveria fazer uso de forças humanas como habilidade, experiência, julgamento, capacidade para aprendizagem, para criar um

sistema de produção robusto e flexível, em lugar de buscar minimizar e controlar a intervenção humana.

O Design Participativo, uma abordagem desenvolvida inicialmente no norte da Europa, usa uma variedade de técnicas para realizar design “com” o usuário, em lugar de “para” o usuário. No Design Participativo, os usuários têm interação direta com designers no ciclo global de desenvolvimento, e um grau de controle maior sobre decisões de design. Uma das idéias principais propostas pelo conceito de “produção enxuta” envolve usar o conhecimento de todos os membros da organização nas atividades de trabalho (Womack ET al., 1992). O modelo de design participativo contribui à prática de metodologias de produção enxuta, na medida em que objetiva facilitar e estimular a colaboração entre categorias diferentes de trabalhadores da organização (engenheiros, operadores, administradores) no entendimento de seu contexto de trabalho e na discussão de problemas e tomada de decisão em situações de seu dia-a-dia.

Design, prática do trabalho e aprendizado são parte de uma relação de triádica genuína na qual temos que nos engajar para construir artefatos tecnológicos que mediam relações humanas com o trabalho. Cada parte desta relação triádica habilita uma visão específica do problema à mão e é necessária para uma visão completa do processo.

Assim, conceituamos o processo de design para criação de sistemas de aprendizagem para o contexto de trabalho como sendo cíclico e crescendo nas três dimensões de aprendizado, prática do trabalho e design, como ilustrado na Figura X1. Neste modelo, o aprendizado cresce como resultado de uma semiosis: um processo infinito de significação que é o resultado da interpretação da relação estabelecida entre o design de sistema e a prática de trabalho.

Cada ciclo da espiral da Figura 1 representa as fases de análise, desenvolvimento e avaliação de uso para o software que é criado para mediar as relações do aprendiz com o ambiente de aprendizado. Durante o ciclo de vida do software várias técnicas participativas podem ser usadas em cada fase. Então, a participação do trabalhador (nosso usuário) não é limitada às fases de teste e avaliação de protótipo do software, mas está presente durante todo o ciclo de vida do seu design. A concepção original das técnicas participativas em design está baseada na suposição de que democracia em design enriqueceria potencialmente ambos: o processo de desenvolvimento do software e o trabalho dos usuários.

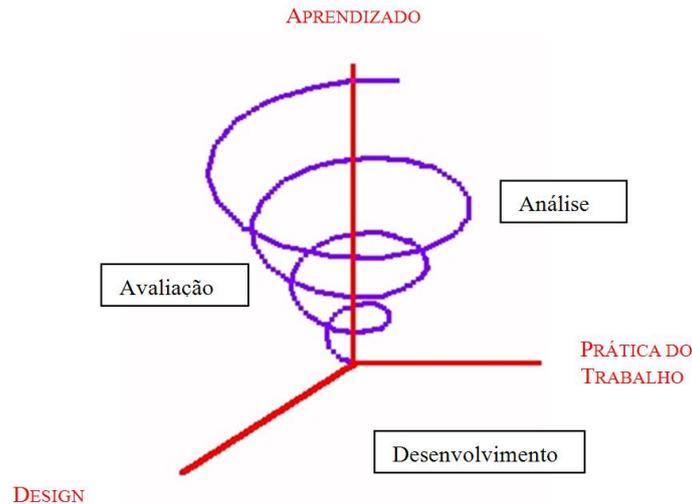


Figura 1. Modelo de Design para o Contexto de Trabalho

Com concretizar o processo ilustrado na Figura 1, a Figura 2 representa graficamente o modelo de ciclo de vida proposto para o desenvolvimento do sistema Andon (Silva e Baranauskas, 2000) e as técnicas participativas que foram selecionadas. Além das características particulares do ciclo de vida proposto, esta representação facilita também a ilustração das técnicas participativas que foram selecionadas para este projeto: *Etnografia*, *Start Conference*, *CISP (Cooperative Interactive Storyboard Prototyping)*, *HOOTD (Hierarchical Object-Oriented Task Decomposition)*, *Icon Design Game*, *Artifact Walkthrough*, *Prototyping*, e *Storyboard Prototyping*. Junto à apresentação das atividades participativas, percebem-se também as etapas relacionadas ao ciclo de desenvolvimento e o grau de contribuição ou controle permitido aos usuários em cada etapa; ou seja, enquanto em técnicas como *Etnografia* a contribuição e controle dos usuários no design do sistema não são diretamente aplicáveis no processo de desenvolvimento, diante de técnicas como *Icon Design Game* a influência dos usuários, principalmente suas decisões, são diretamente consideradas pelos designers do sistema.

O resultado desta interação com os usuários do sistema Andon, ainda durante seu desenvolvimento através do apoio de atividades participativas, foi a obtenção de um sistema realmente centrado no grupo de trabalho que participou de seu desenvolvimento. As ferramentas utilizadas, o fluxo de atividades, a linguagem do grupo e outras considerações puderam ser identificadas e assim consideradas no design do sistema, conforme proposto. Embora os resultados obtidos no projeto de desenvolvimento do sistema Andon tenham sido satisfatoriamente alcançados, algumas vezes, problemas particulares do grupo de trabalho ameaçaram afetar o sucesso deste

projeto; problemas estes principalmente voltados a reestruturações hierárquicas na organização e falta de interesse no sistema em desenvolvimento. Entretanto tais dificuldades foram superadas graças à adequação desta empresa com a filosofia de produção enxuta.

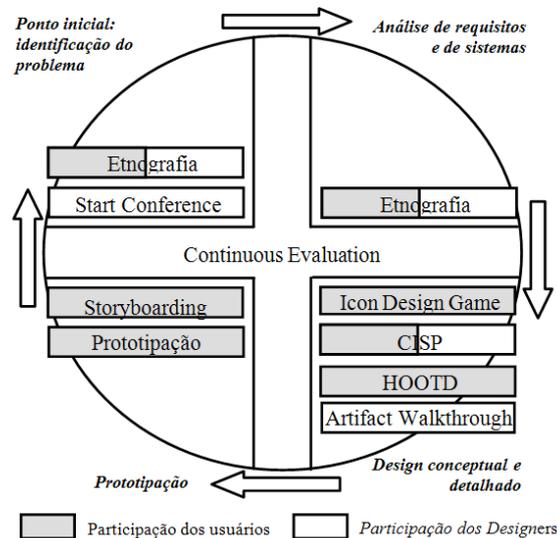


Figura 2. Atividades participativas e o ciclo de vida proposto para o desenvolvimento do sistema Andon (adaptado de Silva e Baranauskas, 2000)

4. Interação universidade e indústria: ensinando trabalhadores inteligentes a aprender

Este módulo irá apresentar exemplos reais de condução de projetos conjuntos entre universidade e indústria com o objetivo de apoiar a formação continuada de profissionais. São projetos que resultaram em sistemas computacionais adequados à realidade da empresa e que deram retorno significativo para a empresa que os adotou. Este módulo irá ilustrar como a interação entre universidade e indústria pode ser proveitosa para ambos. Serão usados como ilustração quatro projetos, Jogo do Alvo, Dispositivos Robóticos, Jogo da Fábrica e Pokayoke, que serão discutidos em maior detalhe a seguir.

4.1 Jogo do Alvo

A visão clássica de treinamento em empresas é voltada para aspectos essencialmente técnicos (Schlünzen Jr, 2007). O que se encontra hoje, mesmo com tecnologias de produção e de formação diferenciadas, não é muito diferente do que se via há cinquenta anos. As novas formas de produzir e gerir exigem um profissional mais participativo,

criativo e com senso crítico. Mas a maior parte dos treinamentos ainda enfatiza o uso dos equipamentos e não prepara os funcionários a tomar decisões e resolver problemas. A concepção taylorista de separar quem pensa de quem age ainda é predominante.

Há também as dificuldades inerentes ao tipo de produção atual. As empresas enxutas possuem dificuldade de tirar seus profissionais da linha, pois não há muitas oportunidades para tal. Também é difícil planejar-se, pois são empresas que trabalham normalmente em *Just-in-time*, ou seja, precisam reagir rapidamente a qualquer aumento de demanda de seus clientes.

A visão do projeto Jogo do Alvo é transformar o local de trabalho em um ambiente de aprendizagem contínuo, onde ocorra a construção de conhecimento em um ambiente que estimule as pessoas a criarem e participarem. A formação se baseia em agentes multiplicadores parceiros da própria fábrica.

O Jogo do Alvo é um software construcionista que utiliza o “tira ao alvo” como metáfora no aprendizado de conceitos e técnicas de controle estatístico de processo (CEP). Com o jogo, o usuário pode testar diversas situações reais da fábrica, sendo que os resultados obtidos nos testes podem ser compartilhados com a fábrica. Os resultados da implantação do Jogo do Alvo na empresa onde foi conduzido o projeto foram mensurados e bastante significativos.

4.2 Dispositivos robóticos automatizados

Há duas três décadas atrás, implementar projetos de pesquisa na área de Robótica Pedagógica era uma atividade eminentemente acadêmica que se realizava principalmente em Universidades, Centros de Pesquisa, e outras instituições do gênero (d’Abreu, 2007). Essa atividade consistia fundamentalmente de desenvolvimento de circuitos eletrônicos (interfaces eletrônica para acionamento de atuadores e sensores via computador), desenvolvimento de programas para controle/comunicação da interface eletrônica com o computador e a construção do dispositivo robótico propriamente dito. Isto é, concepção, implantação, implementação, construção e desenvolvimento de projetos de pesquisa que consumiam meses e, às vezes, anos de trabalho e dedicação dos pesquisadores. Ainda que no decorrer desse processo pudesse ser planejado um uso pedagógico para um determinado dispositivo robótico em construção, somente no final do processo de construção eram desenvolvidos os ambientes educacionais para a sua utilização. Com o passar dos anos, em função dos avanços tecnológicos, com o

surgimento dos kits comerciais para robótica, todo esse processo tem se tornado mais fácil. Entretanto, algo de preocupante ainda persiste, na medida em que fazer robótica educacional passou a se afigurar como disponibilizar na Internet placas de circuitos eletrônicos e vídeos demonstrativos de projetos, às vezes de simples acionamento de motores e lâmpadas. Entendemos como iniciativas interessantes. Todavia, o desenvolvimento da robótica educacional ou da robótica pedagógica consiste em algo mais: primeiro, na implementação de módulos específicos de hardware e software. Segundo, no desenvolvimento de interfaces de software que permitem facilmente a comunicação e o controle do dispositivo robótico pelo usuário. Terceiro e mais importante, no desenvolvimento de toda a metodologia que permite a utilização desse sistema no contexto educacional e propicia a construção de conhecimento, inclusão social, inclusão digital, contribuindo para o desenvolvimento pessoal e profissional.

O desenvolvimento da metodologia nesse contexto é um esforço acadêmico científico que deve congrega e sistematizar as diferentes iniciativas já desenvolvidas pelas universidades, faculdades, centros de pesquisa, e demais setores que desenvolvem atividades na área de robótica pedagógica. Esse processo certamente nos propiciará a obtenção de um sistema, um ambiente enfim, no desenvolvimento de um produto que nos possibilite efetivamente utilizar a robótica pedagógica em todos os níveis de ensino, de forma mais completa possível, no que diz respeito à interface eletrônica, software para acionamento e controle de dispositivos robóticos, e metodologias para sua utilização com fins pedagógicos.

A robótica pedagógica que pode ser vista como um ambiente de aprendizagem passível de ser implementado em diferentes situações de aprendizagem, tem sido utilizada em fábricas, escritórios de arquitetura, museus, dentre outros espaços onde pessoas aprendem.

4.3 Jogo da Fábrica

“O rigor científico e o pragmatismo das empresas sempre foram vistos como características imiscíveis” (Borges e Silva, 2007, p. 223) (Borges e Silva, 2007). Este projeto apresenta uma experiência de apoio ao *kaizen* em uma empresa real pela academia.

As empresas precisam de funcionários com uma nova postura, e isso demanda uma mudança na cultura. Mas mudar uma cultura é sempre um desafio complexo e

longo. Investir em formação pode ser o caminho para se conseguir essa mudança de forma menos traumática. Mas é uma formação diferente dos treinamentos clássicos, focados em tecnologia e em padronização e otimização de trabalhos repetitivos: o direcionamento principal é em uma formação generalista, que fomente o trabalho em equipe e em uma capacidade de sugerir ativamente melhorias. É nesse ponto que a academia pode contribuir.

Por outro lado, com a interação com as empresas, as universidades têm muitas oportunidades de aprender, trazendo para si conceitos e técnicas que são eficazes na área industrial e que seriam positivos no meio acadêmico. Também é importante para que certos estereótipos do mundo empresarial, vigentes até hoje na academia, sejam desconstruídos.

O Jogo da Fábrica é um sistema para aprendizado colaborativo mediado pelo computador que trabalha com conceitos de manufatura como Kanban e Just-in-time. Os profissionais da empresa onde o projeto foi concebido e primeiramente usado participaram ativamente do seu design. Além do sistema, foi preparado todo um processo de formação baseado nele, e em conformidade com as normas e exigências da área de autopeças. A implantação enfrentou várias dificuldades, incluindo questões culturais, que serão discutidas no mini-curso.

O sistema resultante é um sistema com grande repercussão no âmbito de uso para formação. Em várias oportunidades, inclusive em outros países, ele foi apresentado e o retorno obtido, seja por alunos de universidades, seja por membros de empresas, sempre foi muito positivo.

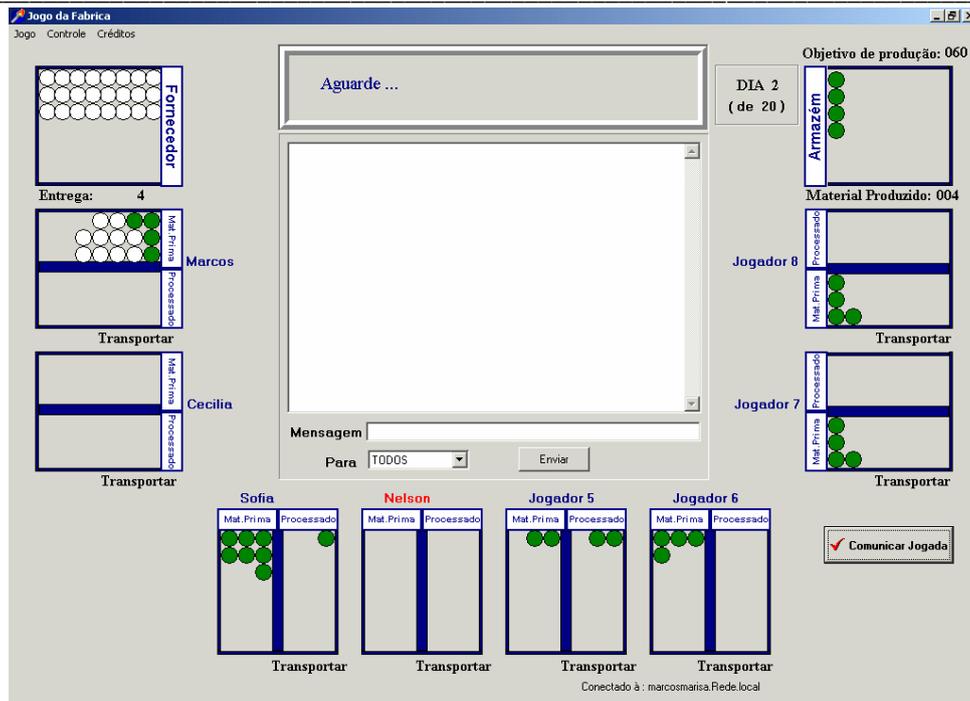


Figura 3. O Jogo da Fábrica (Borges, 2003)

4.4 Sistema Pokayoke

“Projetos de pesquisa e desenvolvimento (P&D) apresentam características presentes tanto no desenvolvimento de software comercial como em projetos de pesquisa científica (Bonacin e Silva, 2007). (...) A utilização de técnicas de design participativo junto com técnicas atuais de desenvolvimento de software comercial surge como uma alternativa a projetos de P&D. Através destas técnicas tanto os pesquisadores quanto a empresa podem obter vários benefícios” (Bonacin e Silva, 2007, p. 266).

“Este projeto baseou-se na integração, articulação e expansão de conceitos e técnicas de duas áreas de pesquisa principais: o Design Participativo e a Semiótica Organizacional. Conforme destacado no decorrer deste trabalho, no Design Participativo o usuário é considerado parte ativa do desenvolvimento do sistema, o que possibilita que designers e trabalhadores discutam e construam juntos, um novo contexto organizacional. Por outro lado, a Semiótica Organizacional surge como um veículo facilitador para esta interação, possibilitando o entendimento, a discussão e a modelagem de conceitos da organização através de uma visão subjetivista, que está mais alinhada à compreensão dos aspectos humanos presentes na organização. (...)

Como resultado deste estudo de caso foi construído o sistema Pokayoke, que é baseado em um procedimento para a resolução de problemas conhecido como “Cinco

Passos”. A modelagem deste sistema visou diminuir as dificuldades da aplicação do “Cinco Passos” e aprimorar o processo de resolução de problema na fábrica.” (Bonacin, 2004, p. 173 a 175).

5. Oficina com ferramentas computacionais de apoio à formação em empresas

Serão apresentados, neste módulo, exemplos de ferramentas computacionais construídas pelo grupo DAFE e usadas para apoio à formação em empresas. As ferramentas ilustram a forma de aprendizado proposto pelo grupo e os conceitos de produção que são trabalhados.

Entre as ferramentas que podem ser usadas, estão: o Jogo do Alvo, o Jogo da Fábrica, o Pokayoke. Serão também apresentados exemplos reais de robótica pedagógica, abordando a sua utilização como ferramenta interdisciplinar no contexto de aprendizagem em empresas. A apresentação se dará por meio de vídeos e/ou demonstração físicas de componentes robóticos.

6. Considerações finais

“O sucesso das empresas hoje não se deve apenas à sua capacidade de fabricação, ao uso de tecnologias de última geração, às relações estreitas e de cooperação com os clientes, fornecedores e órgãos governamentais, mas principalmente à sua capacidade de criar novos conhecimentos, difundi-los na organização e incorporá-los aos produtos, serviços e sistemas” (Schülunzen Jr., 2007). E a academia não pode deixar de apoiar as empresas nesse desafio da indústria brasileira, a cada dia mais premente, para que esta se mantenha competitiva no mercado mundial.

O principal objetivo deste mini-curso é capacitar grupos de pesquisa a trabalhar com a formação de profissionais em empresas. A universidade tem potencial para apoiar essa necessidade, colhendo também frutos de pesquisa para si. Os trabalhos que subsidiaram esses cursos, além de gerarem um resultado significativo e comprovado para a indústria onde foram adotados, resultaram em um grande número de trabalhos apresentados em eventos nacionais e internacionais e de publicações em revistas internacionais. Em várias oportunidades já foi observado o grande interesse das empresas pelos resultados obtidos nessas pesquisas. Também já foram identificados os

maiores desafios para que esse tipo de interação se perpetue em uma relação ganha-ganha entre as partes, desafios estes que serão discutidos.

Outro objetivo deste mini-curso é mostrar o potencial e factibilidade do uso da estética construcionista para o aprendizado, em especial para o aprendizado para toda vida. Também será ilustrado o uso do computador na adoção dessa estética, numa abordagem “*hands on*” em que se privilegia o fazer como forma de aprender.

Referências

- Baranauskas, M. C. C. (2007). *Design para aprendizado no contexto do trabalho*. In: Aprendizagem na era das tecnologias digitais. Ed. Valente, J.A., Mazzone, J., Baranauskas, M. C. C., Cortez/FAPESP, São Paulo.
- Borges, M. A. F. (2004) Um processo para análise da interação em sistemas colaborativos mediados por ferramentas computacionais para comunicação textual. Tese de doutorado. IC, UNICAMP.
- Bonacin, R. (2004) Um modelo de desenvolvimento de sistemas para suporte a cooperação fundamentado em Design Participativo e Semiótica Organizacional. Tese de doutorado. IC, UNICAMP.
- Bonacin, R., Silva, A. M. (2007). *Design participativo: o desenvolvimento participativo em projetos de P&D*. In: Aprendizagem na era das tecnologias digitais. Ed. Valente, J.A., Mazzone, J., Baranauskas, M. C. C., Cortez/FAPESP, São Paulo.
- Borges, M. A. F., Silva, A. M. (2007). Universidade e indústria: *kaizen* com o melhor de dois mundos. In: Aprendizagem na era das tecnologias digitais. Ed. Valente, J.A., Mazzone, J., Baranauskas, M. C. C., Cortez/FAPESP, São Paulo.
- Corbett, J.M.(1992) *Work at the Interface: Advanced Manufacturing Technology and Job Design*, in P.S.Adler and T.A.Winograd (eds) *Usability: Turning Technologies into Tools*. Oxford University Press.
- D’Abreu, J. V. V. (2007). Ambiente de aprendizagem baseado no uso de dispositivos robóticos automatizados. In: Aprendizagem na era das tecnologias digitais. Ed. Valente, J.A., Mazzone, J., Baranauskas, M. C. C., Cortez/FAPESP, São Paulo.
- Mazzone, J. (2007). Preparando-se para trabalhar e viver no mundo do capitalismo acelerado: adquirindo as fluências essenciais para competir e sobreviver no ambiente criado pelas novas tecnologias e pela globalização. In: Aprendizagem na era das tecnologias digitais. Ed. Valente, J.A., Mazzone, J., Baranauskas, M. C. C., Cortez/FAPESP, São Paulo.
- Schülunzen Jr. (2007) Ensinando trabalhadores inteligentes a aprender. In: Aprendizagem na era das tecnologias digitais. Ed. Valente, J.A., Mazzone, J., Baranauskas, M. C. C., Cortez/FAPESP, São Paulo.
- Silva, A. M. e Baranauskas, M. C. C. (2000) *The Andon System: Designing a CSCW Environment in a Lean Organization*. IEEE Computer Society Press. Los Alamitos, CA (USA), Sixth International Conference on Groupware - CRIWG’2000, Funchal, Madeira, Portugal, pp.130-134.

- Valente, J.A. (2007). A crescente demanda por trabalhadores mais bem qualificados: a capacitação para a aprendizagem continuada ao longo da vida. In: Aprendizagem na era das tecnologias digitais. Ed. Valente, J.A., Mazzone, J., Baranauskas, M. C. C., Cortez/FAPESP, São Paulo.
- Valente, J.A., Mazzone, J., Baranauskas, M. C. C. (2007) Aprendizagem na era das tecnologias digitais, Cortez/FAPESP, São Paulo. In: Aprendizagem na era das tecnologias digitais. Ed. Valente, J.A., Mazzone, J., Baranauskas, M. C. C., Cortez/FAPESP, São Paulo.
- Womack, J. P., Jones, D. T., Roos, D., Ferro, J. R., A máquina que mudou o mundo. 3rd.ed., Rio de Janeiro: Campus, 1992.