

## Ambiente Virtual Inteligente para o ensino de Controle Estatístico da Qualidade - STCEQ.Net

Antônio Venícius dos Santos, Marcelo Menezes Reis

Departamento de Informática e Estatística – Universidade Federal de Santa Catarina  
(UFSC)

Caixa Postal 476– 88040-900– Florianópolis – RS – Brazil

{venicius, marcelo}@inf.ufsc.br

**Abstract.** *Statistical Quality Control (SQC) is an invaluable tool for quality improvement of services and products. However, in spite of being taught in several courses, SQC is being used in an inadequate way. Therefore, in this scenery the present work has as main objective to define a model to heal this deficiency. The model is composed of a methodology and an intelligent virtual environment supporting a virtual laboratory. Besides, the environment can supply each student's individual needs, making possible his interaction, resulting in a Cooperative teaching-learning process.*

**Key words:** *Statistical Quality Control, Intelligent Virtual Environment, Virtual Laboratory, Cooperative Environment and Internet.*

**Resumo.** *O Controle Estatístico da Qualidade (CEQ) é uma ferramenta considerada indispensável para a qualidade de serviços e produtos nas organizações. Entretanto, apesar do fato de ser ensinado em vários cursos, o CEQ vem sendo empregado de forma inadequada. Portanto, ao visualizar este cenário o presente trabalho tem por objetivo principal definir um modelo para a sanar esta deficiência. O modelo é composto de uma metodologia e um ambiente virtual inteligente suportando um laboratório virtual. Objetiva-se também que o ambiente possa suprir as necessidades individuais de cada estudante, além de possibilitar sua interação, resultando em um processo colaborativo de ensino-aprendizagem.*

**Palavras-chave:** *Controle Estatístico da Qualidade, Ambiente Virtual Inteligente, Laboratório Virtual, Ambiente Colaborativo e Internet.*

## **1. Introdução**

Na opinião de Valente (2004), com as novas modalidades de uso do computador, este passa a ser uma ferramenta educacional, uma ferramenta de complementação, de aperfeiçoamento e de possível melhoria no processo de ensino. Isto é, um novo recurso didático auxiliar.

Segundo Santos, Pérez e Trentin (2002), os ambientes educacionais denominados laboratórios virtuais surgem como um novo auxílio à educação. Podem facilitar a prática e o entendimento de conteúdos considerados complexos.

Dentre as várias áreas onde é possível utilizar a tecnologia para o melhoramento do ensino-aprendizagem, pode-se citar o Controle Estatístico da Qualidade – CEQ.

De acordo com Montgomery (1997) e Paladini (1995), o Controle Estatístico da Qualidade (CEQ) compreende um conjunto de ferramentas muito importantes para a avaliação, manutenção e melhoria da Qualidade de produtos e processos.

Segundo Alwan e Roberts (1995), mesmo o CEQ tendo tanta importância para as organizações é freqüentemente mal utilizado, ou pior ainda, não utilizado. Este fato ocorre devido à má escolha de técnicas para resolver um determinado problema, ou pela própria ignorância das suposições que são necessárias para o uso de tais técnicas.

Desta forma, procurando resolver o problema levantado foi definido um modelo para o ensino-aprendizagem de CEQ. O modelo é composto de um ambiente inteligente via Internet, juntamente com um Laboratório Virtual. Desta forma, é esperado que os aprendizes sanem suas dúvidas e melhorem seus conhecimentos, isto é, que o processo de ensino-aprendizagem seja facilitado.

O presente trabalho está dividido nos seguintes capítulos: Ambientes de Aprendizagem Virtuais (conceitos e características); Sistema Tutorial Inteligente (definições); Controle Estatístico da Qualidade (descrição da área e seus problemas na educação); Sistema Tutorial Inteligente em CEQ (base do presente trabalho); e a descrição e apresentação da proposta desde trabalho, Ambiente Virtual Inteligente aplicado em Controle Estatístico de Qualidade.

## **2. Ambientes de Aprendizagem Virtuais**

Segundo Reis, Rezende e Barros (2004), é possível dizer que o construtivismo possui a idéia de que o indivíduo é agente ativo de seu próprio conhecimento, isto é, ele constrói significados e define o seu próprio sentido e representação da realidade de acordo com as experiências e vivências que adquirir ao longo da vida, em diferentes ambientes.

“Os alunos interpretam as informações no contexto do percurso em que as experimentam, então, o conhecimento está ancorado nos contextos nos quais eles aprendem” (JONASSEN, 1996, p. 71).

Segundo Reis, Rezende e Barros (2004), conseguir implementar um ambiente virtual que favoreça a participação ativa do aluno no seu processo de aprendizagem, que torne possível a discussão em grupo e o trabalho colaborativo é um desafio para equipes de desenvolvimento desses cursos.

Segundo Medeiros et al. (2004), na construção de ambientes educacionais, é prevista a disponibilização de condições de aprendizagem que incluam: a revisita à estrutura de ensino por ela construída e abra-se a novos modos de pensar a educação.

Mello (apud Tijiboy; Otsuka; Santarosa, 2004), apoiado na teoria piagetiana, coloca que esse poderoso ambiente deve permitir ao aluno um espaço interativo para provar suas representações momentâneas, experimentar conflitos, decompor e compor novamente a representação de conteúdo, realizando a acomodação.

Segundo Lehtinen et al. (2004), através da Internet é possível mudar a maneira com que aprendizes e professores interagem entre si, e então, aumentar as oportunidades para a aprendizagem colaborativa, além do que as discussões podem ser facilitadas.

### **3. Sistema Tutorial Inteligente**

Segundo Rodrigues e Carvalho (2002), um Sistema Tutorial Inteligente (STI) é tridimensional (deve conhecer o domínio do assunto, deduzir o nível de conhecimento do aprendiz e minimizar a diferença entre o especialista e o aprendiz através de estratégias de ensino).

Para Bolzan e Giraffa (2002), os Sistemas Tutoriais Inteligentes são desenvolvidos para oferecer uma ajuda personalizada ao aprendiz considerando o processo de aprendizagem de um determinado conteúdo. Além do que, para a modelagem de um STI e sua implementação, é necessário observar aspectos de Engenharia de Software e não somente aspectos pedagógicos. Os STIs possuem características peculiares, então, é necessária a criação de ferramentas e metodologias mais específicas.

### **4. Controle Estatístico da Qualidade**

Segundo a definição clássica de Western Electric (1956), o Controle Estatístico da Qualidade pode ser definido como “uma forma (ou talvez um processo) de estudo das características de um processo (Qualidade), com o auxílio de números - dados (Estatístico) de maneira a fazê-lo comportar-se da forma desejada (Controle)”.

Segundo Reis (2001), as habilidades consideradas mais importantes para a utilização do CEQ são a interpretação de resultados (gráficos e principalmente a resolução de problemas utilizando informação estatística). Alwan e Roberts (1995), todavia identificaram uma série de problemas nos resultados obtidos por empresas que supostamente estavam empregando corretamente o CEQ.

Dentre as várias causas do problema citado, pode-se destacar o aprendizado inapropriado, ou seja, os alunos e os profissionais da área não entenderam corretamente os conceitos e as definidas suposições que são necessárias para o emprego desta ferramenta que procura melhorar a qualidade dos produtos e serviços das organizações.

Segundo Reis (2001), o CEQ estaria sendo mal utilizado porque os operadores e engenheiros estão cometendo erros por não terem sido adequadamente educados. Os problemas podem estar no ensino-aprendizagem em Qualidade. Além disto, são comuns os problemas com o aprendizado estatístico, em alguns casos há uma simplificação excessiva.

Com base nisto Reis (2001) desenvolveu um modelo para o ensino do CEQ, o qual incorporaria um ambiente computacional para a prática dos conceitos e habilidades necessárias chamado de STCEQ.

## **5. Sistema Tutorial Inteligente em CEQ - STCEQ**

O STCEQ é um Sistema Tutorial Inteligente (STI), o qual utiliza técnicas de Inteligência Artificial para simular o pensamento humano em um certo domínio, procurando auxiliar os alunos na construção da melhor estratégia para resolverem os problemas propostos pelo sistema. O sistema foi projetado para ser uma aplicação *stand-alone*, rodando no sistema windows.

### **5.1 STCEQ - Características**

Segundo Reis, Paladini e Epprecht (2001), o STCEQ foi projetado para que se tornasse um ambiente em que um usuário pudesse navegar pelos conceitos livremente e também resolver problemas de CEQ sob supervisão (supervisão automatizada). É um ambiente amigável, a interação pode ser realizada pela consulta de tutoriais ou resolução de problemas de CEQ. Existem ainda, problemas reais de CEQ. A supervisão existe através de um especialista (detém o conhecimento), e o tutor (compara as respostas dos aprendizes com as do especialista e sugere os possíveis caminhos a serem seguidos por eles). O sistema mostra para os aprendizes as suas trajetórias prévias.

### **5.2 Estrutura do STCEQ**

O sistema tutorial foi estruturado em módulos. - Módulo aprendiz (informações sobre os aprendizes); simulador (gerador de números pseudo-aleatórios e gera os resultados de todos os problemas propostos); Problema (possui todos os problemas que podem ser apresentados aos alunos); Tutorial (tutoriais que podem ser consultados); Especialista (auxilia o aprendiz a resolver os problemas, após envia os resultados ao módulo Tutor); Tutor (possui o conhecimento pedagógico, apresenta um diagnóstico ao aprendiz sobre o seu desempenho e atualiza o módulo aprendiz); Interface (faz comunicação com os aprendizes).

### **5.3 Considerações**

Entretanto, a metodologia e o ambiente computacional possuem algumas características que podem ser melhoradas. Por exemplo, o fato do aplicativo ser *stand alone* e rodar apenas no Sistema Windows impossibilita a colaboração entre os alunos. Além disso, o sistema não permite o acesso de qualquer lugar, o que facilitaria e disseminaria o seu uso. Apesar do ambiente possuir um simulador de números pseudo-aleatórios, carece de experimentos virtuais, onde se poderia entrar com parâmetros e então interagir com a simulação, para poder aprender com a prática tornando o aprendizado mais realista e mais eficiente, dentre outras.

## **6. Ambiente Virtual Inteligente aplicado em Controle Estatístico de Qualidade**

O presente trabalho está sendo desenvolvido como parte de uma dissertação de mestrado de Antônio Venicius dos Santos, UFSC, e tem como base o STCEQ, o qual foi desenvolvido em uma tese de doutorado (Reis, 2001).

Após investigar ferramentas, técnicas e metodologias que favorecem o aprendizado de CEQ, além de estimular a utilização e interação dos alunos com os ambientes de aprendizagem virtuais inteligentes, notou-se que a área carece de uma metodologia, um ambiente virtual inteligente e de um laboratório virtual que sejam flexíveis, e possibilitem a colaboração entre os estudantes. Assim, é necessária a definição de um modelo e um ambiente Inteligente via Internet possuindo um Laboratório Virtual voltados para ensino-aprendizagem de CEQ. Isto possibilitará aos aprendizes um possível ganho no processo de ensino-aprendizagem.

## 6.1 Características do STCEQ .Net

A metodologia consiste na definição de como o conteúdo e os recursos tecnológicos para o ensino-aprendizagem de CEQ podem ser disponibilizados. Estes recursos são: a biblioteca (tutoriais); laboratório virtual; resolução de problemas, dentre outros. Os aprendizes poderão acessar, consultar, resolver problemas e fazer simulações no laboratório Virtual, além de outras atividades.

O aprendiz deve inicialmente escolher uma grande área de CEQ para estudar. Após isso, é apresentada uma certa Atividade definida pelo professor (onde o aprendiz terá as orientações a serem seguidas para a realização das atividades propostas), no entanto ele pode ignorar esta atividade inicial e partir para a atividade que lhe interessa, ou ler algum tópico da Biblioteca, ou realizar os Experimentos Virtuais no Laboratório Virtual ou ainda resolver problemas referentes a um determinado assunto.

Neste ambiente o aprendiz tem liberdade para aprender, mas caso o mesmo precise de ajuda, é auxiliado pelas atividades ou sugestões propostas pelo Tutor, podendo assim ter um verdadeiro ganho no seu aprendizado. Outra característica desta metodologia é possibilitar uma maior interação entre aprendizes e professor (através de Fórum e Chat), ou seja, uma aprendizagem colaborativa. Outra característica importante desta metodologia é a possibilidade do professor estar acompanhando a trajetória e o desempenho dos aprendizes durante o seu processo de aprendizagem (Tutor e Aprendiz). A estrutura da presente metodologia e do ambiente poder ser visualizada na figura a seguir.

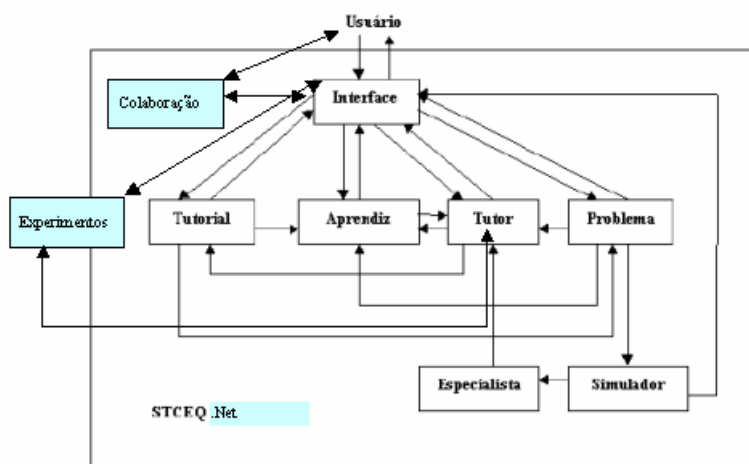


Figura 1. Estrutura do STCEQ.Net

Para que a metodologia pudesse ser aplicada foi importante desenvolver um STI via Internet. Pois através de um STI na Web, é possível aplicar todas os itens da metodologia proposta com certa facilidade, além do que com a tecnologia a aprendizagem pode se tornar mais dinâmica e mais robusta.

Segundo O'Sullivan (1995) um ambiente computacional permite combinar o conceito de modelos mentais e as teorias construtivistas, e assim, facilitar o aprendizado e conseqüentemente a solução de problemas de Estatística.

Todas as interações dos aprendizes com o Sistema Tutorial estão sendo tratadas no módulo *Interface* o qual se comunica com o Módulo Tutor, que possui um agente gerador de *Log*. O agente irá armazenar a trajetória dos passos seguidos pelos aprendizes dentro do ambiente. Toda e qualquer interação que ocorra entre o aprendiz e o ambiente será armazenada pelo agente. Assim, ele funcionará como um monitor. Além disto o módulo Tutor fará um diagnóstico de toda esta monitoração e repassará isto para o módulo aprendiz o qual armazena as informações correspondentes

Para que o aprendiz possa acessar o ambiente, é necessário que o mesmo possua um *login* e uma senha. Estes devem ser fornecidos pelo professor ou responsável. Esta autenticação é utilizada para que o módulo Tutor diferenciar as interações de cada aprendiz com o ambiente, e assim, poder construir o seu perfil. Logo após a autenticação é possível entrar na página principal, que pode ser visualizada na figura a seguir.



Figura 2. Página principal do STCEQ.Net

Após a escolha por uma das grandes áreas o aprendiz entra no ambiente propriamente dito. O ambiente é baseado em uma série de atividades, relacionadas a um determinado tópico, aonde o aluno irá acessá-las, contendo informações e sugestões para que o mesmo tire o máximo de proveito do ambiente, além do acesso a conteúdos complementares e práticas através de simulações de experimentos. Tem-se com isto um local complementar de apoio à sala de aula.

Para a construção do STCEQ.Net foram investigadas quais são as tecnologias mais adequadas para o desenvolvimento de ambientes inteligentes de aprendizagem. Estudando e comparando as tecnologias atuais para a implementação de ambientes educacionais, verificou-se que o uso da ferramenta *Flash*, banco de dados *PostgreSQL*, e a linguagem *PHP* oferecem recursos tecnológicos flexíveis, robusto, portáteis e seguros para a implementação do presente trabalho.

Para um melhor entendimento do STCEQ.Net é apresentada a uma breve descrição dos recursos disponíveis neste ambiente:

- **Atividades:** é neste módulo que é articulada a utilização dos demais recursos do ambiente, baseando-se nos pressupostos do construtivismo e sócio-interacionismo. É onde o aluno terá as orientações a serem seguidas para a realização das atividades propostas;
- **Material de Apoio:** conterà informações complementares, que poderão ser úteis aos alunos;
- **Biblioteca:** neste local os alunos poderão encontrar, leituras organizadas por assunto, textos disponibilizados pelo professor, relativos a cada tema específico;
- **Colegas:** onde o aluno pode obter informações sobre os seus colegas, isto é utilizado para facilitar a comunicação entre os participantes.
- **Fórum de Discussão:** as contribuições neste fórum têm o intuito de possibilitar que os alunos manifestem-se sobre determinado assunto que mereça discussão, posicionamento;
- **Chat:** possibilita comunicações síncronas entre os integrantes do ambiente;
- **Aprendiz:** conterà informações pessoais de cada aprendiz como, por exemplo, os resultados obtidos em cada resolução de problemas e o seu desempenho;
- **Diário de Bordo:** Permitir que os aprendizes guardem relatos e anotações que julguem pertinentes;
- **Links:** local onde o professor pode disponibilizar *URL's* sobre os assuntos abordados no ambiente, onde é possível referenciar outras fontes pertinentes aos conteúdos em questão;
- **Problemas:** repositório de exercícios on-line, o qual é composto de estudo de casos, a serem realizados pelos alunos. Aqui o aprendiz encontrará os problemas que são propostos para que sejam resolvidos. Dependendo das respostas o Tutor atua avaliando e recomendando o que fazer para se superara a dificuldade de aprendizado estabelecida;
- **Laboratório Virtual:** repositório de experimentos virtuais, organizados por áreas. As simulações a respeito de Gráficos de Controle, por exemplo, para que o aprendiz possa saber como o seu pensamento ficaria aplicado na prática, e assim, tendo um *feedback* se está no caminho correto ou não.

## 7. Conclusão

Os ambientes virtuais inteligentes, como o proposto neste trabalho, permitem que professores utilizem-nos como complemento de suas aulas, e até mesmo que os aprendizes possam estudar sobre assuntos que não estão previstos do cronograma das disciplinas, possibilitando um incremento no processo de ensino-aprendizagem.

Devido aos problemas existentes no ensino e conseqüente utilização de CEQ, o presente trabalho definiu um modelo composto de uma metodologia para auxiliar os estudantes na aprendizagem de CEQ e um ambiente computacional chamado de STCEQ.Net.

Neste trabalho é esperado que os aprendizes de CEQ e profissionais desta área melhorem os seus conhecimentos, e venham a aplicar técnicas adequadas para a resolução de problemas. Desta forma, espera-se aumentar a qualidade dos serviços e produtos das Organizações. Espera-se também que a definição e demonstração da presente metodologia e o desenvolvimento do STCEQ.Net venha a servir de base para a área de software educacional e mais especificamente para o desenvolvimento de Ambientes Inteligentes para o ensino-aprendizagem de Estatística e áreas afins.

## 8. Referências

ALWAN, L.; ROBERTS, H.V. "The Problem of Misplaced Control Limits," Applied Statistics 44 No.3, 269-278, 1995.

BOLZAN, Willian e GIRAFFA, Lúcia M. M. Estudo comparativo sobre Sistemas Tutores Inteligentes Multiagentes. [http://www.inf.furb.br/seminco/2002/artigos/Bolzan-seminco\\_2002-4.pdf](http://www.inf.furb.br/seminco/2002/artigos/Bolzan-seminco_2002-4.pdf). XI SEMINCO. FURB. Blumenau, SC. 2002.

JONASSEN, David. O uso das novas tecnologias na educação a distância e a aprendizagem construtivista, Brasília, ano 16, n.70, p.70-83, 1996.

LEHTINEN, Erno; HAKKARAINEN, Kai; LIPPONEN, Lasse; RAHIKAINEN, Marjaana e MUUKKONEN, Hanni Computer Supported Collaborative Learning: A Review. <<http://www.comlab.hut.fi/opetus/205/etatehtava1.pdf>> Acesso em 28 jun. 2004.

MCARTHUR, David; LEWIS, Mattew; BISHAY, Miriam. The Role of Artificial Intelligence in Education: Current Progress and Future Prospects. RAND Corporation, Santa Monica, CA - 2002.

MONTGOMERY, D.C., Introduction to Statistical Quality Control. 3rd edition. New York: John Wiley & Sons, 1997.

MEDEIROS, Marilú F.; MEDEIROS, Gilberto M.; COLLA, Anamaria Lopes; HERRLEIN, M. B. Petersen. A produção de um ambiente de aprendizagem em educação a distância com o uso de mídias integradas: a pucrs virtual 1. [artigo científico]. <[http://pesquisa.ead.pucrs.br/artigos/Publicados/2001/Abed/Abed\\_AmbientesAprendizagem.pdf](http://pesquisa.ead.pucrs.br/artigos/Publicados/2001/Abed/Abed_AmbientesAprendizagem.pdf)> Acesso em 26 Junho. 2004.

O'SULLIVAN, P. Psychological Aspects of Computer-Based Training for Statistical Process Control. Edinburgh. 1995. Dissertation (Master Degree in Cognitive Science and Natural Language) - University of Edinburgh.

PALADINI, E.P., Gestão da Qualidade no Processo. São Paulo: Editora Atlas, 1995.

REIS, Ernesto Macedo; REZENDE, Flávia; BARROS, Suzana de Souza. Desenvolvimento e avaliação de um ambiente construtivista de aprendizagem à distância para a formação continuada de professores de física do norte-fluminense. Trabalho apresentado no VI Congresso



Internacional de Educação a Distância, [S.l.], [s.d.]. <[http://www.abed.org.br/antiga/htdocs/paper\\_visem/ernesto/ernesto\\_macedo\\_reis.htm](http://www.abed.org.br/antiga/htdocs/paper_visem/ernesto/ernesto_macedo_reis.htm)>. Acesso em 29 Jun. 2004.

REIS, Marcelo M., Um modelo para o ensino do Controle Estatístico da Qualidade. Florianópolis. Julho de 2001. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 2001.

REIS, Marcelo Menezes; PALADINI, Édson Pacheco; EPPRECHT, Eugênio. STCEQ - Um Sistema Tutorial Inteligente Para Controle Estatístico Da Qualidade. Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional: A pesquisa Operacional e o Meio Ambiente. Campos do Jordão – SP, 2001.

RODRIGUES, Lúbia Mara Lopes; CARVALHO, Marco Aurélio. Arquitetura de STI - Overlay do Especialista Integrado à Motivação. In: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 8, 2002, São Leopoldo, RS. *Anais*. p. 80-85.

SANTOS, Antônio Venicius; PÉREZ, Carlos A. S.; TRENTIN, Marco A. S.. A Utilização de Laboratórios Virtuais na Melhoria do Processo de Ensino-Aprendizagem. In: WIE 2002 - VIII WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA, 2002, Florianópolis. Anais do SBC 2002. 2002.

TIJIBOY, Ana Vilma; OTSUKA, Joice Lee; SANTAROSA, Lucila Costi. Navegando Pelo Mundo": Ambiente De Aprendizagem Telemático Interdisciplinar. <<http://www.c5.cl/ieinvestiga/actas/ribie98/219.html>>. Acesso em 29 Jun. 2004.

VALENTE, José A.. Diferentes Usos do Computador na Educação. Disponível em: <<http://upf.tche.br/~carolina/pos/valente.html>>. Acesso em 29 jun. 2004.

WESTERN, Electric Company, Inc. Statistical Quality Control Handbook. New York: Mack Printing Company, 1956.