

UM ESTUDO DO CONCEITO DE QUALIDADE NA PRODUÇÃO, SOB UMA VISÃO DA HISTÓRIA E DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Valdir Carlos da Silva – Cláudio Márcio Ribeiro Magalhães
Valdir.carlos.silva@hotmail.com – claudiormagalhaes@gmail.com
UNESP, Brasil – UNESP/UNINOVE, Brasil

Tema: VI.3 - Matemática Interniveles.

Modalidad: CB

Nivel educativo: Terciario Universitario

Palabras clave: Qualidade. História da Qualidade. Ferramentas da Qualidade. Matemática da Qualidade.

Resumo

A presente trabalho surge da necessidade em auxiliar os profissionais da educação, do mercado e os educandos na construção dos significados acerca dos processos matemáticos utilizados nos sistemas de qualidade. Para tanto, reconstruir-se-á as relações existentes entre os conteúdos atuais da qualidade com sua história, verificando e analisando como a matemática foi inclusa nesses processos. Ao investigar as ferramentas utilizadas, contribuir-se-á para a compreensão das concepções e saberes frente à Matemática e sua aplicabilidade. Utilizar-se-á a abordagem qualitativa na investigação da História, pensamentos, resoluções dos conteúdos aplicados e matemáticos, comparando os processos de qualidade da antiguidade com os contemporâneos e suas tecnologias.

1 Introdução

Atualmente a qualidade de um produto ou serviço é um grande diferencial para os meios de marketing. Os processos¹ são tratados de maneira ímpar, os funcionários são treinados para fazer a diferença, os gastos com pesquisa e novos equipamentos são volumosos, logo, as contribuições desde o início da humanidade são crescentes e de grande relevância para os aprimoramentos. Segundo Feigenbaum (1961):

Quem estabelece a qualidade é o cliente e não os engenheiros nem o pessoal de marketing ou a alta administração. A qualidade de um produto ou serviço pode ser definida como o conjunto total das características de marketing, engenharia, fabricação e manutenção do produto ou serviço que satisfaçam às expectativas do cliente.

Entender o processo de produção e de qualidade de um produto ou serviço existente hoje no mercado é de suma importância para gestores dos mais diversos ramos. Já há algum tempo as empresas mantêm um setor específico para pensar em qualidade, isto significa que estão preocupadas com seus clientes, conseqüentemente com a qualidade

¹ Processo é a combinação de máquinas, métodos, material e mão-de-obra envolvidos na produção de um determinado produto ou serviço.

final do seu produto, seus custos, seus resíduos, o meio ambiente e também com seus concorrentes. Para alcançar esses objetivos são ofertados no mercado diversos cursos (graduações, pós-graduações, extensão, e-learning, in-company, etc.), com os mais variados conteúdos e ferramentas².

Profissionais da Educação e do Mercado³, que ministram aulas de Qualidade ou Estatística, não discorrem sobre o desenvolvimento histórico ou matemático existente nos processos, por falta de tempo, por falta de conhecimento, ou mesmo, por não ter material específico disponível. Por outro lado, ao conversar com alunos de graduação e pós-graduação, a indagação de: “quem inventou?”, “onde?”, “por quê?”, “para quê?”, “como surgiram todas essas ideias?” e, principalmente, “como apareceram essas fórmulas, que são constantes no decorrer dos cursos?”.

A importância da história para o entendimento do processo seria como a formação da identidade (para o ser humano: nascemos, vivemos entre os familiares e a sociedade, crescemos, aprendemos a falar, vamos à escola, nos socializamos e criamos nossos grupos). Para o educando a história como um todo, a formação dos elos entre o “que” se faz e o “por quê” se faz tem grande valor permite que os conteúdos fiquem mais humanizados, entre todos esses processos e cálculos que nos permitem determinar a qualidade de um produto.

Vários autores discorrem sobre a importância da História, segundo o Prof. Ubiratan D’Ambrosio (2011): “e Parafrazeando Lakatos, eu digo que “Educação sem ser ancorada na História é uma pregação sem fundamentos, enquanto a História sem ser inserida na Educação é inconclusa”, o conhecimento adquirido pelo ensino e aprendizado de história é parte fundamental do processo e na obra *Porque escrever é fazer história* (Prado e Saoligo – org, 2007), Paulo Freire cita que “Estar no mundo sem fazer história, sem por ela ser feito, sem fazer cultura [...] sem aprender, sem ensinar [...] não é possível.

Não menos importantes são as demonstrações, deixadas de lado por muitos profissionais, são de grande relevância para o entendimento e evolução do processo de construção dos significados do conhecimento, pois, o mercado tem grande carência de

² Ferramentas da Qualidade são técnicas utilizadas com a finalidade de mensurar, definir, analisar e propor soluções para os problemas que interferem no bom desempenho dos processos de trabalho. Elas permitem um maior controle dos processos ou melhorias na tomada de decisões.

³ Pessoas que trabalham direta ou indiretamente ligadas ao processo de gestão da qualidade/qualidade total na área industrial ou serviços.

bons profissionais para atuar nesta área, e cabe aos profissionais da educação a formação e construção desse conhecimento.

Diversos autores discorrem sobre qualidade no Brasil e no Mundo. Essas obras nos conduzem aos processos ou ideias de qualidade na antiguidade e nos permitem traçar comparações com os sistemas atuais, discorrem sobre os sistemas, o controle⁴ e a gestão da qualidade, dos avanços e introdução das ferramentas estatísticas e a mudanças/adaptações dos processos de fabricação.

A análise da História e a análise Matemática oriundas desses processos/fases, com base no entendimento de como era o conceito ou ideia de qualidade em alguns tópicos da antiguidade até os dias atuais, nos proporciona material para comparar processos, verificar como eram e como foram agregados os cálculos matemáticos utilizados hoje, e principalmente construir material base para o ensino e aprendizado da disciplina de Estatística Aplicada nas Instituições de Ensino Superior, proporcionando maior conhecimento com foco na humanização pela história e reconstrução matemática dos processos e ferramentas.

2 Tópicos da História da Qualidade

Desde a origem do Homem se tem registros de controle e preocupações com a qualidade. Helene Roche em 1999, no Jornal do Brasil, discorre sobre as escavações do vale do Rift, no Quênia, de uma fábrica de ferramentas de pedra com supostamente 2,3 milhões de anos e diz: “O trabalho é bem mais complexo do que qualquer outra coisa da mesma era”, fala sobre dois fatos interessantes deste achado, uma era que as pedras eram as mais macias, de origem vulcânica, e outra era o corte, de forma que a cada nova lasca a mesma não contivesse aparas difíceis de realizar novo corte.

No império chinês, o controle da burocracia nas esferas política, militar, cultural e econômica influenciou diretamente nas atividades de produtividade e no controle de qualidade. Já havia um sistema organizado para gerenciar a qualidade, divididas em cinco departamentos e neste período, segundo decreto era proibido colocar a venda utensílios, tecidos de algodão e de seda cujas dimensões ou requisitos da qualidade não atendessem às exigências das normas, demonstrando assim certo padrão de qualidade.

⁴ Controle é o conjunto de decisões que tem por objetivo a satisfação de determinados padrões ou especificações por parte dos produtos focados no cliente.

Antes da unificação da China, decretos estabeleciam as normas para o artesanato, comercio e metrologia. Neste, já se preocupavam com medição de comprimento, volume e massa, e a partir da Dinastia Shang e Zhou, criou-se um sistema de instrumentação padrão para essas medições. Nesse sistema era obrigatória a verificação da precisão desses instrumentos duas vezes por ano e na Dinastia Tang os instrumentos deveriam ser verificados todo mês de agosto e só eram utilizados após a fixação do selo de calibração.

Em geral, na China, havia punição para o não cumprimento dos padrões de qualidade e prazos de validade. Tais padrões eram estipulados pelos senhores feudais e em se tratando de produtos, deveriam conter o nome do trabalhador na própria peça⁵; e no comercio eram recolhidos todos os materiais falsos ou não identificados e os produtos identificados, mas fora das especificações, eram devolvidos aos fabricantes, que recebiam as devidas punições.

A construção da cidade de Shang-na, durante a dinastia Sui (581 d. C – 618 d.C), foi dividida em três partes: a cidade do palácio, a cidade imperial e a cidade propriamente dita. A cidade era estruturada com avenidas, alamedas, setor comercial e residencial, bem como áreas de recreação, havia também rios, canais e sistemas de drenagem, vias de transportes de bens e suprimentos e alimentação. A construção foi numa área de 84 quilômetros quadrados e mobilizados para o trabalho entre 1 milhão e 2 milhões de civis e teve duração, completa, de nove meses. Seus arquitetos já usavam a escala de 1 para 100 nos projetos e maquetes, chegando ao estágio quantitativo.

Em 2650 a.C. Imhotep, arquiteto-chefe, responsável pela construção da primeira pirâmide egípcia, projetou o sistema de normas para extração, corte e polimento das pedras, estas cortadas com precisão, numeradas e identificadas de acordo com o local de montagem, isto a centenas de quilômetros do local de montagem da pirâmide. Cem anos depois a construção da Grande Pirâmide de Queóps, a maior de todas, com 147 metros de altura e precisão micrométrica.

A Pirâmide de Queóps foi construída por ordem do faraó Khufu que criou o primeiro padrão de medidas do Egito, chamado de Cúbito Real Egípcio e tinha o comprimento igual ao do antebraço do faraó. Para disseminar essa medida padrão, foi utilizada régua

⁵ A gravação do nome do artesão fabricante em seus produtos era um dos recursos de rastreabilidade e controle de qualidade utilizado pelo governo.

de madeira, que garantiu assim uma base quase perfeita quadrada para a construção da Grande Pirâmide, vale ressaltar que o comprimento de cada lado da base da pirâmide não desviou mais que 0,05% do seu valor médio de 228,6 metros, nos remetendo hoje ao pensamento de desvio padrão da estatística.

A relação adotada por Imhotep entre o atendimento à norma e a qualidade final é o tema central do antigo controle de processo, levando-se em conta que o controle de processo era parte integrante do processo, o que conhecemos hoje como controle estatístico de processo ou controle estatístico da qualidade, onde o atendimento ao conjunto de normas era conduzido com tanta eficiência que se dispensava a inspeção final.

Ao fim do regime feudal, o homem começa a produzir para o sustento próprio e de seus familiares, controlava desde o processo de artesanato até a inspeção do produto acabado. Com o surgimento do mercado, começa a vender seus produtos diretamente ao consumidor, incluindo ao ciclo a comercialização. A pequena produção e a proximidade com o consumidor, lhe garantia conhecer as necessidades de seus clientes e as críticas para melhoria, e com o crescimento da produção o artesão que já era auxiliado por seus aprendizes⁶ necessitou empregar oficiais e diaristas para dar conta das encomendas.

Poucos avanços ocorreram entre a queda do Império Romano e a Revolução Industrial, com exceção da construção naval em Veneza no século XVI, O processo utilizado para esse sistema de construção era o de materiais uniformes, métodos e procedimentos, o que nos remete ao processo utilizado por Imhotep para a construção da pirâmide. A padronização do processo se dava pelo ajuste das peças para qualquer montagem, ou seja, os arcos eram projetados de maneira a se ajustarem a qualquer galeria, seguindo esse mesmo processo a popa, o cordame e o convés, todos uniformes.

Esse processo nos faz pensar na linha de montagem fordista. Essa linha de processo de manufatura era integrado, não havia necessidade de inspeção final, mas sim verificações das normas para garantia do produto final.

Na Revolução Industrial o grande impulso foi a invenção do “condensador de vapor independente” por James Watt, provocando um aumento grandioso na produção. Com esse novo sistema de produção necessitou-se dividir o processo industrial e conseqüentemente aumentou-se a distancia entre produtor e consumidor final,

⁶ O aprendiz acompanhava o artesão por cinco anos ou mais para adquirirem conhecimento e habilidades.

originando os primeiros problemas sérios com a qualidade. Os responsáveis pela produção não eram mais os artesões, estes meros empregados, obedecendo às diretrizes dos supervisores que eram, agora, responsáveis pela qualidade da matéria-prima e do produto acabado.

Com o aumento da produção, a empresa passa a ser proprietária do conhecimento e os artesões deram lugar aos operários especializados que realizavam as tarefas determinadas pela supervisão e gerencia, originando a relação capital/trabalho, onde o proprietário fornece todo o capital e o trabalhador o seu trabalho.

Ocorre a primeira guerra mundial e cresce a demanda de material bélico. Surgi o papel do inspetor, assumindo a supervisão no controle de qualidade e implicando na ideia de custos e do preço maiores do produto final. A preocupação com a qualidade representava um fator estratégico, tornando-se prioridade, pois falta de qualidade implicava em falta de segurança, e passa-se a exigir dos fornecedores a desvinculação do setor de produção, dando a liberdade organizacional ao controle de qualidade e com 100% dos produtos examinados.

A produção em massa elimina a produção artesanal no início do século XX, entra em cena a indústria automobilística, anteriormente artesanal, agora produzido em massa. Recruta-se mão de obra não qualificada para pequenas operações, apenas dando um pequeno treinamento para executar apenas uma tarefa. Para coordenar tais tarefas criou-se funções especializadas, além dos supervisores e do engenheiro de produção. Até então não se utilizava técnicas de amostragem, pois os custos de inspeção 100% não se permitia adotar técnicas sofisticadas de controle de qualidade.

Walter Shewhart, na década de 30, trabalhando para Bell System nos Estados Unidos, dá os primeiros passos em direção ao controle estatístico de qualidade (CEQ) e tem como técnica mais importante a criação das cartas de controle estatístico de processo, que, juntamente com Dodge e Roming, que trabalhavam com técnicas de amostragem, tornaram possível a inspeção por amostragem, permitindo assim, prever quando um processo sairia do controle fazer o diagnóstico e verificar se o defeito era aleatório ou sistemático. Nesse momento a função qualidade passa a ter o caráter de prevenção de defeitos.

Com as cartas de controle, cuida-se também do processo e não apenas do produto. Os Estatísticos nesse momento ganham tanta importância que criou-se um departamento específico e independente para acompanhar o processo, esse departamento foi nomeado de controle de qualidade e acompanhava tanto o processo quanto as atividades de inspeção e também as matérias-primas.

Mas, antes da segunda guerra mundial a utilização das técnicas criadas por Shewhart, Dodge e Roming foi muito lenta e apenas 12 empresas as adotaram nos Estados Unidos. Sendo assim, o Estado em nome das forças armadas, toma ações para um rígido controle de qualidade, uma dessas ações é um amplo programa de treinamento em estatística para o pessoal da indústria bélica e para o pessoal de compras das forças armadas. Muitos especialistas em estatística participaram desse programa, mas um nome de destaque foi o discípulo de Shewhart, era ele Edwards Deming.

Surgiu então, a consagração do controle estatístico da qualidade, forçado pelas exigências de compras das forças armadas das grandes potências mundiais.

3 Considerações Finais

Os processos de qualidade utilizados na antiguidade e nas fases seguintes em alguns pontos se cruzam com os atuais. Entendo que os processos atuais são versões melhoradas dos processos anteriores, logo, cada fase, em cada época, tem sua importância e destaque independente do processo ou da ferramenta utilizada.

Verificamos que na antiguidade a qualidade se concretizava por normas, necessidades governamentais, burocráticas e militares, e já dispunha de um sistema gerencial dividido em departamentos, facilitando assim o controle e execução das atividades. A preocupação com as medições de comprimento, volume, massa e escala já eram verificadas e em consequência de uma padronização instrumental.

Muito pouco se altera em relação aos processos de qualidade e inspeção de produtos até o início do século XX, na década de 30 e surge o controle estatístico de qualidade (CEQ) com técnicas de amostragem, permitindo prever, diagnosticar e verificar causas de falhas nos processos, gerando a prevenção antes das ações corretivas.

Atualmente, em conjunto ao controle estatístico da qualidade se agregam outros processos em complementação ao anterior, são os processos de validações, creditações, metrologia, etc., e juntamente com esses processos agregam-se as ferramentas

matemáticas como a probabilidade, o calculo diferencial e integral, fórmulas, e muitas outras. Mas como e quando essas ferramentas matemáticas se agregaram aos processos de qualidade? Não podemos nos esquecer que o conceito matemático já se faz presente nos processos de qualidade desde a antiguidade e aperfeiçoada com o passar do tempo e as novas tecnologias.

Referências

- Alarte, W. e Quintanilha, D. (2000). *A História da Qualidade e o Programa de Qualidade e Produtividade (PBQP)*. Rio de Janeiro: INMETRO/SENAI.
- Araujo, R. A. (s/d). *A arte Egípcia*. Opinião Mais. Salvador: Editora Obra Santa.
- Crosby, A. W. (1999). *A Mensuração da Realidade: A Quantificação e a Sociedade Ocidental 1250-1600*. Trad. Vera Ribeiro. São Paulo: Editora UNESP/CAMBRIDGE.
- D'Ambrosio, U. (março, 2002). *A matemática pulsa no dia a dia*. Revista Nova Escola, São Paulo, SP, ano XVII, n: 150, p. 18-24.
- D'Ambrosio, U. (2001). *Etnomatemática: Elo entre as tradições e a modernidade*. Belo Horizonte: Editora Autêntica.
- Deming, W. E. (1990). *Qualidade: A revolução da Administração*. Trad. Clave Comunicações e Recursos Humanos. Rio de Janeiro: Marques-Saraiva.
- Dias, J. L. M. (1998). *Medida Normatização e Qualidade: Aspectos da história da metrologia no Brasil*. Ilustrações.
- Feigenbaum, A. V. (1986). *Total Quality Control*. 3ª ed. Singapore: McGraw-Hill.
- Fonseca, J. (2001). *Estatística Matemática*. Vol 1 e 2, Lisboa: Sílabo.
- Hutchins, G. (1994). *ISSO 9000: Um Guia Completo para o Registro, as Diretrizes da Auditoria e a Certificação Bem-Sucedida*. Trad. Ana Terzi giova. Rev. Técnica Caramuru J. Tiede São Paulo: Makron Books.
- Juran, J. M. e Gryna, F. M. (1992). *Juran Controle da Qualidade: Hand Book – Métodos Estatísticos Clássicos Aplicados à Qualidade*. Vol. VI. Trad. Maria Cláudia de Oliveira Campos, Rev. Técnica TQS Engenharia. São Paulo: McGraw-Hill.
- Monteiro, L. C. (org. técnico) (2011). *O Movimento da Qualidade e Produtividade no Brasil*. Rio de Janeiro: INMETRO/Essencial Ideal Publishing.
- Senra, N. (2006). *História das Estatísticas Brasileiras*. vol. I, II, III e IV. Rio de Janeiro: IBGE.
- Senra, N. (2005). *O Saber e o Poder das Estatísticas: uma história das relações dos estatísticos com os estados nacionais e com as ciências*. Rio de Janeiro: IBGE.
- Upinsky, A-A. (1989). *A Perversão Matemática: o olho do poder*. Trad. Antônio Ribeiro de Oliveira. Rio de Janeiro: F. Alves.