

Homens e máquinas

Human factor

Valdenise Schmitt

Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, Santa Catarina, Brasil

1. Introdução

O impacto da tecnologia na sociedade contemporânea é o tema central do livro *Homens e Máquinas* do escritor americano Kim Vicente¹. A obra desperta atenção por trazer exemplos de sistemas tecnológicos que não respeitam as necessidades humanas ou societárias.

Historicamente, os primeiros esforços no sentido de respeitar as necessidades e capacidades humanas foram dados por engenheiros industriais, psicólogos e especialistas que se preocuparam em racionalizar operações industriais e de equipamento para a melhor eficiência do trabalhador (Sawyer, 1996).

Até a segunda Guerra Mundial, esses profissionais davam ênfase à produção. Após a Guerra, o enfoque mudou para a segurança pessoal, uma vez que se percebeu que a queda de aviões não estava relacionada à falha humana, mas à falha tecnológica (Sawyer, 1996; Vicente, 2005).

Em 1979, o acidente na usina nuclear *Three-Mile Island* foi o estopim para o reconhecimento da importância dos “fatores humanos” no projeto de sistemas tecnológicos complexos (Sawyer, 1996).

2. Descrição do assunto

O livro *Homens e Máquinas* (tradução de Maria Inês Duque Estrada; Ediouro; 383 páginas) lançado nos Estados Unidos, em 2003, e no Brasil, em 2005, é o segundo livro escrito por Kim Vicente, uma das autoridades mundiais em engenharia de fatores humanos: “única área tecnológica que modela o design da tecnologia para as pessoas, em vez de esperar que elas se adaptem à tecnologia” (Vicente, 2005: 11).

O primeiro livro do autor, intitulado *Cognitive Work Analysis: Toward Safe, Productive, and Healthy Computer-based Work* foi publicado em 1999, ano em que Vicente foi escolhido pela revista *Time* como um dos 25 canadenses com menos de 40 anos de idade que iriam modelar o futuro do Canadá (Cognitive, 2007).

Enquanto a primeira obra trata da análise cognitiva do trabalho, a segunda mostra um amplo conjunto de problemas que surgem do relacionamento entre pessoas e tecnologia e uma série de soluções para esses problemas. *Homens e Máquinas* recebeu os prêmios *National Business Book* e *Science in Society General Audience* e foi finalista para o prêmio *Canadian Booksellers Association Libris* na categoria não-ficção.

Homens e Máquinas é dividido em 3 partes. Na Parte 1, o autor explica porque a tecnologia está “enlouquecida”. O Capítulo 1 apresenta algumas “engenhocas” eletrônicas excessivamente complexas, difíceis de ser manejadas pelos seres humanos, seja em situações rotineiras ou em sistemas de situação crítica.

Duas coisas importantes merecem ser destacadas deste capítulo: primeiro, o termo “tecnologia” empregado como referência aos aspectos físicos (materiais e suas configurações) e aos aspectos não-físicos (tais como horário de trabalho, informação, responsabilidades coletivas, organização de funcionários de uma empresa e até mesmo regulamentações jurídicas); segundo, o desajuste entre gente e tecnologia que, em 1999, foi responsável pela morte hospitalar evitável de 44 a 98 mil pessoas por ano, somente nos Estados Unidos, segundo o Instituto de Medicina dos Estados Unidos (IOM).

No Capítulo 2, Vicente explica porque a tecnologia está fora de controle. Em sua opinião, a causa está na abordagem reducionista para a resolução dos problemas que propôs que se dividissem os problemas em partes menores e se estudasse essas partes isoladamente.

Com base na abordagem sistêmica, Vicente apresenta uma abordagem Humano-tecnológica para o *design* da tecnologia. Essa abordagem abandona os caminhos humanísticos e mecanicistas. Nela, o *design* deve começar pela compreensão da necessidade humana ou societária e, então, modelar a tecnologia para que reflita fatores humanos específicos, conforme figura 1.

Na Parte 2 do livro, o fator humano é apontado como o centro de planejamento de uma tecnologia eficiente para o mundo moderno.

No Capítulo 3, Vicente trata do nível mais baixo da escada Humano-Tecnológica, o nível físico. Nesse nível, destaca que características físicas, como tamanho e forma, devem ser consideradas na elaboração de um bom *design* de produto. Entre os sistemas e/ou dispositivos que não se adaptavam ao corpo humano e que foram melhorados quando se considerou os fatores humanos destaca: os dispositivos de papel higiênico que deixavam o papel dentro da caixa e dificultavam o seu acesso; as escovas de dentes, anteriores a escova Reach, que não respeitavam o tamanho e a forma das mãos, bocas e dentes; e, as cadeiras elétricas que, antes das invenções de Leuchter, não promoviam uma execução humanitária - mostravam durante a execução as inevitáveis necessidades fisiológicas do executado.

Nos capítulos 4 e 5, Vicente apresenta o segundo nível da escada Humano-Tecnológica, o nível psicológico. Nesse nível, pontua que é preciso considerar a capacidade humana de memorização a curto e a longo prazo, as expectativas intuitivas de dar sentido ao mundo, a habilidade de fazer cálculos mentais complexos e a capacidade apurada de reconhecimento de padrões quando se projeta sistemas tecnológicos.

Enquanto, no Capítulo 4, Vicente apresenta exemplos de sistemas tecnológicos complexos encontrados em situações cotidianas (secretárias eletrônicas, relógios do videocassete, pilhas de brinquedo e o carrossel Mágico encontrado perto de Swindon, na Inglaterra) que exigem complexas operações mentais do usuário; no Capítulo 5, apresenta sistemas tecnológicos em setores de segurança crítica (aviação, saúde, segurança nos aeroportos, meio ambiente, usinas nucleares) que, assim como os primeiros, foram projetados sem considerar o nível psicológico da escada Humano-Tecnológica.

O acidente na manhã de 11 de setembro de 2001 é citado, no Capítulo 5, para exemplificar as falhas no nível psicológico, pois Vicente acredita que a falta de motivação, treinamento deficiente, experiência insuficiente, tráfego, intensa pressão do tempo e *feedback* irrisório (sob o desempenho no serviço) foram responsáveis pela falta de segurança nos aeroportos e, portanto, pela tragédia que vitimou inocentes.

No Capítulo 6, o autor procura mostrar que além dos atributos físicos e psicológicos, o trabalho em equipe é importante na abordagem Humano-Tecnológica, principalmente, nos

setores de aviação e saúde. Nesses setores, “os designers devem criar um sistema que seja modelado de acordo com as características e necessidades da equipe como uma entidade distinta” (Vicente: 2005: 180) para evitar acidentes, por exemplo, como o que ocorreu com o Vôo 401, que caiu em 29 de dezembro de 1972, porque o capitão, o primeiro oficial e o engenheiro se preocuparam todos em descobrir um problema com uma pequena lâmpada.

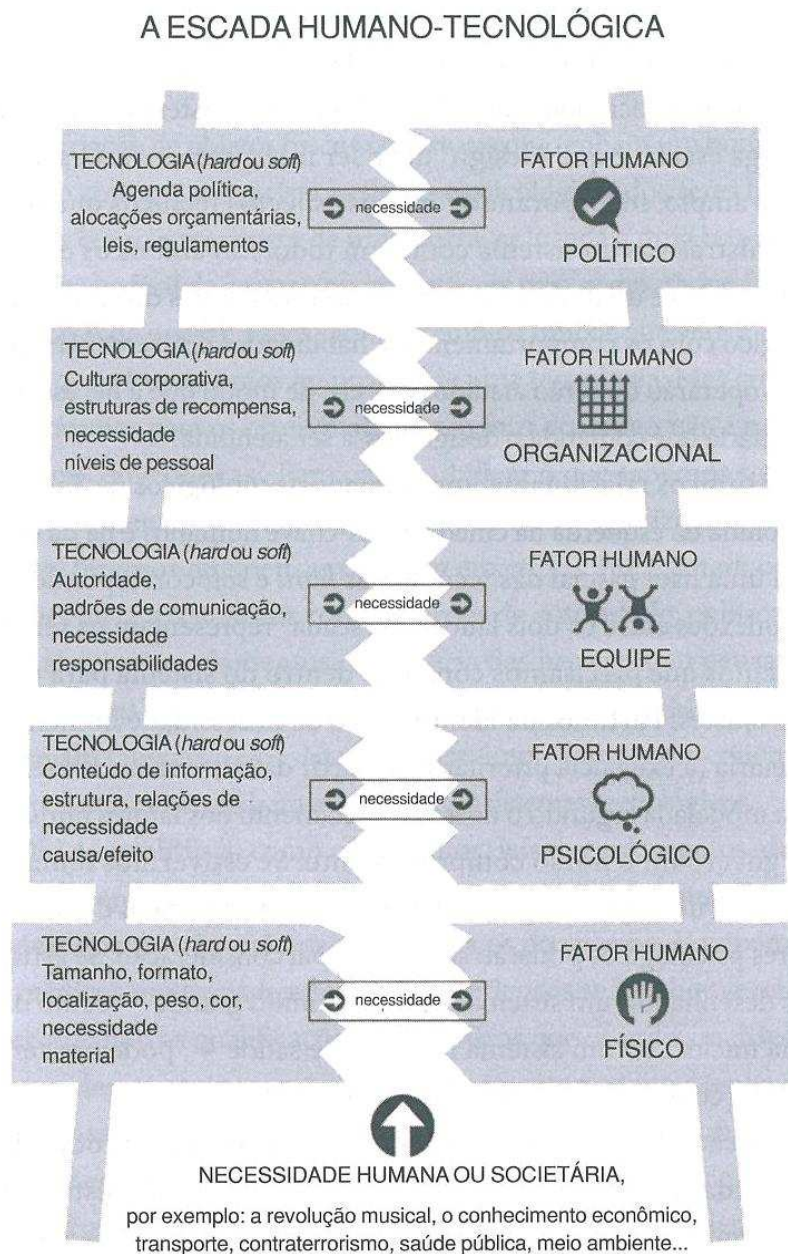


Figura 1 - Escada Humano-Tecnológica. **Fonte:** Vicente (2005: 76).

No Capítulo 7, Vicente descreve o nível organizacional de sua escada Humano-tecnológica. Esse abarca “sistemas de incentivos, desincentivos, hierarquias de funcionários, estruturas de gerenciamento, fluxos de informação através de equipes e culturas organizacionais.” (Vicente: 2005: 216). No nível organizacional, dá destaque à importância de uma organização poder aprender com os erros organizacionais.

Para mostrar que fatores organizacionais afetam fortemente a operação de sistemas sociotécnicos complexos e que motivos oportunistas podem desencadear situações complexas, Vicente traz à tona, no sétimo capítulo, o acidente com o *Challenger*, em 1986. Segundo relata, este poderia ter sido evitado se o lançamento tivesse sido adiado, mas pressões financeiras, políticas e da mídia, “forçaram a NASA a levar adiante missões tripuladas o mais cedo possível e talvez, sem querer, sacrificar a segurança em prol da eficiência” (Vicente: 2005: 214).

Os Capítulos 8 e 9 abordam o nível mais alto da escada Humano-Tecnológica, o nível político. “Nele, há considerações básicas, como a opinião pública, os valores sociais e as normas culturais que devem ser respeitadas.” (Vicente: 2005: 73).

No capítulo 8, Vicente apresenta eventos marcantes - ou desenvolvimentos - para ilustrar como a tecnologia pode ser utilizada para atingir objetivos políticos. Por exemplo, em 11 de setembro de 2001, aviões foram utilizados como armas de destruição em massa; na segunda Guerra Mundial, a tecnologia do cartão perfurado foi utilizada por Hitler para orquestrar uma campanha de genocídio contra os judeus e, nos últimos anos, as câmaras de vídeo e a Internet vêm sendo usadas para incentivar o ativismo em prol dos direitos humanos.

No Capítulo 9, o autor explica como o pensamento Humano-tecnológico envolve também, no nível político, “a adoção de uma abordagem deliberada e sistemática, de cima para baixo e a tomada de decisões para a criação de um design que possa governar e gerenciar, de forma segura e eficiente, os sistemas tecnológicos complexos” (tecnologia *hard* e *soft*) (Vicente, 2005: 275).

Como exemplo de mau *design* no nível político, menciona o desastre com o sistema de água potável de Walkerton, no Estado de Ontário, em maio de 2000. Este vitimou 7 pessoas e deixou 2.300 pessoas doentes na pequena cidade de 4.800 habitantes.

Esse desastre, de acordo com seu ponto de vista, foi provocado por decisões de *design* de sistema tomadas nos níveis mais altos do governo - alocações orçamentárias, regulamentações e metas políticas -, que interagiram com os fatores ambientais (temporal, esterco em terras próximas e a geologia característica do poço contaminado), com fatores psicológicos (leviandade e dissimulação dos irmãos Koebel) e com fatores organizacionais (incompetência e negligência do governo local e da *Walkerton Public Utilities Commission*), criando uma situação em que o ministério ficou virtualmente incapacitado para cumprir seu papel de supervisor da qualidade de água potável distribuída à população.

Na parte final do capítulo, descreve o esquema de gestão de risco de Jens Rasmussen para mostrar como decisões políticas e organizacionais influenciam a segurança de sistemas complexos. Cita, como exemplo, o sistema de abastecimento de água de Walkerton.

Na terceira e última parte do livro, que contém apenas um capítulo, apresenta uma série de soluções para recuperar o controle sobre a tecnologia na vida diária, no trabalho e na sociedade como um todo. No capítulo final, apresenta alguns princípios básicos do pensamento Humano-Tecnológico que podem melhorar nossa qualidade de vida e sugere que a Revolução Humano-Tecnológica deve avançar ao mesmo tempo em múltiplos níveis “para a concretização da transição das correntes tradicionais de pensamento – as visão mecanicista e humanística – para um reconhecimento luminoso e libertador da importância do fator humano nos sistemas tecnológicos” (Vicente, 2005: 327).

3. Apreciação crítica

Concordo com a idéia de Vicente de que é necessário projetar sistemas tecnológicos baseados no *design* Humano-Tecnológico para melhorar a qualidade de vida no planeta, pois

conforme McCormick (1976), a crescente complexidade dos artefatos tecnológicos (como conseqüência da tecnologia) pode ameaçar a efetividade funcional e o bem-estar humano.

Desde 1957, quando publicou a primeira edição de *Human Factors in Engineering and Design*, McCormick (1976) procura aumentar a sensibilidade e a consciência para muitos aspectos humanos de sistemas ou situações que poderiam melhorar a vida da civilização.

Apesar de não apresentar um tema inédito, Vicente enfoca o *design* da tecnologia em uma linguagem simples e compreensível ao público leigo, com vários exemplos de sistemas tecnológicos projetados sem levar em consideração as necessidades humanas ou societárias.

Ao contrário de McCormick (1976), não descreve detalhadamente certas características humanas (tais como processos sensoriais e motores) que podem contribuir para um melhor entendimento da performance e do comportamento humano durante o processo de *design*.

Também não enfoca o lado emocional do *design* proposto por Norman (2004). Para este autor, o lado emocional pode ser mais crítico para o sucesso de um produto ou sistema do que seus elementos práticos, uma vez que produtos e sistemas que fazem os indivíduos se sentirem bem são mais fáceis de “lidar” e produzir resultados satisfatórios.

Neste contexto, Norman (2004) sustenta que “não é possível fazer *design*,” qualquer *design*, sem que a dimensão visceral (aparência), comportamental (prazer e efetividade de uso) e reflexiva (racionalização e intelectualização de um produto ou sistema) estejam entrelaçadas.

Assim como Vicente, Norman (2004), Sawyer (1996) e McCormick (1976) demonstram preocupação em elaborar produtos ou sistemas tecnológicos que respeitam capacidades e necessidades humanas.

Sawyer (1996: 6) sugere que “o *design* deve considerar a habilidade do usuário de: identificar rapidamente e adequadamente controles, interruptores e *displays*; alcançar e localizar controles certos; ler corretamente *displays*; e associar controles com seus *displays* relacionados.” Além disso, deve agrupar funcionalmente controles e *displays*, rótulos ou etiquetas não ambíguas e otimizar a operação de chaves, bem como apresentar instruções claras e advertências efetivas (Sawyer, 1996).

As falhas de *design* nas cabines de controle, bastante citadas por Vicente, também são mencionadas por Sawyer (1996) e Norman (2004). Sawyer (1996) cita que, nos anos 90, investigadores concluíram que os desastres aéreos aconteciam porque o *design* das cabines induzia os pilotos a erro, uma vez que esses apresentavam dificuldade para distinguir o funcionamento do sistema de orientação, confundindo os dados mostrados. Norman (2004), por sua vez, ao fazer referência ao fato, diz que o *design* das cabines deve ser um *design* “especial” capaz de minimizar a necessidade de pensamento criativo para que os profissionais possam desempenhar uma boa performance em situações de emergência.

Infelizmente, “a maioria dos designers não presta muita atenção nas necessidades e capacidades humanas quando projetam produtos ou sistemas tecnológicos complexos.” (Vicente, 2002: 15). Esse fato induz os *designers* a erros, causa frustração e alienação e, eventualmente, não permite que eles explorem o potencial das pessoas e da tecnologia (Vicente, 2002).

As tecnologias, cada vez mais, tornam-se mais complexas e o seu ritmo de atualização aumenta tão rapidamente, que a situação só tende a piorar se não houver uma conscientização de que os fatores humanos são imprescindíveis no *design* de sistemas tecnológicos, principalmente, aqueles de segurança crítica, como a aviação, as usinas nucleares e os hospitais.

A obra de Vicente se soma aos esforços de pesquisadores e estudiosos preocupados com a relação homem-máquina e com os prejuízos que sistemas mal projetados podem oferecer a vida humana e ao planeta.

4. Considerações finais

Segundo Stamm (2003: 3), “a criatividade consiste em ser diferente, pensar lateralmente, fazer novas conexões.” Sob esse ponto de vista, pode-se dizer que Vicente foi criativo ao apresentar uma abordagem Humano-Tecnológica, baseada na abordagem sistêmica, para o *design* da tecnologia. Essa “permite compreender as causas dos problemas, como também proporciona princípios sistêmicos para solucioná-los” (Vicente, 2005: 161).

A escada Humano-Tecnológica, proposta pelo autor, é o ponto fulcral da obra que tenta inculcar a idéia de que “o design deve começar pela compreensão da necessidade humana e societária – e então modelar a tecnologia para que ela reflita fatores humanos específicos” (Vicente, 2005: 76).

Além de expressar seu pensamento criativo, Vicente mostra uma série de soluções criativas encontradas por cientistas e pensadores para melhorar o *design* da tecnologia. Como exemplos, podem-se citar a solução encontrada pelos estudantes Kuk, Cowley e Beserve para controlar o consumo excessivo de energia em computadores e incentivar a economia de energia; a idéia de Fender Stratocaster de projetar uma guitarra elétrica com o corpo arredondado; e as inúmeras medidas tomadas na aviação e na saúde que diminuíram consideravelmente a quantidade de erros provocados por falhas no *design* da tecnologia.


Em uma Era marcada pelo constante desenvolvimento tecnológico, onde é cada vez maior a necessidade de se pensar criativamente para acompanhar um tempo caracterizado por intensas e rápidas mudanças, refletir sobre o papel da tecnologia e, como ela pode ser utilizada criativamente para o bem-estar do homem, é refletir sobre os rumos da humanidade.

Referências Bibliográficas

- Cognitive Engineering Laboratory. (2007). *Kim J. Vicente, Ph.D., P.Eng.: Biography*. Retirado em 20/10/2007 no *World Wide Web*: <http://www.mie.utoronto.ca/labs/cel/people/kjv/bio.htm>.
- Mccormick, Ernest J. (1976). *Human factors in engineering and design*. EUA: MacGraw.
- Norman, D.A. (2004). *Emotional Design: why we love (or hate) everyday things*. New York: Basic Books.
- Sawyer, D. (1996). *An Introduction in Human Factors in Medical Device*. U.S. Department of Health and Human Services; Public Health Service; Food and Drug Administration; Center for Devices and Radiological Health. Retirado em 26/11/2007 no *World Wide Web*: <http://www.fda.gov/cdrh/humfac/doitpdf.pdf>.
- Stamm, B. V. (2003). *Managing Innovation, Design and Creativity*. Germany: John Wiley & Sons. Retirado em 19/11/2007 no *World Wide Web*: http://www.media.wiley.com/product_data/excerpt/85/04708470/0470847085.pdf.
- Vicente, K. (2005). *Homens e Máquinas*. (Estrada, M. I. D., Trad.). Rio de Janeiro: Ediouro. (original publicado em 2003).
- Vicente, K. (2002). The Human Factor. *The Bridge*, Winter 2000, 32 (4), 15-19. Retirado em 18/12/2007 no *World Wide Web*: [http://www.nae.edu/nae/bridgecom.nsf/weblinks/NAEW-63BLES/\\$FILE/Bridge-v32n4.pdf?OpenElement](http://www.nae.edu/nae/bridgecom.nsf/weblinks/NAEW-63BLES/$FILE/Bridge-v32n4.pdf?OpenElement).

Nota

(1) Atualmente, Kim Vicente é professor de Engenharia da Universidade de Toronto, apresenta palestras ao redor do mundo e presta serviços para a Microsoft e a Nortel. No passado, já foi professor emérito visitante de Aeronáutica e Astronáutica do MIT e consultor da NASA, OTAN, Força Aérea e Marinha Americanas (Vicente, 2005).

 – **V. Schmitt** é Jornalista, Graduada em Comunicação Social (Unisul), Especialista em Desenvolvimento de Aplicações Web (ICPG), Especialista em Novas Mídias, Rádio e TV (FURB), Mestre em Engenharia e Gestão do Conhecimento (UFSC). Atualmente é aluna de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento (UFSC), sob orientação do Prof. Dr. Francisco Antonio Pereira Fialho, e bolsista (CAPES). Endereço para contato: Rua Capitão Américo, 103, ap. 205 B, Bairro Córrego Grande, Florianópolis, SC 88037-060. Telefones: 55-48-3207-4775 ou 55-48-9922-0606. *E-mail* para correspondência: val.schmitt@gmail.com.