A ergonomia no contexto social e tecnológico contemporâneo

FRANCO LO PRESTI SEMINÉRIO *

A rápida e crescente difusão da ergonomia – principalmente a partir da última década – decorre de algumas diretrizes críticas da civilização contemporânea e, ao mesmo tempo, implica uma reavaliação e talvez revisão de certos conceitos tradicionais.

Três conceitos, em particular modo, merecem uma apreciação: os de progresso, de produtividade e de evolução.

O *conceito de progresso* tem sido, em geral, relacionado ao controle e ao domínio das forças da natureza. Hoje e sempre mais o homem tem conseguido, neste caminho, ultrapassar limites e barreiras que outrora pareceriam intransponíveis: basta pensar, como exemplo, nas fronteiras do nosso planeta. No entanto, esta preocupação – em si altamente fecunda e construtiva – tem levado por vezes a descurar um aspecto fundamental: o cerne de todo o progresso reside no avanço do ser humano. Enquanto atingimos um grau excepcional de domínio e controle sobre a natureza circundante, ainda não nos voltamos suficientemente

* Diretor do ISOP.

para a própria fonte desse controle e desse domínio, de modo a garantir uma trajetória inequívoca ao progresso. O que progride, basicamente, é o ser humano: somente em função dele pode-se justificar o progresso instrumental exercido sobre o meio e somente a partir desse progresso torna-se possível avançar novas etapas do progresso externo. A compreensão desta realidade situou recentemente a problemática dos recursos humanos como o fator essencial do avanço tecnológico-científico e, de um modo geral, cultural.

O *conceito de produtividade*, por sua vez, envolve uma noção ambígua e até certo ponto contraditória quando dissociada de seus reais objetivos. Poderíamos, de fato, questionar o sentido da produtividade em função das metas a que está implicitamente voltada.

Se um homem primitivo pudesse travar contato com a nossa civilização, certamente ficaria abismado com tudo o que o ser humano conseguiu e consegue a cada instante produzir – chegando até mesmo a reformular aspectos essenciais do meio físico e biológico. No entanto, poderia também considerar com certa estranheza a cota de esforço e de engajamento no trabalho que esta "produtividade" exige. Caberia então a pergunta: para que fim se produz? Evidentemente, para se obter meios e recursos que permitam conseguir uma existência melhor, mais confortável, removendo, na medida do possível, aspectos desagradáveis e penosos. Efetivamente, isto está sendo em grande parte conseguido. Todavia, se para obter esse êxito torna-se necessário um esforço e um trabalho prolongados e contínuos, cabe considerar, ao lado daquela *produtividade extrínseca*, que gera produtos externos ao trabalho, a serem investidos na dinâmica dos eventos existenciais, uma *produtividade intrínseca* ao próprio trabalho, na medida em que a maior parte da vida dos homens atuais é despendida na própria atividade de trabalhar. Todo o empenho voltado para o aperfeiçoamento das condições de trabalho humano poderá originar, como efeito direto, uma melhora considerável sobre o fluxo da existência de cada um.

O *conceito de evolução* nos permite compreender as razões que provocaram o advento da ergonomia, como uma natural conseqüência da trajetória antropológica.

A análise esquemática deste problema oferece esclarecimentos cruciais para a compreensão de muitos aspectos atuais da ergonomia. Partindo da antropologia física, verifica-se que o caráter fundamental dessa evolução repousa numa amplificação, numa extensão do organismo, considerado como sistema de circulação da informação.

Dentro dessa perspectiva, podemos hoje entender o primeiro ato eminentemente humano, que vem sendo atribuído aos remotos "australopitecos": a partir do bipedismo e da locomoção ereta, as mãos – livres da atividade locomotora – puderam utilizar instrumentos não-anatômicos. Desta forma, as próprias mãos – ferramentas naturais preparadas por uma longa evolução biológica – puderam estender-se em ferramentas externas, que durante um prolongado período cingiram-se a pedras lascadas ou a algum outro objeto encontradiço no

meio. Este uso das mãos, através de um lento processo de refinamento motor e perceptual, ao longo de dois ou talvez quatro milhões de anos iria elevar gradativamente o sistema de comandos e controles cerebrais. Esta é hoje uma das hipóteses mais aceitas quanto ao aumento do volume cerébral desde os 500-600 cm^3 do estágio australopitecídeo até o volume atual de 1.450 cm^3. Tudo está relacionado com uma extensão extrínseca ao organismo, notando-se que a própria evolução biológica já representara uma extensão intrínseca do próprio organismo, que sempre mais havia adquirido recursos anatômicos e fisiológicos para modificar o meio, modificando-se concomitantemente.

Poderíamos aqui identificar esses dois procedimentos com os dois processos que J. Piaget definiu como os "invariantes funcionais" da adaptação, ou seja: a assimilação pela qual o organismo modifica o meio e a acomodação pela qual o organismo se modifica ante as situações que o meio lhe propõe.

Mas é a partir da inflexão humana que estes processos de transformação aloplástica (modificações do meio) e a autoplástica (modificações do organismo) passam do estágio meramente biológico e anátomo-fisiológico para um estágio comportamental em que a extensão passa a se realizar de modo artificial e propositivo, por meios e instrumentos não mais anatômicos e sim incorporados de forma transitória e postiça, à guisa de órteses e *ad hoc* para executar melhor determinadas ações.

Desta forma, além das mãos, passam gradativamente a estender-se artificialmente os órgãos remanescentes como os da locomoção: os membros inferiores ampliam suas atividades através de animais, troncos ou canoas primitivas.

Chega-se assim às origens da civilização, quando a extensão do organismo humano encontra uma primeira projeção de seus controles centrais e experienciais: a escrita, que prolonga a experiência e a memória.

A evolução, em fase histórica – até a "primeira" revolução industrial – apresenta um primeiro salto de escala na vida e na cultura, graças a todas as variadas formas de extensão que prolongam o organismo e a conduta humana além dos originais limites anátomo-fisiológicos.

Chegamos, assim, à conclusão do primeiro salto de escala na evolução humana além dos seus naturais limites anátomo-fisiológicos.

Mas um segundo salto de escala ocorreu em tempos recentes graças à revolução industrial, quando "próteses" de proporções outrora insuspeitáveis puderam ser realizadas. No entanto, neste período – cujos efeitos hoje desfrutamos em sua plenitude – foram basicamente os aspectos *periféricos* do organismo a encontrar uma extensão gigantesca: *a via aferente* (os canais perceptivos) e a *via eferente*, (as vias psicomotoras). Desta forma, podemos hoje ver e ouvir, através de aparelhagens complexas, o que ocorre além do nosso ambiente, do nosso bairro, da nossa cidade e até mesmo fora da terra. Analogamente, através de um botão ou de uma alavanca, a partir do comando de nosso cérebro podem ser acionados, não apenas a ferramenta natural, a mão, mas, em seu prolongamento, maquinismos de grande porte e à grande distância, por vezes teleguiados; e a nossa locomoção

estende-se além dos membros inferiores até as rodas de um carro, as asas de um avião ou mesmo o disparo de um foguete.

Se este grandioso panorama parecia oferecer um quadro renovador da vida humana, um novo salto de escala já está ocorrendo em nossos dias, através do que N. Wiener denominou "a segunda revolução industrial" pela qual não apenas os *aspectos periféricos*, mas até mesmo os *aspectos centrais* de nosso comando e operações mentais – no que apresentam de automatizável – podem ser prolongados em requintados maquinismos de tratamento de informação, capazes de executarem em poucos minutos cálculos e operações que exigiriam uma vida inteira de atividade pensante.

Nesse momento, uma importante ruptura veio a manifestar-se e é a partir dessa crise que nasce e se torna necessária a intervenção da ergonomia.

Para compreendermos a natureza dessa crise, poderíamos partir de um exemplo banal: imaginemos que um guerreiro medieval recebesse uma espada ou uma armadura cujo peso ultrapassasse consideravelmente o nível de sua força muscular. De que lhe serviria essa extensão de seu próprio corpo, se no ponto de aplicação não existissem as condições mínimas de efetuar a conexão dessas armas? Evidentemente, um problema dessa natureza seria relativamente fácil de se resolver sem maiores cálculos ou pesquisas, com base na simples experiência, que nos indicaria os limites racionais de peso compatíveis com o uso desses objetos.

No entanto, não seria tão fácil calcular outros limites: por exemplo, quais os limites da atenção perante um crescente número de mostradores indicando altitude, pressão, temperatura e outras variações relevantes para controlar um vôo? De que valeria esse imenso acervo de informações tratadas por equipamentos automáticos se a mente humana não tivesse modo de usar essa extensão de sua atividade, por não dispor de canal suficiente a veicular essa massa de dados concomitantemente? E ainda: se fabricássemos um aparelho para teleguiar objetos e veículos que exigisse elevada rapidez dos comandos digitais e de uma série de observações de controle, quais seriam os limites da percepção humana capazes de regular, a cada instante, as ordens emitidas pelo cérebro do operador sem provocar desastres?

Neste caso, uma observação se impõe: o organismo humano e os organismos dos animais superiores dispõem de um número elevadíssimo de controles para os mínimos movimentos do corpo: as vias proprioceptivas e extrapiramidais permitem ajustes – imperceptíveis à consciência – em frações de segundo: se isto não ocorresse, a cada gesto estaríamos inaptos a medir o seu início e término, ficando constantemente à mercê de dismetrias que nos impediriam não somente de escrever, de manipular os objetos com um mínimo de segurança mas até mesmo de executar uma locomoção regular e equilibrada.

Na medida em que se venham a criar prolongamentos externos ao próprio organismo, à guisa de próteses artificiais, é necessário considerar que os controles reguladores continuam sendo necessários. Em grande parte desses prolongamentos, podem ser instalados controles na aparelhagem externa, mas não há modo de ligar

esses controles diretamente às vias de regulação natural do organismo. Se pudéssemos reatar as regulações de aparelhos externos ao nosso sistema proprioceptivo e extrapiramidal, as soluções poderiam talvez ser menos complexas; no entanto, tudo deve passar através de outros canais, como sejam a vida exteroceptiva e piramidal, e principalmente atravessar o delicado filtro dos sistemas cognitivos centrais. Desta forma, há um ponto em que o sistema externo de controles deve penetrar no operador humano para dele receber informações ou respostas. É esse o ponto que pode tornar-se o aspecto realmente crítico, face ao volume de informações que precisariam transitar e aos limites naturais desse canal.

Suponhamos que, dentro de um exemplo já acenado, o operador deva simultaneamente acompanhar as variações de diversos mostradores: chegará a um ponto em que recorrerá a impressões gerais e vagas da situação, por não poder mais acompanhar esses indicadores, tornando-se mais prático tentar inferir dados de uma observação direta da realidade do que reconstituí-la a partir duma complexa aparelhagem.

Um problema não avaliado em toda a sua amplitude vem assim a impor-se: não basta planejar as propriedades técnicas de qualquer mecanismo, mas torna-se indispensável estudar previamente as características da máquina humana como estrutura psíquica e biológica para poder efetuar a ligação de tal maneira que o homem possa operar adequadamente.

Sobre este princípio, veio a fundamentar-se inicialmente a ergonomia, como uma perspectiva tecnológica capaz de prever e planejar máquinas e artefatos, utensílios e objetos, não mais apenas em função de algum produto ou meta externa mas em função primordialmente do operador humano.

Uma proposição dessa natureza, ainda que provocada por problemas específicos e necessidades práticas de um momento particular, evidencia de imediato uma amplitude cujas implicações podem levar a reformular por etapas o panorama da cultura humana.

Poderíamos afirmar – parafraseando e invertendo aqui o clássico postulado da biologia – que é chegado o momento de adaptar o meio ao ser humano. Pode-se então pensar que tudo o que já foi realizado no passado corresponde a uma tentativa empírica imperfeita, passível de sucessivas otimizações. A análise de inúmeros fatos corriqueiros pode-nos evidenciar esta perspectiva.

A máquina de escrever, por exemplo, não foi planejada em função das propriedades do ser humano: diversamente, não utilizaria o dedo mínimo da mão não-dominante (na maioria das pessoas à esquerda), para bater a letra mais freqüente na maioria das línguas: a letra A. Os fogões domésticos não deveriam obrigar seus usuários a se curvarem para utilizá-los, ainda sob perigo de se queimarem nessa posição. Mesas e cadeiras não foram previstas de acordo com a melhor posição para ler e escrever; sistema de iluminação, veículos, habitações e principalmente máquinas de indústrias não foram programadas – senão de modo bem rudimentar – quanto às características do operador e do usuário humanos.

A ergonomia, como a otimização do meio, dos instrumentos e do próprio trabalho ao homem, constitui uma tecnologia cuja fundamentação beneficia-se dos conhecimentos científicos existentes e em particular modo de certas diretrizes que já vinham sendo perseguidas desde o fim do século XIX. No entanto, a problematização clara dos "fatores humanos", isto é, de se orientar a programação de máquinas, equipamentos e ambientes a partir de um estudo prévio das propriedades do próprio homem, só apareceu de modo definido durante a Segunda Guerra Mundial.

Quando a guerra terminou, grupos de pesquisadores imaginaram a extensão dessas investigações e sua aplicabilidade a todos os aspectos da cultura. Seria evidentemente possível replanejar e readaptar todo e qualquer instrumento ou produto para um melhor uso do ser humano, quer considerando-o como simples usuário-consumidor, quer considerando-o como trabalhador em seu posto de trabalho. Foi nesse momento que efetivamente surgiu a ergonomia. Em 1949, na Universidade de Oxford, foi fundada a Sociedade de Pesquisas Ergonômicas; em 1954 surgiu nos Estados Unidos a sociedade dos "Fatores Humanos" e em 1961 organizou-se em Estocolmo a Associação Internacional de Ergonomia, que já levou a efeito cinco congressos mundiais até 1973 e acaba de realizar o sexto entre 11 e 16 de julho de 1976, em Maryland.

Apesar dos esforços que vêm sendo envidados desde a Segunda Guerra Mundial, é realmente a partir da década de 60 e principalmente nos últimos anos que se vem impondo e expandindo esta tecnologia, recentemente definida como a grande problemática mundial da década de 70.

Os objetivos da ergonomia por vezes dão margem a dúvidas e controvérsias. Basicamente, há um ponto capaz de suscitar discordâncias: é o papel da produtividade que, como já vimos, pode admitir duas colocações, uma extrínseca e outra intrínseca ao trabalho.

Uma percepção superficial do problema poderia nos levar a supor que a ergonomia tenha surgido como mais um requintado recurso para aumentar a produtividade extrínseca, uma espécie de taylorismo revisto e atualizado. Assim como Taylor havia encontrado recursos para ativar a mão-de-obra e obter dela maior rendimento, essa mesma posição estaria sendo aperfeiçoada a partir de uma mais ampla concepção do homem, entendido ainda como uma máquina de produção, uma mão-de-obra mais ou menos mecânica, da qual só se deve esperar certa cota de produto.

Ainda que alguns especialistas pensem em utilizar a ergonomia dentro desse escopo, não é esta a posição que a vem norteando, desde sua orientação pragmática e essencialmente humanista.

A ergonomia, por seu próprio espírito, está muito mais interessada na produtividade intrínseca, ainda que não despreze a extrínseca e positivamente contribua consideravelmente para sua obtenção.

Poderíamos talvez afirmar que a ergonomia não visa efetivamente ao aumento da "produtividade" no sentido tradicional e extrínseco, mas que este

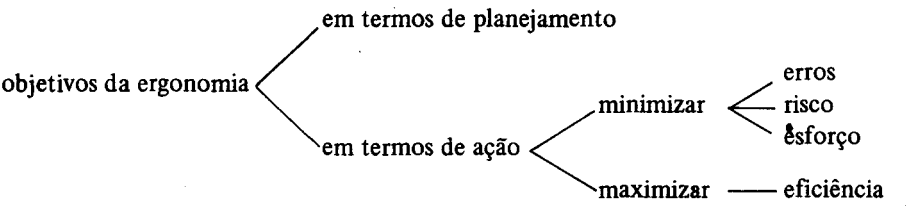
aumento decorre da ergonomia, a qual, humanizando o trabalho, o torna mais econômico pela redução de desgastes, riscos, erros e acidentes e através de maior eficiência e eficácia, alcançando conseqüentemente maior efetividade.

A ergonomia é uma tomada de posição em prol do ser humano e sua dignificação: não há coerência hoje em dia no fato de se conseguirem engenhos capazes de transcender nosso planeta e não se conseguirem produzir máquinas e ferramentas capazes de proteger seus operadores contra riscos de vida, de mutilações, de doenças profissionais ou mesmo contra esforços desgastantes ou condutas neurotizantes.

É neste sentido que se opõe ao taylorismo e o transcende, na medida em que esta posição representou o engajamento do trabalhador da forma mais racional para se alcançar maior produtividade extrínseca, utilizando-se como meio o estabelecimento de melhores condições de trabalho. A ergonomia adere a uma posição oposta e nitidamente humanista: visa-se ao bem-estar do trabalhador, à produtividade intrínseca do trabalho, obtendo-se como decorrência também um acréscimo da produtividade na acepção mais comum desta palavra.

A prioridade é, portanto, estabelecida em função do homem. Quer no momento da produção, quer no momento do consumo, devem ser oferecidas ao ser humano condições mais favoráveis à sua própria atuação, planejando-se sistematicamente, em função das características humanas, quer os instrumentos para trabalhar, quer os produtos para uso e consumo.

Nisto residem fundamentalmente os objetivos da ergonomia que poderiam, então, caracterizar-se como:



Tipificação dos aspectos e formas da ergonomia

A partir do momento em que o ser humano pode ser considerado nos dois comportamentos fundamentais de sua atividade econômica no ato de produzir e no ato de consumir – a ergonomia abarca em princípio duas grandes áreas, cujas fronteiras se tocam e se superpõem:

a) a ergonomia da produção;
b) a ergonomia do produto.

Esta classificação mais geral e abrangente não envolve na realidade substanciais diferenças metodológicas, mas define certas diferenças pragmáticas. No

primeiro caso, estaríamos replanejando o modo de trabalhar e seus instrumentos; no segundo, estaríamos reformulando produtos industriais para que o usuário possa utilizá-los com o máximo de eficiência e o mínimo de esforço, erro e risco. Assim, se um barbeador elétrico estiver sendo replanejado após um estudo aprofundado das características da pele humana, dos movimentos dos dedos e braços para manejá-lo, estaremos tentando ergonomizar um *produto* para que o seu usuário possa ser melhor atendido na atividade de consumo desse objeto; por outro lado, se resolvermos reformular as tarefas e as posições de um grupo de operários a fim de atender a uma série de exigências que poderiam passar despercebidas a um exame superficial, estaremos atuando em ergonomia da *produção.*

Nota-se que, metodologicamente, não há uma real diferença: em ambos os casos, teremos que centralizar nossa atenção no *comportamento do operador humano* e estudar em profundidade todas as variáveis psicológicas e fisiológicas implicadas no problema para encontrarmos soluções que ultrapassam em muito o chamado "bom senso" e a tradicional "racionalização do trabalho". Isto não quer dizer que pelo bom senso e pela racionalização do trabalho não se tenha já feito consideráveis melhorias; mas trata-se sempre de uma triagem grosseira, onde só se pode atuar no que é observável de um modo marcante. A ergonomia pretende trabalhar na trama de causas e fatores que escapam à primeira vista e só podem ser percebidos numa análise mais detalhada.

Discutiremos mais adiante a importância e o valor desta abordagem, mas desde já fica claro que as objeções de irrelevância desse detalhamento não têm sentido. Apelar somente para o que aparece visivelmente, seria permanecer ao nível de soluções primárias, enquanto a ergonomia já vem enfrentando e solucionando problemas que, sem essa orientação analítica, permaneceriam incompreensíveis.

Mesmo assim, o que já foi feito, comparativamente ao que há para se fazer, é ainda a clássica gota d'água no oceano. Convém não esquecer que a ergonomia tem, na prática, poucos anos de atividade e desenvolvimento, mesmo em países tecnologicamente mais evoluídos. É importante também, desde já, assinalar que – no plano heurístico – muito há para se inovar, como perspectiva de solução de problemas, por se tratar de uma atividade ainda pioneira em qualquer parte do mundo, sendo diminuta a tradição e a experiência já acumuladas. Considerando ainda que, metodologicamente, têm sido transplantados modelos e recursos anteriormente estabelecidos em diversas disciplinas, verifica-se que especialistas bem treinados em suas áreas têm um campo fértil para abordar problemas e tentar inovar soluções.

Seria difícil, no presente momento, fazer um balanço, averiguar se predomina a atuação em ergonomia do produto ou da produção. Tudo indica o predomínio deste último campo; todavia, como já foi ventilado, existe um setor em que as duas formas se superpõem. Se, por exemplo, considerarmos a ergonomia aplicável ao fabrico de um novo tipo de veículos, estaremos fazendo

ergonomia do produto – desde que venha a ser utilizado por um usuário; mas tornando-se instrumento de uma atividade profissional, teremos ergonomia da produção.

Esta é a razão pela qual a distinção entre ergonomia da produção e ergonomia do produto é geralmente definida de um modo um pouco diferente da que aqui se propõe, considerando-se a primeira a que abarca todas as operações de produção e a segunda a que envolve a utilização de objetos, veículos e ferramentas. Esta última inclui o usuário por um lado e a "ergonomia do posto de trabalho" (veja mais adiante) por outro.

Outra distinção em ergonomia é a que diferencia:

a) sistema homem-máquina;
b) sistema homens-máquinas.

Para Montmollin[1], trata-se da distinção fundamental. Destaca esse autor que, no primeiro caso, a díade um homem + uma máquina corresponde ao "posto de trabalho"; seus modelos são do tipo S-O-R[2], sendo fundamental para a ergonomia adaptar a máquina às propriedades e modificações do organismo humano. No segundo caso, o sistema homens-máquinas é representado por um conjunto e não mais por uma simples díade; seus elementos são em parte humanos e em parte não-humanos: entre os exemplos, cita-se a torre de controle e os aviões ou navios controlados. Neste sistema, no entender de Montmollin, a metodologia deveria obedecer a modelos do tipo S-R, em que o operador humano fosse tratado à guisa de *black-box* da engenharia eletrônica e cibernética[3]. Os problemas, neste caso, sendo complexos, exigem não apenas um estudo de grande número de variáveis, mas também e principalmente uma prioridade do todo, do aspecto sistêmico em relação aos seus componentes parciais, sob pena de se cometerem graves erros.

[1] Montmollin, M. *Introduction à l'ergonomie.* Paris, P.U.F., 1967. cap. 1.

[2] Na clássica formulação do neo-behaviorismo, isto representa a tríade estímulo-organismo-resposta, em que, entre a variável independente *S* (estímulo) e a variável dependente *R* (resposta), vão se interpor as variáveis *O* (organismo), isto é,variações intervenientes decorrentes de propriedade do organismo.

[3] Trata-se de um termo cibernético e designa uma área desconhecida da realidade situada entre uma entrada e uma saída de informação conhecidas e controladas. "O problema da caixa preta surgiu na eletrotécnica. É dada ao engenheiro uma caixa lacrada, com terminais de entrada aos quais pode aplicar quaisquer voltagens, choques ou outras perturbações que quiser, e terminais de saída a partir dos quais pode observar o que puder. O engenheiro deve deduzir o que puder acerca de seu conteúdo . . . Embora o problema tenha uma forma puramente elétrica, seu âmbito de aplicação é muito amplo. Um clínico que examina um paciente com lesão cerebral e afasia pode estar tentando, por meio de testes e observações de fala, deduzir algo dos mecanismos envolvidos. E o psicólogo que observa um rato em um labirinto pode agir sobre o rato com vários estímulos e pode constatar os vários comportamentos do rato: juntando os fatos, pode tentar deduzir algo acerca do mecanismo neurônico que não pode observar." Ashby, W. R. *Introdução à cibernética.* Trad. São Paulo, Editora Perspectiva, 1970.

Entre estes, cita o autor o caso do investigador que, após estudar cuidadosamente a forma e a inclinação otimizadas de um volante de caminhão, verificou que estava concluindo suas pesquisas ao mesmo tempo em que os engenheiros encarregados do problema estavam obtendo uma modalidade de direção auxiliada mecanicamente. É um exemplo que ilustra, aliás, outra característica fundamental da ergonomia, qual seja, o seu caráter interdisciplinar: o que o especialista isolado pode desenvolver corre sempre o risco de estar sendo ultrapassado pela simples colocação do problema em outra área.

Meister e Rabideau[4] propõem a seguinte classificação, ampliando a anterior:

a) a combinação do homem com seus utensílios;
b) a díade homem-máquina;
c) o sistema homens-máquinas.

Trata-se, aqui, de uma hierarquia progressiva, visto que um sistema homens-máquinas pode ser decomposto em díades homem-máquina.

A relação entre o homem e a máquina é fundamental em ergonomia.

Convém estabelecer desde logo que o termo máquina deve ser considerado numa amplitude bem maior do que tem usualmente. As definições da cibernética nos oferecem recursos ideais, na medida em que a máquina pode ser concebida como um sistema organizado que prevê um fluxo e uma circulação de informação[4].

Do ponto de vista cibernético, todo e qualquer objeto que ao emitir informação atinge e modifica o comportamento de outro objeto é uma máquina (inclusive o objeto modificado). A partir dessa modificação, poderá ocorrer uma retroalimentação (*feed-back*) que, levando informação de retorno, modificará por sua vez o agente primitivo. Este modelo básico estende ao ser humano as características fundamentais da máquina cibernética.

Com base nesta concepção, o sistema homem-máquina poderá ser facilmente definido a partir de um modelo abrangente de sistema de circulação e retroalimentação da informação.

Uma análise cuidadosa desse sistema e seu desdobramento nas diversas variáveis implicadas será sempre um bom ponto de partida para uma abordagem da ergonomia nesse nível.

A ergonomia do sistema homens-máquinas representa não apenas uma amplificação mas uma autêntica mudança qualitativa no nível do sistema considerado. Em vez do "diálogo da interface" entre um homem e uma máquina,

[4] Em cibernética, costuma-se distinguir entre a máquina de estágio inferior que utiliza energia puramente – como um forno simples, uma enxada ("máquina energética") e a máquina na qual a energia passa a veicular informação da qual se realimenta – por exemplo, a máquina a vapor que "sabe", a partir do comportamento "perceptual" de suas válvulas, como deve regular a tomada de vapor em função da variação da carga. (Veja Papert, S. L'épistémologie de la cybernétique. In: Piaget, J. *Logique et connaissance scientifique.* Encyclopédie de la Pléiade. Paris, N. R. F. Gallimard, 1967. p. 822-61.)

haverá a organização de um conjunto maior ou menor de tais díades, formando subsistemas que se intercomunicam. A ergonomia volta-se aqui para o próprio fluxo da informação globalmente concebida, independentemente das operações existentes dentro de cada díade; assim, não se preocupa mais com o modo de um operador perceber um sinal ou suportar o calor da máquina (tais problemas são de nível anterior ao sistema homem-máquina), mas com as variáveis de entrada, saída e regulação. Antes de concluir a apreciação desta modalidade de classificação, ressaltamos que nos parece incompleta se não for incluído um terceiro tipo de ergonomia ao lado dos dois anteriores: a do sistema homem-homem, e talvez um quarto, do sistema homens-homens.

Mesmo partindo da validade de se considerar o homem como uma máquina cibernética capaz de estabelecer um circuito informacional com outra máquina, a máquina humana dispõe de características autoprogramáveis e decisórias que a distinguem nitidamente das demais. É neste sentido que o homem, como sistema aberto, traz sempre na díade problemas ergonômicos específicos para o "outro" homem com o qual se relaciona: basta pensar na mobilidade de um campo semântico em sua relação com os sinais por ele emitidos e nos tipos de erro e de variações a que está sujeito em sua emissão para se compreender que este terreno, ainda insuficientemente explorado, é de uma importância fundamental, principalmente no que toca suas conseqüências para os acidentes de trabalho.

O âmbito do sistema homens-homens distancia-se do anterior (sistema homem-homem) tanto quanto o sistema homem-máquina frente ao sistema homens-máquinas. Neste nível, porém, a assimilação (sistemas homens-máquinas e homens-homens) nos parece em grande parte defensável, porque o nível metodológico centrado aqui, também no fluxo e na circulação da informação, bem como nos processos de regulação decorrentes, permite considerar certa homogeneidade entre os dois, apesar de algumas diferenças que subsistem.

J. M. Faverge propôs uma classificação de ergonomia em quatro tipos ou formas:

a) ergonomia de movimentos (ou gestual);
b) ergonomia informacional;
c) ergonomia heurística;
d) ergonomia de sistemas.

A primeira modalidade abrange a via eferente do operador humano, isto é, o sistema de respostas a nível psicomotor, envolvendo planejamento de padrão cinético, postural e todos os problemas conexos do biorritmo, da ergometria e da biomecânica. A necessidade de aprofundamento nesta área representa um problema constante hoje em dia na maior parte dos aspectos da cultura, na natureza das máquinas e ferramentas e até mesmo na maneira pela qual são construídas as habitações, os móveis e os utensílios domésticos.

A segunda modalidade relaciona-se com a via aferente, os diversos aspectos da percepção humana e os respectivos sistemas de sinais. É um campo bastante

complexo que abarca problemas vinculados a todas as formas de linguagem (desde as de um painel ou de um mostrador até as linguagens discursivas), bem como carga e sobrecarga perceptual e mental, a dinâmica da detecção, da decodificação, da interpretação e recodificação de sinais e ainda o estudo de sistema de canais existentes no ser humano (quer do ponto de vista psicológico, quer sob o aspecto sensorial, ou fisiológico).

A terceira modalidade está fundamentalmente vinculada aos aspectos do pensamento, aos fatores lógicos e centrais da cognição, cuja natureza e estrutura oferecem mais um campo de propriedades que deve ser atendido quando forem planejados instrumentos mais complexos e principalmente processos de trabalho do tipo sistemas homens-máquinas ou sistemas homens-homens.

É importante para se entender este campo averiguar que, em qualquer tarefa executada pelo homem, existem uns tantos aspectos heurísticos envolvendo soluções pessoais, que são dadas além das próprias normas para resolver necessidades as mais diversas de regulações, desde o ritmo e sucessão na modalidade de assinar e carimbar documentos num fluxo burocrático, até às estratégias de que pode lançar mão em pleno vôo um piloto, numa situação de emergência. Todo este campo também permite um estudo para elevar sempre mais o nível de decisão heurística para aspectos mais complexos.

Finalmente, a ergonomia de sistemas abrange um campo muito próximo da ergonomia do sistema homens-máquinas. A diferença consiste numa acentuação que Faverge estabelece em relação ao sistema organizacional. Neste sentido, seu campo é maior e os sistemas homens-máquinas representam apenas uma parte desse campo. As noções fundamentais sobre as quais se estabelece o estudo e a otimização ergonômica envolvem, neste caso, a *regulação* e a *previsão.*

Outras distinções:

a) ergonomia corretiva e ergonomia preventiva;
b) ergonomia experimental e ergonomia prática ou aplicada.

No primeiro caso (ergonomia corretiva), estamos realmente dentro de duas atitudes que, embora possam marginalmente superpor-se estabelecem rumos definidos. Geralmente, é mais fácil obter-se apoio administrativo das diversas organizações para corrigir do que para prever e prevenir; neste caso, porém, a ação é limitada: nem sempre há condições para erradicar aspectos mais profundos e freqüentemente a ação ergonômica corre o risco de tornar-se um mero paliativo.

Diferente é a situação da ergonomia preventiva que, para alguns, é a única merecedora desse nome. Considera-se por vezes que o âmbito corretivo, a miúde, dificilmente poderá ultrapassar o simples nível das medidas de segurança do trabalho, cujo valor é inconstestável, mas cuja eficiência ainda permanece muito aquém da otimização ergonômica.

No caso da ergonomia experimental e aplicada, cabe destacar que somente a primeira tem condições de subsistir como pesquisa básica por si só: é assim que atuam os grandes laboratórios mundiais na investigação de determinadas caracte-

rísticas psicológicas, biológicas e antropológicas, a fim de retirar leis e princípios que regem certas variações ainda pouco esclarecidas e que podem, portanto, ser aplicadas posteriormente mediante generalização num grande número de projetos concretos.

Como exemplos, podemos citar as atividades desenvolvidas em vários centros e laboratórios visando identificar problemas de percepção visual e auditiva, detecção de sinais, reação a cores, a profundidade, a relevância dos estímulos no campo e inúmeros outros problemas relativos à percepção, à investigação dos aspectos térmicos, além da reação do organismo ao ruído, à poluição e à fadiga, e de estudos sobre os níveis de carga mentalmente toleráveis, as curvas de deterioração sensorial e mental pela idade e problemas de biomecânica, de antropometria e de biologia diferencial.

O que é mais difícil é dissociar ergonomia aplicada – qualquer que seja o projeto em pauta – de uma modalidade própria e específica de pesquisa.

Daí a importância da metodologia de pesquisa entendida em seu caráter interdisciplinar e multidisciplinar, que se torna uma evidência e uma necessidade principalmente nas perspectivas de aplicação pragmática.

O Instituto de Organização Racional do Trabalho da Guanabara – IDORT-GB – como seus congêneres de outros Estados, propõe-se a realizar e proporcionar a seus associados e demais interessados:

Intercâmbio internacional
Forum de estudos
Treinamento
Assistência técnica
Revista
Biblioteca
Prêmio de organização e administração
Congressos

Sede: Praia de Botafogo 186, Rio de Janeiro, GB.