

**CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ERGONOMIA
CONTEMPORÂNEA DO RIO DE JANEIRO
(Pós-Graduação Lato Sensu – 540 horas)**

**FUNDAÇÃO COPPETEC
GRUPO DE ERGONOMIA E NOVAS TECNOLOGIAS
PARCERIA: CREA/RJ**

INTRODUÇÃO À ERGONOMIA

Prof. Mario Cesar Vidal, Dr. Ing.

APOIOS

Programa de Engenharia de Produção do COPPE
Programa de Engenharia Mecânica do COPPE
Departamento de Engenharia Industrial da EE/UFRJ
Programa de Pós-Graduação em Arquitetura da FAU/UFRJ
Associação Brasileira de Ergonomia – ABERGO



Sumário

1	O QUE É ERGONOMIA.....	3
1.1	CENAS DA VIDA DIÁRIA	3
1.2	UMA DISCIPLINA ÚTIL, PRÁTICA E APLICADA	4
1.3	PROBLEMAS RETROSPECTIVOS, PROSPECTIVOS E EMERGENTES	6
1.4	A EXPLOSÃO DA DEMANDA DE ERGONOMIA	6
2	A FORMAÇÃO HISTÓRICA DA ERGONOMIA.....	7
2.1	PRIMEIRA DEFINIÇÃO DE ERGONOMIA	7
2.2	ERGONOMIA NO PERÍODO CLÁSSICO	8
2.3	ERGONOMIA NA PRIMEIRA METADE DO SÉCULO	8
2.4	A ERGONOMIA NA II GUERRA MUNDIAL : IMPORTÂNCIA DOS FATORES HUMANOS.....	9
2.5	A ERGONOMIA NA RECONSTRUÇÃO EUROPEIA: A ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO.....	10
3	AS ERGONOMIAS CONTEMPORÂNEAS	10
3.1	INTERVENÇÃO ERGONÔMICA.....	11
3.2	MACROERGONOMIA	12
3.3	ANTROPOTECNOLOGIA	13
4	CAMPO CONTEMPORÂNEO DA ERGONOMIA	15
4.1	ERGONOMIA FÍSICA.....	16
4.2	ERGONOMIA COGNITIVA	19
4.3	ERGONOMIA ORGANIZACIONAL	22
5	FOCO E CRITÉRIOS DA ERGONOMIA	25
5.1	FOCO.....	25
5.2	CRITÉRIOS PARA A ERGONOMIA.....	25
6	AÇÃO ERGONÔMICA	26
6.1	QUANTO À ABORDAGEM: ERGONOMIA DE PRODUTO E DE PRODUÇÃO	28
6.2	QUANTO À PERSPECTIVA : ERGONOMIA DE CONCEPÇÃO E DE INTERVENÇÃO	29
6.3	ERGONOMIA DE CORREÇÃO, ENQUADRAMENTO, REMANEJAMENTO E/OU MODERNIZAÇÃO	31
7	CONCLUSÃO: UMA DISCIPLINA NOVA E POUCO TRIVIAL.....	33
8	EXERCÍCIOS.....	34
	BIBLIOGRAFIA	35

Figuras

Figura 1 :	Ergonomia como uma tecnologia de interfaces:	4
Figura 2:	Interdisciplinaridade da Ergonomia (Hubault, 1992, modificado por Vidal, 1998)	5
Figura 3 :	Esquema de uma Intervenção Ergonômica (Vidal, 1999)	11
Figura 4 :	Modelo sociotécnico em que se fundamenta a Macroergonomia	12
Figura 5 :	Campos da Ergonomia Contemporânea.....	16
Figura 6 :	O "caldeirão" da Fadiga de Grandjean.....	17
Figura 7 :	Processo perceptivo, cognitivo e motor (Gagné, 1966, modificado por Vidal, 2000)	20
Figura 8 :	Esquema elementar de uma organização.	23
Figura 9 :	As diferentes e complementares Ergonomias	27
Figura 10 :	Classificações da Ergonomia.....	28
Figura 11 :	Processos de evolução tecnológica (Vidal, 1978)	33

Índice de quadros

Quadro 1 -	Principais disciplinas formadoras do pensamento ergonômico clássico	9
------------	---	---

1 O que é Ergonomia

1.1 Cenas da vida diária

Suponha um trabalhador diante de um microcomputador: monitor, teclado, mouse, mesa, assento formam um conjunto nem sempre harmônico. As pessoas trabalham com um 386, 486, Pentium, KM-6, rápidos, coloridos, em ar condicionado, em móveis Rodoflex by Cristina. Mas a pessoa se queixa de dores lombares, nas mãos, no pescoço. Alguém sabe explicar o porquê?

Vejamus uma grande confecção onde a produção acontece num galpão de grande porte. Impera o ruído das máquinas de corte, pesponto, costura, acrescidos do calor resultante da própria edificação e das prensas de acabamento. Os resíduos têxteis formam uma poeira que reduz a iluminação geral obrigando a que cada posto tenha uma iluminação local que aumenta ainda mais a *contrante*¹ térmica e compromete a qualidade do ar. O ambiente se caracteriza ainda pelo odor de tecidos novos, alguns com muito pouco tempo de saída da tinturaria. Esta indústria tem a certificação ISO-9000 e não entende porque recebeu uma notificação da DRT.

A vida diária pode vir a ser muito injusta com um motorista de caminhão de entregas, muitas vezes ofendido por pessoas que certamente ignoram que para além do acelerar e trocar marchas, freiar e estacionar, esta atividade possui dimensões físicas como carga e descarga - dimensões mentais complexas e urgentes como o estabelecimento de itinerários sob pressão do horário de entrega e face a contingências como engarrafamentos, outros caminhões de entrega... e tendo instâncias afetivas importantes, já tudo isso se dá entre “barbeiros, navalhas e mauricinhos”, tendo ao fundo o delicioso concerto urbano de buzinas, comentários sobre a sua masculinidade em tenor, contralto e sopranos, tudo isso traspassado pela “suavidade diáfana” de motores desregulados em funcionamento...

Estes relatos acerca de situações do cotidiano pessoal ou profissional de milhares de pessoas pelo mundo afora, revela que a atividade produtiva de homens e mulheres, jovens e idosos, são ou adoentados não é tão simples como possa parecer e que deve ser objeto de algum entendimento, de um estudo mais elaborado. E é isso a que se propõe a Ergonomia: produzir esse entendimento para que as mudanças possam ser feitas, os projetos mais bem elaborados e as decisões tecnológicas melhor assentadas. A saúde das pessoas, a eficiência dos serviços e a segurança das instalações estarão, a partir daí, sendo efetivamente incorporadas à vida das organizações.

Mas, o que é Ergonomia, efetivamente?

Ergonomia, antes de mais nada, é uma *atitude profissional* que se agrega à prática de uma profissão definida. Neste sentido é possível falar de um médico ergonomista, de um psicólogo ergonomista, de um designer ergonomista e assim por diante. Esta atitude profissional advém da própria definição estabelecida pela Associação Brasileira de Ergonomia, com base num debate mundial:

*A Ergonomia **objetiva** modificar os sistemas de trabalho **para** adequar a atividade nele existentes às características, habilidades e limitações das pessoas **com vistas** ao seu desempenho eficiente, confortável e seguro (ABERGO, 2000).*

Esta definição que coloca finalidades - modificar os sistemas de trabalho - propósitos - adequar a atividade às características, habilidades e limitações das pessoas - e critérios - eficiência, conforto e segurança - necessita ser complementada por uma outra, que estabeleça qual a tecnologia a que a Ergonomia está referida ou que possua um referente de suas finalidades, propósitos e critérios. Esta tecnologia é a tecnologia de realização² de interfaces³ entre as pessoas e

¹ Ver definição deste termo mais adiante. Por ora, admitamos ser um contrante, um risco ergonômico ainda não identificado.

² Uma realização de engenharia consiste num processo contínuo e integrado de concepção, construção e manutenção de um sistema de produção.

os sistemas, melhor dizendo, estabelecendo uma relação de adequação entre os aspectos humanos presentes na atividade de trabalho e os demais componentes dos sistemas de produção : tecnologia física, meio-ambiente, softwares, conteúdo do trabalho e organização. Qualquer forma de interação entre o componente humano e os demais componentes do sistema de trabalho constituir-se-á em uma interface, sem que tenhamos necessariamente uma boa interface. As boas interfaces (adequadas) atenderão de forma conjunta, integrada e coerente os critérios de conforto, eficiência e segurança.

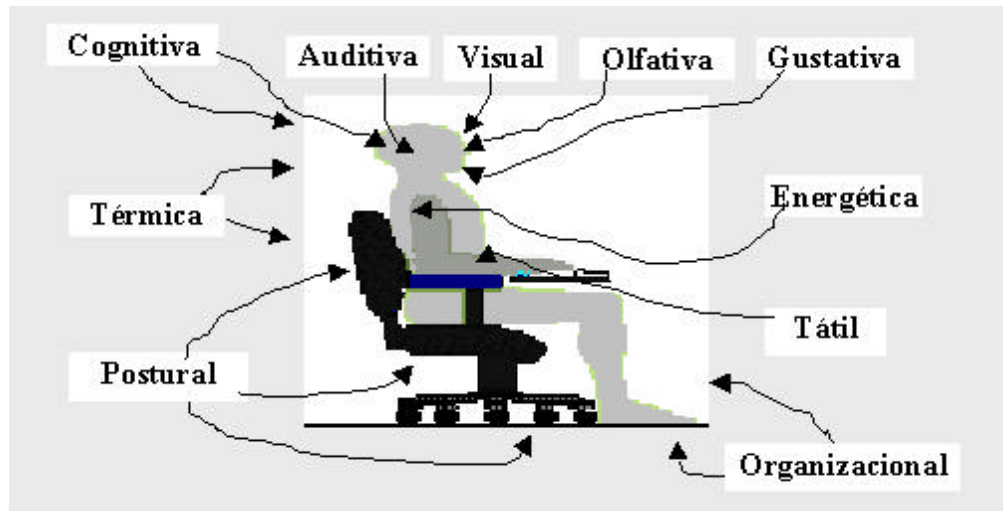


Figura 1 : Ergonomia como uma tecnologia de interfaces:

Em sua atividade de trabalho o ser humano interage com os diversos componentes do sistema de trabalho: com os equipamentos, instrumentos e mobiliários, formando interfaces sensoriais, energéticas e posturais, com a organização e o ambiente formando interfaces ambientais, cognitivas e organizacionais. O ser humano, com seu organismo, sua mente e sua psiquê realiza essas interações de forma sistêmica, cabendo à Ergonomia modelar essas interações e buscar formas de adequação para o desempenho confortável, eficiente e seguro face às capacidades, limitações e demais características da pessoa em atividade.

1.2 Uma disciplina útil, prática e aplicada

A atitude profissional que caracteriza o ergonomista tem ao mesmo tempo uma dimensão⁴ científica que traz fundamento às aplicações de uma dimensão prática que torna essa aplicação viável no mundo da produção. A combinação das dimensões científicas e práticas da Ergonomia revela sua utilidade como uma disciplina que nasceu e se estabelece voltada para resolver problemas, essencialmente. A ergonomia está, pois, exposta a dois tipos não coerentes de avaliação: avaliação sob critérios científicos acerca de suas modelagens e formulações de problemas do trabalho e avaliação sob critérios econômico-sociais do valor de suas propostas de soluções.

³ Interfaces significam os pontos de contato e troca entre dois sistemas. Num sistema homem-computador as interfaces mais óbvias são as interfaces de informação (monitor, sons, LED's, etc.) e as de comando (teclado, mouse, joystick, trackball, etc.).

⁴Empregaremos muito este conceito de dimensões. O termo está sendo tomado no sentido topológico, segundo o qual uma entidade pode ser decomposta, rebatida ou derivada em dimensões constituintes, a partir de um contexto de referência. Assim um ponto P se localiza no espaço euclidiano por sua distância à origem numa dada trajetória T. Esta trajetória pode ser complexa (curva reversa, por exemplo). Neste caso projetar a trajetória T em eixos retilíneos X, Y e Z simplifica o cálculo e a posição pode ser expressa em termos de valores x, y e z tomados sobre aqueles eixos. Neste sentido X, Y e Z são os domínios das dimensões x, y e z de que se compõe a posição do ponto P, uma forma mais fácil de trabalhar do que uma distância d sobre uma trajetória complexa T.

A superação desse duplo registro, deste paradoxo aparente está numa compreensão da Ergonomia como disciplina útil, prática e aplicada:

- Como disciplina útil, através de seus procedimentos de modelagem da realidade do uso e a incorporação de conhecimentos para a melhoria das interfaces entre os componentes humanos e os demais constituintes do sistema de produção, a Ergonomia tem tido bastante sucesso em tratar de problemas onde outras abordagens tem deixado a desejar.
- Como disciplina científica a Ergonomia através do estudo das capacidades e limitações e demais características humanas necessárias para o projeto de boas interfaces, assim como busca modelar a atividade de trabalho para garantir a qualidade operacional deste projeto. Para tanto ela situa num cruzamento interdisciplinar entre várias disciplinas como Fisiologia, a Psicologia, a Sociologia, a Linguística e práticas profissionais como a Medicina do Trabalho, o Design, a Sociotécnica e as Tecnologias de estratégia e organização. Toda esta interdisciplinaridade se centra no conceito de atividade de trabalho, o verdadeiro objeto da Ergonomia (figura 2).

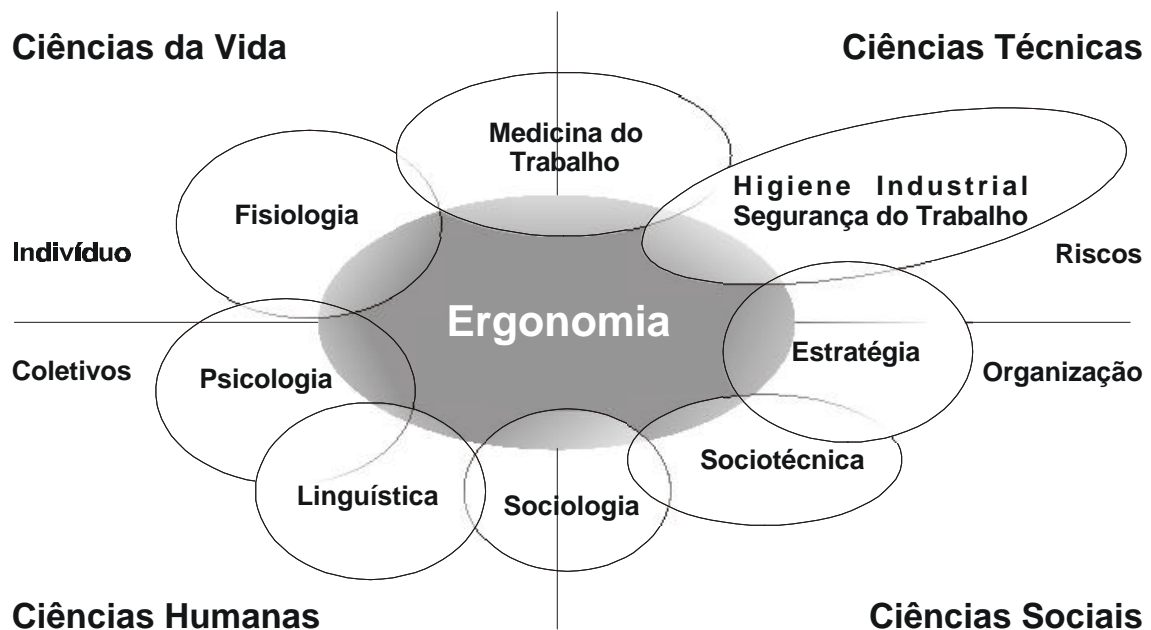


Figura 2: Interdisciplinaridade da Ergonomia (Hubault, 1992, modificado por Vidal, 1998)
A ergonomia como interdisciplinaridade interage com várias disciplinas no campo das ciências da vida, técnicas, humanas e sociais. Seus conteúdos se orientam para o design, arquitetura e engenharia, cuja inserção nesses quadrantes é basicamente a mesma.

- Como disciplina prática a ergonomia busca encaminhar soluções adequadas aos usuários, operadores e à realidade das empresas e organizações onde as intervenções ergonômicas têm lugar.
- Como disciplina aplicada ela traz os resultados dos tratamentos científicos de modelagem da realidade e de levantamento do estado da arte de problema ao desenvolvi-

mento de tecnologia de interfaces para a concepção, análise, testagem, normatização⁵ e controle dos sistemas de trabalho. São assuntos aplicados de ergonomia, portanto a concepção de sistemas de trabalho sob o ponto de vista da atividade das pessoas que nele se integram, de produtos sob o ponto de vista de uso e manuseio pelos adquirentes, de sistemas informatizados sob a ótica da usabilidade (interatividade facilitada, amigabilidade, customização etc.) de estruturas organizacionais do ponto de vista dos que nela trabalham e assim por diante.

1.3 *Problemas retrospectivos, prospectivos e emergentes*

Como uma disciplina concomitantemente útil, prática e aplicada, a ergonomia é indicada para tratar de problemas nos sistemas de produção. Empresas e organismos diversos têm podido empregar, com muitas vantagens, os serviços dos ergonomistas para intervir sobre estes diversos tipos de problemas com que a produção se defronta. Esses problemas podem ser referentes ao histórico da empresa (retrospectivos), à disposição para mudanças (prospectivos) ou mesmo urgentes e/ou desconhecidos até então (caso das emergências).

A compreensão do que está acontecendo e que requer uma intervenção ergonômica - ou seja, a construção de um diagnóstico ergonômico de um sistema de trabalho - vai requerer o levantamento de *problemas retrospectivos* como:

- custo de doenças ligadas ao trabalho;
- inadequação dos postos de trabalho ou dos ambientes;
- Qualidade insatisfatória dos produtos e dos processos de produção;
- ineficiências dos métodos de produção, de formação, de inspeção ;
- defeitos dos produtos, com conseqüente perdas de mercado e aumento do nível de reclamações dos clientes;
- funcionamento inadequado de equipamentos e softwares.

De posse de um diagnóstico ergonômico é preciso agir para adequar as diferentes interfaces. A ação ergonômica, a partir dos elementos que o diagnóstico ergonômico lhe fornece, lida com *problemas prospectivos* como:

- a concepção de novos produtos, de sistemas de produção, de novas instalações ;
- as inovações nos equipamentos: mobiliário, maquinário, instrumentos e acessórios;
- a construção da formação de novos empregados na implantação de novas tecnologias e/ou novos sistemas organizacionais;

Porém em certas passagens é necessário que o sistema de trabalho responda a situações inusitadas e tenha a capacidade de absorver fatos novos. Assim sendo a Ação Ergonômica é indicada para tratar de alguns *problemas emergentes*, sobretudo para gerar cenários de simulação de situações novas e estruturar o treinamento necessário e dali advindo.

1.4 *A explosão da demanda de ergonomia*

Constatamos que, em todo o mundo, a ergonomia tem sido objeto de uma explosão de demanda, com um número crescente de empresas solicitando consultorias e criando cargos para ergonomistas em seus organogramas. Se nos limitarmos ao Brasil, a demanda já ultrapassa bastante a capacidade de formação e treinamento hoje disponível no mercado.

Hendrick (1998), aponta ao menos quatro razões explicativas para esse quadro:

- (i) paradoxalmente um número razoável de pessoas se confrontaram com o que Chong

⁵ Assumiremos a distinção entre normalização e normatização. Por normalização entenderemos o processo de estabelecimento de uma situação em direção ao seu modo normal de funcionamento e por normatização, a introdução de normas de funcionamento.

(1996) denomina de “*voodoo ergonomics*”, no sentido da criação de ilusão de soluções fáceis. Isto produziu produtos, ambientes e processos rotulados como ergonômicos quando na verdade foram elaborados por pessoas sem uma competência certificada ou acreditada em ergonomia. Essa é uma das razões que tem levado a IEA a estabelecer como prioritária e urgente o estabelecimento de padrões de formação e de certificação profissional, uma realidade já efetiva na América do Norte e na União Européia.

- (ii) A ergonomia contribui decisivamente para que os operadores tenham as condições requeridas para executar satisfatoriamente suas tarefas. Assim sendo, a explosão da demanda por Ergonomia se explica pelo fato de que na vida cotidiana atual nos tornamos todos operadores, como o sustenta Mallet (1995). Cada um de nós “opera” diariamente alguns tipos de sistema tais como: automóveis, computadores, televisão aberta ou a cabo, telefones convencionais ou celulares. Neste sentido, é extremamente delicado considerar os aspectos humanos destas interfaces como solucionáveis pelo emprego de constatações de senso comum.
- (iii) Muitos responsáveis de empresas têm demandado a Ergonomia simplesmente por se tratar da coisa certa a se fazer, até porque essas pessoas devem pensar naquilo que seja o mais adequado para realizar os objetivos estratégicos de suas organizações;
- (iv) Finalmente, embora haja muito pouca documentação a esse respeito, até por uma falha de formação e de sistemática de trabalho dos ergonomistas, em alguns casos tem sido possível realizar uma avaliação do resultado das ações ergonômicas em termos de custo-benefício. *E essas avaliações têm sido muito positivas.*

2 A formação histórica da Ergonomia

Os primeiros estudos sobre as relações entre homem e o trabalho se perdem na origem dos tempos: em termos arqueológicos, é possível demonstrar que os utensílios de pedra lascada se miniaturizaram, num processo de melhoria de manuseabilidade e que teve por resultados produtivo, o ganho de eficiência na caça e coleta. O ganho de eficiência no processo de caça permitiu uma nova forma de divisão do trabalho podendo as mulheres se ocuparem melhor dos bebês e com isso reduzindo a mortalidade infantil (Meirelles, Comunicação pessoal). Existem também no Museu do Louvre papiros egípcios que denotam recomendações de natureza ergonômica para a construção de utensílios de construção civil, assim como desenhos de arranjos organizacionais para o canteiro de obras de pirâmides.

Em seu sentido clássico, a Ergonomia buscou primeiramente entender os fatores humanos pertinentes ao projeto de instrumentos de trabalho, ferramentas e outros apetrechos típicos da atividade humana em ambiente profissional. Mais adiante buscou-se entender, tabular, organizar dados sobre os fatores humanos que deveriam ser considerados não apenas para os instrumentos, mas para os projetos de sistemas de trabalho, como as linhas de montagem, as salas de controle, os postos de direção de máquinas (*cockpits*) e assim por diante. No seu sentido mais contemporâneo se busca entender os determinantes de uma atividade de trabalho através de contribuições num sentido ainda mais amplo, que incluem a organização do trabalho e os softwares, procedimentos e estratégias operatórias. Como se deu esse caminho, essa evolução?

2.1 Primeira definição de ergonomia

A primeira definição de Ergonomia foi feita em 1857 na égide do movimento industrialista europeu. Esta definição foi feita por um cientista polonês, Wojciech Jarstembowsky numa perspectiva típica da época, de se entender a Ergonomia como uma ciência natural em um artigo intitulado “Ensaio de ergonomia, ou ciência do trabalho, baseada nas leis objetivas da ciência sobre a natureza”. Esta primeira definição estabelecia que:

A ergonomia como uma ciência do trabalho requer que entendamos a atividade

humana em termos de esforço, pensamento, relacionamento e dedicação (Jastrzebowski, 1857).

KARWOWSKY (1991), assim descreve o texto pioneiro:

*A partir de que Wojciech Jastrzebowski da Polônia (1857) definiu ergonomia juntando dois termos gregos *ergon*= trabalho e *nomos*= leis naturais, os pesquisadores têm procurado estabelecer as leis fundamentais baseadas nas quais esta disciplina em desenvolvimento pode ser classificada como uma ciência⁶. O conceito de Jastrzebowski para esta proposta trata da maneira de mobilizar quatro aspectos da natureza anímica, quais seriam a natureza físico-motora, a natureza estético-sensorial, a natureza mental-intelectual e a natureza espiritual-moral. Esta ciência do trabalho portanto significava a ciência do esforço, jogo, pensamento e devoção. Uma das idéias básicas de Jastrzebowski é a proposição chave de que estes atributos humanos deflacionam-se e declinam devido a seu uso excessivo ou insuficiente.*

2.2 Ergonomia no período clássico

Na antigüidade aparecem algumas referências como as alusões às deformações posturais apontadas por Plaute. Neste mesmo período, anotam-se trabalhos no campo da toxicologia e da patologia do trabalho, abordando particularmente riscos físicos como os impactos do temperatura e da umidade (Villeneuve, Idade Média; Coulomb e Lavoisier, séc. XVIII), riscos ergonômicos como a adoção de posturas inadequadas (Villeneuve, Idade Média,). Entretanto, é no período dito moderno onde mais elementos podem ser aludidos dada a existência de fontes históricas mais consistentes como os estudos de manuseio inadequado de cargas (Vauban e Bélidor, séc XVII), riscos químicos como inalação de vapores e poeiras (Fourcroy, séc XVIII). Existem, também, registros de estudos de biomecânica e antropometria (Leonardo Da Vinci), trabalhos de higiene industrial, basicamente sobre ventilação e iluminamentos dos locais (Désargulires, Hales e Camus, séc XVI; D'Arret, séc. XIX) e de medicina do trabalho, tanto num âmbito específico de afecções profissionais (Ramazzini e Tissot, séc XVIII), como na epidemiologia (Villermé e Patissier, séc. XIX). Este último século é também a origem da higiene do trabalho (D'Arret, regras de higiene nas fábricas; Patissier, mentor do movimento para criação da inspeção do trabalho na França).

Importante menções cabem ser feitas ao período que circundou a chamada Revolução Industrial, que não pode ser limitada a avanços nos processos técnicos mas a toda uma evolução das formas de divisão do trabalho e das formas de interação entre pessoas e equipamentos técnicos. A passagem do *putting-out system* para as manufaturas engendrou a criação de postos de trabalho que rapidamente se diferenciaram das instalações da produção doméstica. Em seguida a instrumentação de energia possibilitada pelo sucesso da Spinning Jenny de James Watt cria novas possibilidades. Mais adiante as propostas de Adam Smith significaram postos e métodos de trabalho distintos de seus antecessores. E é nesse bojo que aparece a proposição de Wojciech Jastrzebowski, autor da primeira definição de ergonomia.

2.3 Ergonomia na primeira metade do século

A virada do século XIX para o século XX caracterizou-se pela passagem dos fisiologistas aos engenheiros como os principais agentes ergonômicos. Já no início do século a proposta de F.W. Taylor não se limitava a um novo projeto organizacional. Seu estudo sobre as pás - de capacidade maior para o manuseio do carvão, material mais leve, e de menor capacidade para o minério, material mais pesado e, sem sombra de dúvida um dos primeiros trabalhos empíricos de

⁶ A discussão sobre ergonomia como ciência, tecnologia ou arte é profunda e a esse teor vale conferir o debate animado por DANIELLOU (1996): *A ergonomia em busca de seus princípios*, Ed. Octares, França.

Ergonomia publicados que temos notícia. Isto não se deu por acaso, pois já haviam alguns estudos que permitiam esse tipo de concepção. Os fisiologistas do final do século XIX já haviam desenvolvido uma série de métodos, técnicas e equipamentos que permitiam, finalmente, mensurar efetivamente o desempenho físico do ser humano: o esfigmógrafo, o cardiógrafo, o pneumógrafo (Marey), ao mesmo tempo que se aprofundava o estudo teórico acerca do desgaste fisiológico e da energética muscular. Em relativa contemporaneidade a Taylor, J. Amar verificava, de forma experimental os princípios apontados por Taylor, então acusados de falta de embasamento. O trabalho de J. Amar, é, nesse sentido, um verdadeiro clássico sobre a fisiologia experimental do trabalho. Suas formulações constituem-se no primeiro dos paradigmas da ergonomia: o homem como transformador de energia, o motor humano, como o próprio autor denomina.

Esta interpretação mecânica serviu de paradigma científico do início do século até o início da segunda metade deste século, portanto o período de expansão da base material da produção industrial no planeta. Ela se consolida a partir de 1915 quando, na Inglaterra, foi formado um comitê destinado a estudar a saúde dos trabalhadores empregados na indústria de guerra, uma espécie de assistência técnica ao fator humano na indústria. Esse comitê, formado por médicos, fisiologistas e engenheiros, atacou, na época, uma ampla variedade de questões de inadaptação entre trabalho e trabalhadores envolvidos nessa produção. Estes resultados se mantiveram nos tempos (breves) de paz entre as duas grandes guerras.

Forma-se a ergonomia clássica imediatamente após a segunda guerra, enquanto um disciplina estruturada a partir da atividade dos grupos citados. A definição de ergonomia adotada por estas pessoas foi a seguinte: ergonomia é o estudo do relacionamento entre o homem e seu trabalho, equipamento e ambiente, e particularmente a aplicação dos conhecimentos de anatomia, fisiologia, e psicologia na solução dos problemas surgidos desse relacionamento. Esta ergonomia com seu paradigma mecânico/termodinâmico do ser humano foi o desaguar de atividades portanto milenares a partir de diversas disciplinas científicas como mostra o quadro abaixo.

Disciplinas formadoras	Autores
Filosofia (cognição)	Platão, Aristoteles
Medicina	Ramazzini, Villerme, Tissot
Físico-química	Lavoisier, Coulomb
Fisiologia do Trabalho	Amar, Chaveau, Marey
Engenharia do Produto	Da Vinci, Vauban, Jacquart
Organização	Taylor, Gilbreth, Ford

Quadro 1 - Principais disciplinas formadoras do pensamento ergonômico clássico

2.4 A ergonomia na II guerra mundial : importância dos fatores humanos

Na II guerra mundial, a falta de compatibilidade entre o projeto das máquinas e dispositivos e os aspectos mecânico-fisiológicos do ser humano se agravou com o aperfeiçoamento técnico dos motores. Foram registradas situações terríveis, agora atingindo tropas e material bélico em pleno uso. Os aviões, por exemplo, passaram a voar mais alto e mais rápido. Os pilotos, porém, sofriam da falta de oxigênio nas grandes altitudes, perda de consciência nas rápidas variações de altitude exigidas pelas manobras aéreas, e vários outros "defeitos" no sub-sistema fisiológico. Os projetistas não consideraram o funcionamento do organismo em diversas altitudes e submetidos a acelerações importantes! Como consequência, muitos aviões se perderam. A perda do material bélico era importante, vultosa e por si só justificaria esforços. No entanto, dado que o treinamento de um piloto levava dois a quatro anos, a perda de um piloto treinado se constituía em perda irreversível no duração da guerra.

Nessas novas circunstâncias foram formados, tanto na Inglaterra como nos Estados Unidos, novos grupos interdisciplinares, agora com a participação de psicólogos somados aos engenheiros e médicos. Os objetivos eram os de "elevar a eficácia combativa, a segurança e o con-

forto dos soldados, marinheiros e aviadores". Os trabalhos desses grupos foram voltados para a adaptação de veículos militares, aviões e demais equipamentos militares às características físicas e psicofisiológicas dos soldados, sobretudo em situações de emergência e de pânico. E o que nos interessa particularmente, estes estudos se baseavam na análise e nos estudos dos materiais que retornavam e no relato de seus problemas operacionais. Assim sendo, em seu nascedouro, a Ergonomia se alimentou profundamente de dados e estudos de manutenção bélica.

Segundo nos relata Iida (1990), os cientistas que haviam participado desse esforço de guerra decidiram continuar a empreitada voltando-se para a produção civil, utilizando os métodos, técnicas e dados obtidos para a indústria. Numa precursora forma de extensão universitária, são formados laboratórios universitários para atender a demandas industriais, com sucesso. Em decorrência é formada em 1947 a primeira sociedade de Ergonomia do planeta, a *Ergonomics Research Society*. Nasce a corrente de ergonomia chamada de fatores humanos (*Human Factors Engineering* ou HFE), como uma continuidade da prática acima mencionada em operações civis. Desde então a corrente HFE tem buscado responder à seguinte pergunta: o que se sabe acerca do ser humano e que pode ser empregado nos projetos de instrumentos, dispositivos e sistemas. Em suas interfaces com o operador humano a HFE, até o presente, tem sido baseada em procedimentos experimentais que vão do laboratório clássico para o estudo de fatores humanos em si mesmo até às modernas técnicas de simulação, buscando uma melhor conformação das interfaces entre pessoas e sistemas técnicos. Os principais tratados de ergonomia foram produzidos nos anos 60 tendo como dominante a abordagem HFE. Os mais interessantes a nosso ver são Woodson e Conover, (USA, 1966) e Grandjean (Suiça, 1974), aqui lançado pela Editora Qualimark sob o título "Ergonomia". Uma compilação acessível destes livros pode ser obtida em Iida, (1991). Para um uso prático de especialistas recomendamos o "Ergonomic Checkpoints" editado pela International Labour Office, em Genebra, com o apoio da International Ergonomics Association - IEA

2.5 A ergonomia na reconstrução européia: a análise ergonômica do trabalho

No período do pós-guerra surgiu uma outra vertente da ergonomia, ensejada pelas necessidades da reconstrução do parque industrial europeu dizimado. No bojo de um amplo pacto social, o projeto de reconstrução abria uma janela para o estudo de condições de trabalho, tendo como emblema a fábrica de automóveis Renault que, dadas suas características peculiares tornarse-ia um modelo da nova política industrial francesa⁷. Esta segunda vertente partiu da seguinte questão: como conceber adequadamente os novos postos de trabalho a partir do estudo da situação existente? Desta preocupação nasce em 1949 com Suzanne Pacaud, a análise da atividade em situação real, resgatada em 1955 por Obrendame & Faverge como análise do trabalho. Estes autores preconizavam que o projeto de um posto de trabalho deveria ser precedido por um estudo etnográfico da atividade e mostravam o distanciamento entre as suposições iniciais e o auferido nas análises. A proposta veio a ser formalizada somente em 1966 por Alain Wisner⁸ já como Análise Ergonômica do Trabalho (AET).

3 As ergonomias contemporâneas

A década de 1970 marca a passagem definitiva da análise situada para o campo da ação com uma crescente integração da ergonomia na prática industrial, para o que, foi decisivo o mesmo ambiente que engendra o movimento pela gestão da qualidade. Surge em especial na Europa um conceito novo, a **intervenção ergonômica**, hoje expressão corrente nos EUA, Japão,

⁷ A Renault efetivamente é a primeira indústria francesa a criar um laboratório industrial voltado para temas de ergonomia

⁸ Professor Emérito de Ergonomia do *Conservatoire National des Arts et Métiers*, Paris, França. Foi um dos principais responsáveis pela formulação e desenvolvimento hodierno do método de Análise Ergonômica do Trabalho, sendo ainda o formulador do conceito e do método da antropotecnologia.

França, Alemanha, Canadá, Suécia e Brasil, apenas para citar os países onde existe um maior avanço da ergonomia. As mudanças de paradigmas econômicos, no limiar dos anos 80, ampliaram este quadro fazendo brotar duas novas considerações que dão à ergonomia seu formato atual da ação ergonômica. A primeira delas nos Estados Unidos e Países Nórdicos, preconiza que os projetos de melhoria ergonômica são mais bem sucedidos numa perspectiva maior e inseridas na estratégia organizacional, e que foi chamada a partir de 1990 de **Macroergonomia** (Brown Jr., 1990). A segunda nova vertente amplia este mesmo debate para o nível das contingências sociais e culturais, a que uma empresa está afeita no seu ambiente mediato e que foi cunhada por seu autor em 1974 de **Antropotecnologia** (Wisner, 1974, 1980). Examinemos, pois, estes três formatos da ação ergonômica contemporânea.

3.1 Intervenção ergonômica

O conceito de intervenção ergonômica inicialmente desenvolvido pela escola francesa de Ergonomia (Wisner, 1974, Duraffourg et al. 1977; Guérin et al. 1991) é hoje uma forma internacional de atuação do profissional que trabalha com a ergonomia⁹. A efetividade da ergonomia consiste no fato de resultar em transformações positivas no ambiente de trabalho (ambiente aqui tomado em seu sentido amplo, o que inclui a tecnologia e a organização como seus componentes). Segundo um consultor norte-americano contemporâneo (Burke, 1998), o trabalho de preparar um diagnóstico é irrelevante se este não criar mudanças positivas. Isto significa que a intervenção ergonômica é uma tecnologia da prática que objetiva modificar a situação de trabalho para torná-la mais adequada às pessoas que nela *operam*. Diferencia-se desta forma de estudos e análises de caráter apenas descritivo ou sem comprometimento de fato com as mudanças no trabalho, como a produção de laudos ou diagnósticos puramente acadêmicos.

3.1.1 Caracterização

O que caracteriza uma intervenção ergonômica é a construção que vai viabilizar a mudança necessária, e que possa inserir os resultados da ergonomia nas crenças e valores das organizações que as demandam e recebem os seus resultados. Esta construção divide a intervenção e se realiza em distintas etapas: a instrução da demanda, a análise da atividade e dos riscos ergonômicos, a concepção de soluções ergonômicas, a implementação das soluções ergonômicas e a implementação ergonômica (figura 3)

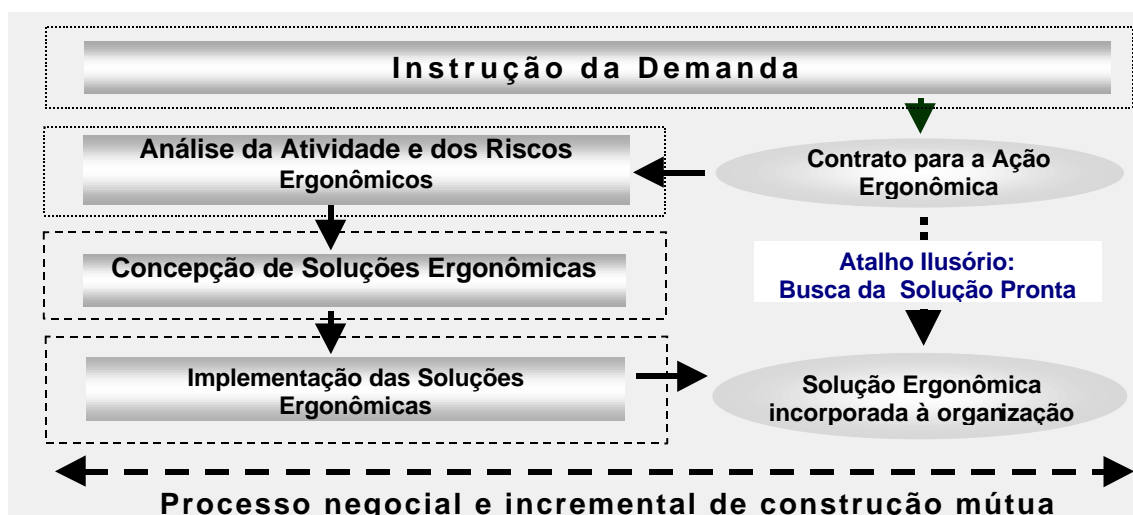


Figura 3 : Esquema de uma intervenção ergonômica (Vidal, 1999)

A instrução da demanda compreende todo o encaminhamento contratual da intervenção, o que passa pelo ajuste e foco do problema, identificação do processo de tomada de decisão na

⁹ A expressão é empregada em realidades diversas como Estados Unidos, Suécia, Japão Austrália e Brasil.

organização, levantamento dos recursos humanos para formar a consultoria interna, e determinação das formas de apresentação de resultados.

A análise da atividade e dos riscos ergonômicos consiste no conjunto de coletas de dados e informações que permitem ao ergonomista realizar as modelagens necessárias para prover mudanças no ambiente de trabalho. Por risco ergonômico entenderemos a condição ou a prática que traga obstáculos à produtividade, que desafie a boa qualidade ou que traga prejuízos ao conforto, segurança e bem estar do trabalhador.

A etapa de concepção de soluções ergonômicas varia de acordo com a natureza do problema e da forma com a demanda foi instruída e ainda dos resultados da fase anterior.

A implementação ergonômica se constitui na fase final de uma intervenção.

3.1.2 Utilidade

Os trabalhos em ergonomia têm uma dupla vertente: científica e prática. Os resultados práticos se traduzem nas mudanças implantadas nas organizações onde as intervenções são realizadas. Do ponto de vista científico os resultados das intervenções ergonômicas vão interagir nos diversos campos e áreas do conhecimento. Numa intervenção em uma agência de notícias (Pavard et al.,1980), a finalidade era realizar um rearranjo das instalações para torná-la compatível com os procedimentos de editoração eletrônica em redes e da estrutura dinâmica de uma grande redação de jornal. O resultado da intervenção foi efetivamente um rearranjo, porém o estudo no qual se baseou permitiu uma discussão conceitual em arquitetura (Dejean, 1981), teórica em psicologia (Pavard, 1982) e mesmo metodológica em ergonomia (Guérin et al.,1981).

3.1.3 Praticidade

A ergonomia é uma disciplina para a ação sobre o real, e, como tal, se expressa de forma especialmente pertinente para os projetos de mudanças na tecnologia física e de gestão. Os desdobramentos de uma intervenção ergonômica, no âmbito científico e tecnológico podem ser muitos, mas o que confere a uma ação no ambiente de trabalho, o caráter de intervenção ergonômica é o resultado materializado num projeto implantado de mudanças para melhor. Assim, uma intervenção cujo resultado aparentemente pífio seja a redefinição de especificações da compra de mobiliário (Santos e Palmer, 1992) é ergonômica na medida em que atinge um resultado em termos de boas modificações da situação de trabalho; inversamente, uma profunda reflexão detalhada e interessante sobre as dimensões psíquicas dos maquinistas ferroviários sem repercussões concretas (Moscovici, 1977) não caracteriza uma intervenção ergonômica¹⁰.

3.2 Macroergonomia

3.2.1 Caracterização

O ensinamento básico da macroergonomia é que as organizações precisam buscar um equilíbrio sociotécnico entre pessoas, tecnologias e organização

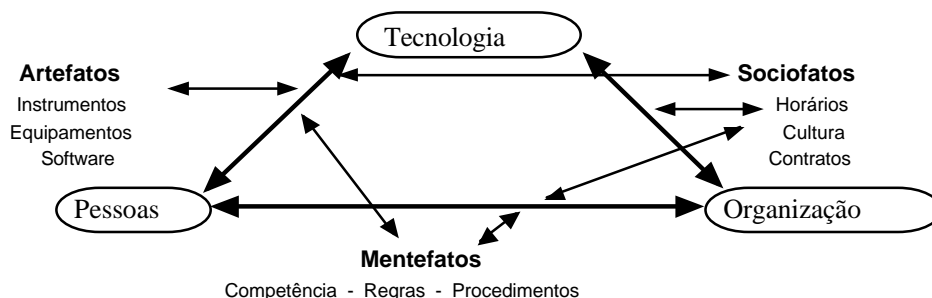


Figura 4 : Modelo sociotécnico em que se fundamenta a Macroergonomia

¹⁰ No jargão de Ergonomistas chamamos a trabalhos desta natureza de “Maionese”.

3.2.2 Utilidade

A macroergonomia aparece como uma resposta mais ampla da Ergonomia sobretudo nos Estados Unidos, nos estertores do significativo crescimento da venda de produtos industriais japoneses no mercado americano. As missões de estudo de Juran e Crosby ao Japão, que acabou engendrando o hoje conhecido movimento pela Qualidade Total, revelava uma necessidade maior do que um grande esforço normativo de ajuste dos processos. Sem chegar a contrariar as demonstrações de Woodward (1974), que mostrara que uma mesma tecnologia poderia ser enquadrada sob diversas formas organizacionais, os principais autores desse campo (Brown Jr., 1980, Hendrick, 1991 e Imada, 1991) sustentam que num agente microeconômico deve-se buscar uma relação de adequação entre a tecnologia e a organização. Não por acaso o ambiente dessa discussão se dá na Califórnia dos anos 80, quando da vinda de dois pesquisadores para Berkeley oriundo do Tavistock Institute, um dos centros formuladores do conceito de sociotécnica.

Numa comunicação no Rio de Janeiro, Brown Jr. (1995) assinalou que este processo levou os setores estratégicos das empresas americanas a reconhecerem as necessidades de mudanças e estas requeriam processos de aceitação e de institucionalização das modificações. Já anteriormente Imada (1991) havia sublinhado que os germes da internacionalização da economia - mudança da natureza dos negócios, o crescimentos destes no plano mundial, as mudanças no perfil da mão-de-obra bem como a formidável vaga de introdução de novas tecnologias - uma forma incipiente de Internet, a Bitnet já operava desde 1986 - já estava induzindo as organizações a se converterem em estruturas mais achatadas, com três ou quatro níveis de decisão entre o top e o operacional, orientadas para o funcionamento em rede e essencialmente mais participativas. Para Brown Jr. esse novo ambiente é propício para a introdução de conceitos e princípios da Ergonomia, porém numa forma distinta do que até vinha sendo feito (intervenções pontuais e/ou localizadas), mas numa perspectiva de elaboração de programas de ergonomia, incorporada como um valor e uma crença na organização, sobretudo face à imperiosidade de implantação de novas tecnologias num período curto de execução e obtenção de resultados.

3.2.3 Praticidade

Ao longo do CESERG detalharemos uma série de métodos de inspiração macroergonomica, dentre eles nossa contribuição pessoal, o método negocial e incremental do GENTE/COPPE - MENINGE.

3.3 Antropotecnologia

A Antropotecnologia é a combinação de aspectos ergonômicos e macroergonômicos envolvidos numa transferência de tecnologia. O termo foi cunhado por Alain Wisner que realizou estudos em mais de vinte países incluindo alguns relativos à realidade brasileira.

3.3.1 Caracterização

A construção da noção de antropotecnologia nasce de uma ação ergonômica numa empresa petrolífera cuja extração de óleo se dava em distintos países e com leis e costumes diversificados. A empresa encontrava dificuldades para se adequar a este esquema que lhe impunha uma taxa de emprego autóctone para explorar o óleo. “*Não conseguimos sequer candidatos a emprego que sejam aprovados no exame admissional*”, lamentavam seus dirigentes. E nesta ação ergonômica foi verificada um extremo rigor admissional, o que fazia com que os vários candidatos a emprego terminassem por serem rejeitados. Ocorria que o equipamento - importado - exigia um grau de esforço elevado, para o que já seria difícil generalizar este emprego mesmo nos países de onde advinha a tecnologia. O problema era apenas minimizado por exemplo nos Estados Unidos ou no Canadá pelo fato desta tecnologia já se encontrar implantada há tempos. A ação ergonômica, re-estruturando parcialmente a atividade no *derrick* e verificando a exigência real de esforço nas ações características do processo, permitiu a flexibilização das normas de contratação, beneficiando a mão-de-obra local.

Os estudos subsequentes em antropotecnologia (Wisner,1985), mostraram os fracassos, parciais ou totais, de muitas experiências de transferência de tecnologia, que se traduziram por baixas taxas de utilização dos equipamentos, uma qualidade medíocre dos produtos, inúmeras panes nos equipamentos, acidentes também freqüentes e patologias técnicas diversas.

Tais problemas têm origens das mais diversas tais como:

- problemas ligados às condições geográficas, por exemplo : efeitos do clima quente e dos transportes e a qualidade ruim dos meios de transporte (Abraham, 1986);
- a instabilidade da distribuição de eletricidade (Aw,1988);
- dificuldades de obtenção de peças de reposição(Sahbbi, 1984);
- políticas de manutenção inadequadas e formação insuficiente dos trabalhadores para o uso e manuseio dos artefatos, mentefatos e sociofatos característicos da tecnologia transferida (Santos, 1985);
- das regras e práticas de mercado características (Vidal, 1985);
- das formas de conversa e entendimentos dentro e fora do processo de trabalho (Langa, 1995, Mhadi, 1996).

Ainda segundo Wisner (1985) os processos de transferência de tecnologia são na maior parte das vezes parciais. Os equipamentos são importados, mas a organização, os serviços de manutenção, a formação dos operadores ou técnicos e a documentação que acompanha os dispositivos técnicos é inadequada ou incompleta. O domínio de uma tecnologia transferida só é possível, segundo o professor francês, quando os dispositivos técnicos, a organização do trabalho e a formação dos trabalhadores sofrem um processo global de reconcepção, que leva em consideração as dificuldades locais e os recursos naturais e industriais disponíveis como trunfos para manter a variabilidade sob controle (Vidal, 1985). Assim a capacidade do tecido industrial¹¹ de adaptar, ajustar ou reparar os equipamentos, bem como de fornecer peças de reposição, a capacidade das instituições de pesquisa de produzir novos conhecimentos, a competência em gestão, a organização do trabalho adotada e as competências dos trabalhadores têm um papel central para o domínio das tecnologias transferidas.

3.3.2 Utilidade

A quase totalidade das pesquisas em Antropotecnologia realizadas no CNAM/Paris entre 1985 e 1991, mostraram que a importação de tecnologia atinge graus de sucesso extremamente diversificados. Aqui mesmo no Brasil temos desde um sucesso absoluto como a apropriação de tecnologia televisiva até um fiasco retumbante como os antigos trens húngaros da ligação ferroviária Rio - São Paulo. Esta constatação nos coloca diante de uma interrogação: porque uma tecnologia eficaz nos EUA ou França apresentaria problemas no Brasil? O que deveríamos levar em conta numa análise da tecnologia original? Que providências tomar para garantir o sucesso nesta importação?

A resposta a esse conjunto de questões é naturalmente difícil e qualquer tentativa apresada neste âmbito é leviana. Existem muitos casos simétricos ao fracasso, onde a implantação sai bem melhor que a encomenda. Em outros casos, existe a capacidade de apontar soluções originais para nossos problemas como é o caso da tecnologia e da infra-estrutura de motores a álcool, uma produção nacional que mereceria maiores reflexões de caráter histórico. Isto significa que o tema transferência de tecnologia é vasto e complexo e que requer uma metodologia pertinente ao

¹¹ Os tecidos social e industrial compreendem os suportes sociais e técnicos que contribuem direta ou indiretamente ao funcionamento e à manutenção dos dispositivos técnicos e assim ao domínio de uma tecnologia. O tecido social fornece suportes como o aparelho de formação e o contato com grupos profissionais e orientação técnica. O tecido industrial fornece a infra-estrutura técnica, ou seja, a rede rodoviária. as peças de reposição e as empresas de manutenção e reparos (Rubio, 1990).

seu estudo.

O estudo ergonômico de casos onde a tecnologia somente funciona adequadamente no período da partida do equipamento ou unidade permite esclarecer certos aspectos complexos na transferência de tecnologia. A partida (*start-up*) é uma exigência dos contratos "turn-key" (literalmente: chave-na-mão) onde a transferência é considerada realizada após a demonstração da capacidade de funcionamento dos dispositivos. Uma equipe do país vendedor é deslocada para o comprador no período de inauguração. Esta equipe é composta por um pessoal experiente tanto para a operação como para a manutenção, assim como, eventualmente, o pessoal da equipe de projeto que introduziu algumas modificações no projeto inicial. Trata-se de uma equipe de excepcional valor, capaz de fazer com que o dispositivo efetivamente funcione. Porém no dia seguinte do retorno desta equipe, nada mais funciona a contento, uma vez que o pessoal local, que a substitui, está longe de dispor dos mesmos saberes teóricos e práticos, mesmo nos casos onde tenha existido um programa sério de formação e treinamento (o que nem sempre ocorre). A origem deste grave problema se liga à sub-estimativa das atividades cognitivas de controle e de manutenção dos automatismos, das competências requeridas aos operadores e também à insuficiente conscientização das dificuldades de funcionamento ligadas à geografia da implantação que já discutimos mais acima. Estes fatos explicam porque, e em que medida, é necessário reconceber os dispositivos aos invés de transferi-los.

3.3.3 Praticidade

O campo da Antropotecnologia tem sido mais efetivamente um campo de estudos do que um campo de realizações até porque estas ações não correm isoladamente de outros processos nas organizações. Em geral a compra de tecnologia é um processo estabelecido nos mais altos escalões da empresa ou da organização e a Ergonomia infelizmente não é suficientemente aprendida nestes espaços de decisão.

4 Campo contemporâneo da ergonomia

A definição hoje internacionalmente aceita (ABERGO, 2000) chama a atenção para três aspectos: o tipo de conhecimento e suas inter-relações, o foco nas mudanças e os critérios da ação ergonômica. A consideração destes aspectos configura contemporaneamente a Ergonomia como uma disciplina de *síntese* entre vários aspectos do conhecimento sobre as pessoas, a tecnologia e a organização. Numa *boa* ergonomia a antropometria física (as dimensões estáticas e dinâmicas do corpo), a fisiologia do trabalho (o funcionamento de nossos sistemas fisiológicos em diversos regimes), a psicologia experimental (a percepção de sinais, a discriminação de índices, a leitabilidade de instrumentação) a higiene e a toxicologia (os riscos envolvidos nas atividades) contribuem com a adequação da tecnologia e da organização do trabalho aos trabalhadores reais. Na realidade, não se pode adequar o trabalho ao ser humano se não se sabe de que ser humano se trata, portanto, que características, habilidades e limitações estamos nos referindo? E para falar de um trabalhador real, estamos nos referindo a um operador efetivo numa situação bem definida.

Por exemplo, um trabalhador de 1,70 m não tem como alcançar adequadamente uma estante situada a 2,20 m do chão. Se o fizer seu manuseio será certamente impróprio podendo causar queda própria ou do objeto manuseado. Vemos aqui que as perdas materiais e os acidentes podem ter a mesma origem. Porém este trabalhador entende que não poderá deixar cair a caixa de lâmpadas que tenta retirar desta estante. Por falta de uma escada ou acessório equivalente pode ser levado a improvisar com o que esteja disponível. O acessório inadequado poderá também causar os mesmos problemas – ou piores! Vemos aqui que a organização do trabalho também pode agravar uma inadequação antropométrica que já não tenha sido considerada. E não basta dispor de um acessório fixo para este operador de 1,70 m pois ele pode ser substituído por um de 1,60m no próximo plantão. Imaginem se tivermos que escolher a altura do pessoal como critério de formação de equipes ...

Para uma ordenação desse campo empregamos uma classificação destes conteúdos, sugerida pela *International Ergonomics Association* (IEA): ergonomia física, cognitiva e organizacional. Para simplificar essa divisão subdividiremos a ergonomia física em ergonomia do posto e ergonomia ambiental, formando assim nossa divisão de conteúdos (figura 5).

Esta classificação tem apenas finalidades didáticas para compreensão de conceitos. Uma realidade de trabalho é um sistema complexo onde cada um dos aspectos intervêm a seu modo porém de forma interdependente ou *sistêmica*.

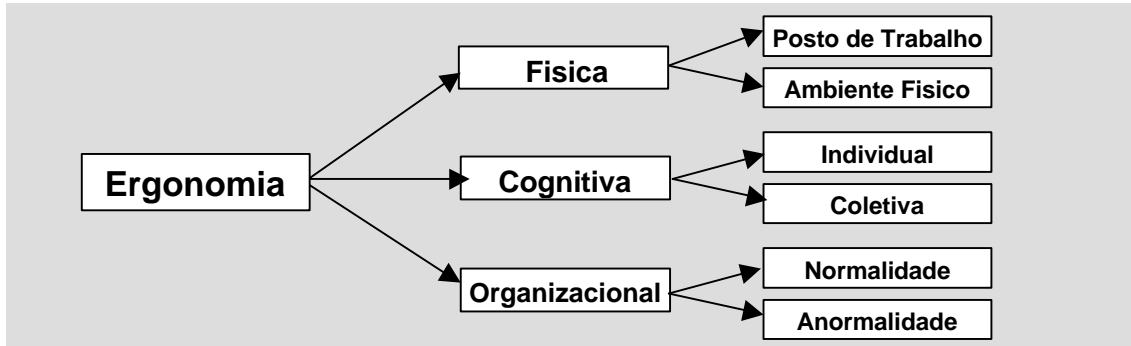


Figura 5 : Campos da ergonomia contemporânea

Assim sendo, podemos formar uma base de conhecimento em ergonomia através dos constituintes físicos, cognitivos e organizacionais, mas sem esperar que cada um destes elementos influa de forma isolada e comportada na realidade complexa do trabalho.

4.1 Ergonomia física

Por ergonomia física entenderemos o foco da ergonomia sobre os aspectos físicos de uma situação de trabalho. E eles são inegavelmente reais: trabalhar engaja o corpo do trabalhador exigindo-os de várias formas ao longo da jornada de trabalho. A ergonomia física busca adequar estas exigências aos limites e capacidades do corpo, através do projeto de interfaces adequadas para o relacionamento físico homem-máquina : as interfaces de informação (displays) as interfaces de acionamentos (controles). Para tanto são necessários diversos conhecimentos sobre o corpo e o ambiente físico onde a atividade se desenvolve.

4.1.1 Caracterização

Numa primeira simplificação, consideremos que o corpo tem um sistema músculo-esquelético movimentado por uma central energética. O sistema esquelético confere ao corpo suas dimensões antropométricas: estatura, comprimento dos membros, capacidades de movimentação limitadas, alcances mínimos e máximos. Por óbvio que possa parecer, um dos aspectos mais importantes da Ergonomia é que o posto de trabalho, seus utensílios e elementos estejam de acordo com as dimensões do ocupante do posto de trabalho. Nisto consiste o capítulo da antropometria como disciplina fundamental da ergonomia. A inadequação antropométrica produz o desequilíbrio postural estático, fator causal das LER/DORT, mas igualmente a de lombalgias, ciáticas e outros problemas fisiátricos.

Para que o sistema esquelético se movimente e se mantenha em determinadas posições, a ele está acoplado o sistema muscular que pode ser primariamente assimilado a um conjunto de cabos extensores em oposição. O sistema muscular tem a propriedade de poder se contrair e inversamente se distender e essa propriedade requer consumo de energia, provida ao corpo pelo metabolismo, que é a maravilha da natureza que transforma alimento e ar em energia no interior do organismo. A atividade de trabalho deve estar adequada às possibilidades musculares e do metabolismo humano e nisto consiste o segundo capítulo da ergonomia física, a saber a fisiologia do trabalho. Retomando um exemplo já citado, o desconhecimento da fisiologia produziu problemas para os aviadores, mas o mesmo se deu com mineiros, empregados em linhas de monta-

gem e mais recentemente no pessoal de escritório. As inadequações fisiológicas agravam e ampliam os problemas de inadequação antropométrica já aludidos.

Finalmente este organismo músculo-esquelético e dotado de um sistema de transformação de energia, um metabolismo interage com o ambiente em que se encontra realizando uma homeostase, suando no caso de temperaturas elevadas, sentindo odores e sabores, sendo facilitado ou dificultado nessa integração ao *locus* da atividade pela qualidades acústicas e lumínicas deste ambiente. Estabelece-se um domínio de conhecimentos de ergonomia ambiental, também podendo ser chamado de ecologia humana.

Trata-se de um grande capítulo da ergonomia e que responde pela maior parte dos trabalhos e livros até hoje publicados. Exatamente por isso é uma tarefa quase impossível sintetizar este campo. Neste sentido nossa opção é de , neste momento, ilustrar o campo com o esquema global proposto por Grandjean (1977).

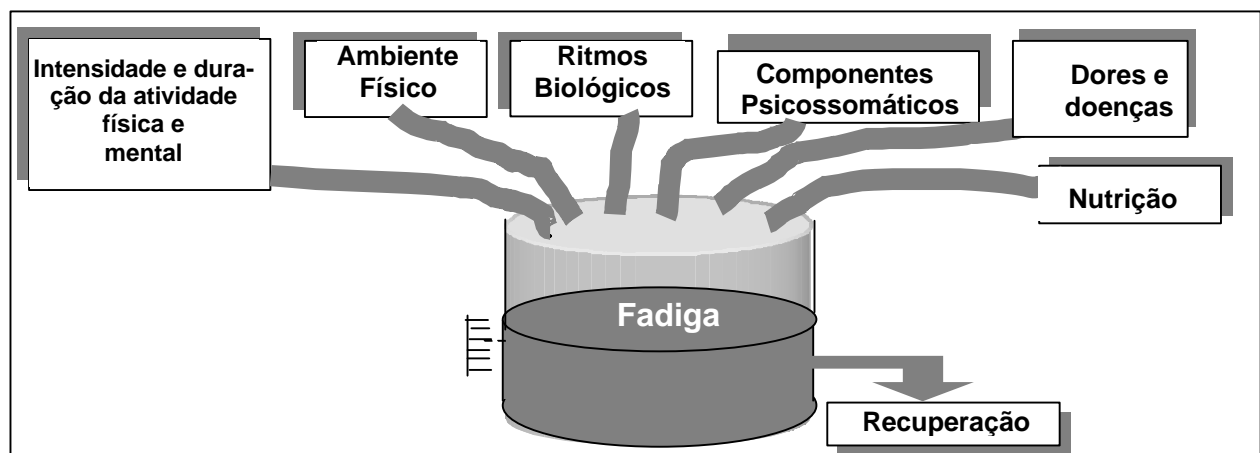


Figura 6 : O "caldeirão" da Fadiga de Grandjean

Os temas mais freqüentemente estudados pela ergonomia física têm sido: (a) Posturas desfavoráveis (b) Força excessiva demandada (c) Movimentos repetitivos (d) Transporte de cargas

4.1.2 Utilidade

A utilidade da ergonomia física está na contribuição decisiva que fornece a muitos problemas verificados nos sistemas de trabalho. No campo dos postos de trabalho, problemas antropométricos e posturais efetivamente se verificam numa grande quantidade sejam eles industriais, agrícolas ou de serviços. Nos dois primeiros a atividade é em geral agravada pelo fato das tarefas comportarem igualmente uma importante parcela de manuseio de materiais. As contribuições da ergonomia física, nesse aspecto, têm sido muito grande, tanto que o Governo dos EUA acaba de promulgar um vasto programa de ação ergonômica a nível governamental, com uma série de incentivos para as empresas que adotarem programas de ergonomia com uma forte conotação neste campo da ergonomia física¹².

No campo ambiental, aqui significando o meio-ambiente de trabalho, a ergonomia tem igualmente grandes contribuições para o agenciamento adequado desses ambientes. A mais importante delas está em que ao se colocar as mudanças necessárias a partir de seu ponto de vista -

¹² Naturalmente não se trata de altruísmo ou consciência ergonômica pura. Os custos sociais dos distúrbios músculo-esqueléticos pularam, naquele país, de 2,1 bilhões de dólares em 1997 para cerca de seis milhões em fins de 1999. Somadas com as lombalgias e outras disfunções fisiátricas, a conta já ultrapassa os 9 bilhões de dólares. Por outro lado existe o poderoso *lobby* das seguradoras que vêm aumentar seus custos sem poderem repassá-los aos segurados de forma mecânica. Quanto a nós, brasileiros, e guardadas as devidas proporções, nada existe que nos poupe de estarmos diante de um quadro no mínimo análogo ao dos americanos do norte.

o da atividade - e com sua orientação tecnológica - adequação das interfaces, pode prevenir problemas decorrentes das mudanças apenas parciais e por isso mesmo seus efeitos se situam entre insuficientes e inócuos.

4.1.3 Praticidade

No campo dos postos de trabalho, as especificações da Ergonomia física se orientam para modificações do contexto físico do trabalho que evitem a produção de esforços excessivos ou inadequados como os movimentos repetitivos. Essas especificações colocam como exigência, em geral, reconfigurações do posto de trabalho que irão implicar em mudanças na tecnologia física que muitas vezes podem se tornar inviáveis do ponto de vista financeiro, como, por exemplo, elevar ou abaixar uma plataforma, ou ainda modificar toda uma instalação.

Algumas vezes isso é feito pois a previsão positiva de resultados o permite. Em algumas fábricas da Renault Veículos o automóvel em linha de montagem é rebatido sobre o plano vertical de forma a facilitar o acesso do operário para tarefas na parte inferior do mesmo. Em outras situações até mesmo o tipo de fornecimento dos componentes técnicos pode vir a se tornar um entrave. Num estudo para reforma da cabine de uma ponte rolante (Bezerra e col., comunicação pessoal) chegaram a propor uma alternativa de desenho que satisfazia a uma série de requisitos ergonômicos. Isso envolveria o redesenho da console de comando, incluindo a reconcepção do cabeamento inserido dentro de uma carenagem semicilíndrica que se posicionava exatamente entre as pernas do operador. Mesmo o protótipo tendo sido aprovado com sucesso nos testes experimentais, o fabricante da console não aceitou as modificações propostas e o projeto teve de ser ajustado a esse tipo de *contrante*.

No campo dos ambientes as especificações da ergonomia física desaguam em recomendações relativas à higiene - manter o ambiente em um estado que não agrida a integridade do organismo - mesmo do conforto ambiental, buscando as melhores condições possíveis para o desempenho da atividade. Em certos casos o aspecto de eficiência ambiental se torna crucial. Normativamente esse tema vem sendo tratado pelo estabelecimento de padrões ambientais que estabelecem níveis de ruído, temperatura, iluminação, qualidade do ar e demais aspectos aparentemente de fácil normalização. No entanto é enorme a dificuldade de se trabalhar, sob o prisma da adequação com limites de tolerância a agentes agressores, já que entre as faixas de conforto e as faixas de tolerância de um parâmetro ambiental se estabelece uma região de nebulosidade: os limites superiores de conforto jamais coincidem com os limites de tolerância. Tomemos o exemplo acústico: um limite de tolerância estabelecerá um patamar abaixo qual não existiriam danos à pessoa. Como sustentar que um local de trabalho com nível de ruído próximo a este limite permita o bom desempenho da atividade?

Uma especificação adequada de ambientes físicos, naturalmente terá como balizamentos os padrões ambientais normalizados - que é para que servem as normas - mas procurará enriquecê-las com considerações ergonômicas relativas à atividade, como no exemplo já citado. Na prática a cooperação entre ergonomistas e higienistas industriais é de inegável interesse para ambas as partes, ganhando com isso tanto a empresa como seus empregados.

Assim sendo a praticidade das especificações de Ergonomia Física, sempre necessária, nem sempre é trivial e automática, decorrente das constatações do diagnóstico ergonômico. Ela vai requerer uma boa combinação de criatividade, argumentação e pertinência da parte do ergonomista. Pertinência de tratar problemas existentes e inequívocos; argumentação para convencer, sensibilizar e demonstrar as vantagens da proposta; e criatividade para encontrar boas soluções, propostas que não resolvam um problema criando outros desconhecidos ou inesperados.

4.1.4 Aplicações

O campo da ergonomia física, do ponto de vista de sua aplicabilidade, vai se consubstanciar na realização de especificações relativas ao posto e ao método de trabalho, bem como sobre o ambiente.

Essas aplicações se destinam primariamente ao projeto de novos postos de trabalho e especificações ambientais. Uma segunda ordem de aplicações tem se situado no campo normativo, com vários trabalhos de ergonomistas sendo incorporados pelos comitês e comissões de normalização. Numa terceira linha de aplicações, estudos e propostas de ergonomia têm sido mobilizados para sensibilização das esferas dirigentes, conscientização e envolvimento dos funcionários e mesmo orientações específicas sobre o agenciamento do posto pelos próprios operadores, tal como um operário mais qualificado regula seu equipamento e instrumentos de trabalho. Num último porém crescente campo de aplicações, análises ergonômicas têm subsidiado a elaboração de programas de atividades compensatórias como escalonamento de pausas para repouso, exercícios e alternâncias de várias ordens - lazer, yoga, etc.

4.2 Ergonomia cognitiva

A cognição trata da ergonomia dos aspectos mentais da atividade de trabalho de pessoas e indivíduos, homens e mulheres. O olhar do ergonomista não se contenta em apontar características humanas pertinentes aos projetos de postos de trabalho ou de se limitar a entender a atividade humana nos processos de trabalho de uma ótica puramente física. Nesse movimento de idéias apreende-se - o que os filósofos gregos já discutiam - a importância dos atos de pensamento do trabalhador na consecução de suas tarefas. E com isso, apreendemos que os trabalhadores não são apenas simples executantes, são capazes de detectar *sinais* e *indícios* importantes, são operadores competentes e são organizados entre si para trabalhar. E que, nesse contexto, podem até cometer erros.

4.2.1 Caracterização

Errar é humano ! Mas...de quem é o erro? Que erro é esse? Como é que se produziu e como evitá-lo? São as questões para as quais a Ergonomia Contemporânea, particularmente a Ergonomia Cognitiva tenta produzir para eles alguns elementos de respostas. Esses elementos de resposta projetual partem de três premissas básicas e *sine qua non*:

- (a) como **fundamento técnico** a rejeição do absurdo que é projetar um sistema de produção a custos vultosos onde as decisões operacionais chaves estejam na dependência de operadores colocados diante de um quadro complexo, do qual não têm os elementos necessários e que se encontram num contexto de elevada solicitação e carga de trabalho. Tão mais complexo e perigoso seja o sistema, tanto mais os operadores devem estar aptos para tomar a boa decisão nos bons momentos. Esta aptidão deve estar nas pessoas (formação) nos sistemas (tecnologia) mas sobretudo nas interfaces entre uns e outros (ergonomia);
- (b) como **fundamento ético** a premissa de que os trabalhadores num processo nem se caracterizem como insanos suicidas capazes de realizarem atos absurdos que lhes custe a própria integridade física, mental e espiritual e tampouco como sórdidos sabotadores dos engenhos físicos e sociais que constituem uma dada tecnologia de produção. Nesse sentido a ergonomia pode desapaixionar a questão do Erro humano contribuindo com elementos decisivos para uma perícia eficaz;
- (c) Com fundamento moral, a crença de que as pessoas tentam cumprir seu contrato de trabalho nas situações de trabalho onde se encontram e , exatamente por isso, cabe aos projetistas assegurar uma situação de trabalho correta. A Ergonomia nesse sentido é indispensável para um bom projeto.

A figura 7 esquematiza o processo cognitivo. Em termos cognitivos o ser humano transforma as informações de natureza física em informações de natureza simbólica e a partir desta em ações sobre as interfaces. Sua concepção nos é trazida pelo campo das ciências cognitivas, que visa ao estudo do conhecimento virtual, ou seja , foca o conjunto das condições estruturais e funcionais mínimas que permitem perceber, se representar, recuperar e usar a informação. (Ti-berghien).

A ergonomia tem uma interdisciplinaridade com as ciências cognitivas, mas não é a mesma coisa. As ciências cognitivas tem como foco e objetivo estudar a capacidade e os processos de formação e produção de conhecimento em sistemas em geral, sejam eles naturais ou artificiais (humanos, formigas...) . Já a ergonomia se alimenta de estudos de inteligência natural e busca trazê-los para a tecnologia de interfaces homem-máquina .

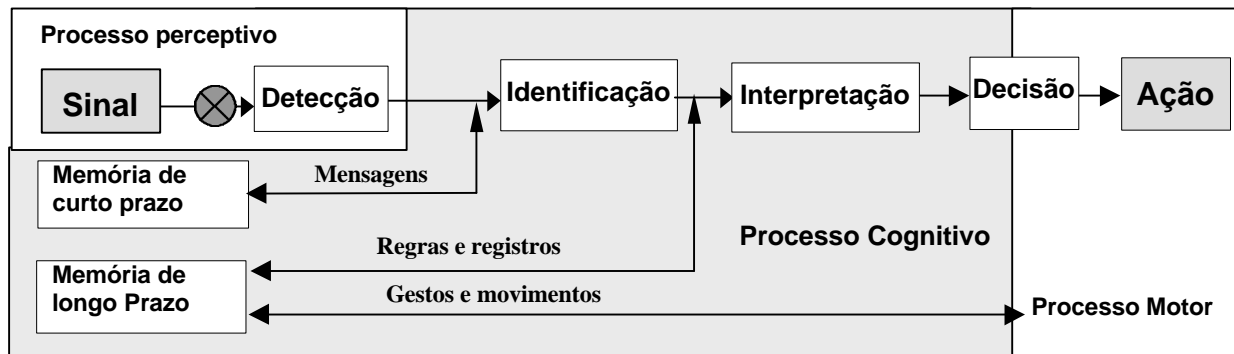


Figura 7 : Processo perceptivo, cognitivo e motor (Gagné, 1966, modificado por Vidal, 2000)

4.2.2 Utilidade

A ergonomia cognitiva tem como assunto a mobilização operatória das capacidades mentais do ser humano em situação de trabalho. Este campo da ergonomia tem como programa mínimo:

- Inovações nos equipamentos, sobretudo no que tange à **usabilidade das interfaces** entre o operador e os equipamentos;
- **Confiabilidade humana** na condução de processos, prevenindo as conseqüências dos erros humanos no controle de sistemas complexos e perigosos;
- **Otimização na operação** de equipamentos informatizados e seus softwares, prevenindo seu funcionamento inadequado ou bloqueios;
- A construção da **formação** de novos empregados na implantação de novas tecnologias e/ou novos sistemas organizacionais;
- **Estabelecimento e manutenção** de sistemas seguros, confiáveis e eficientes de comunicação e de cooperação.

A ergonomia cognitiva se subdivide em dois campos: a cognição individual e a cognição coletiva ou social. No campo da **cognição individual** se reúnem os vários estudos sobre o raciocínio e tomada de decisão que têm serventia na elaboração de procedimentos e normas operacionais. Muitos desses estudos se voltam para a formação profissional, sobretudo nos processos de qualificação e requalificação tão necessários num mundo em sobressalto pela constante introdução de novas tecnologias. No que tange as interfaces, a ergonomia cognitiva tem produzido resultados bastante convincentes na engenharia de softwares (amigabilidade) nas interfaces de instrumentação e controle (usabilidade). De forma mais ampla as modelagens cognitivas têm possibilitado a elaboração de sistemas de controle mais confiáveis. Um bom exemplo da usabilidade de softwares de extrema utilidade são os aplicativos JAVA que identificam os ícones das barras de ferramenta, nem sempre tão evidentes como gostariam que o fossem seus criadores.

No entanto os avanços mais recentes têm sido registrado no âmbito da **cognição coletiva**, especialmente nos sistemas de interconecção de múltiplos agentes. Os sistemas de controle em rede que envolvem a intervenção simultânea de vários operadores comuns, por exemplo no controle de tráfego aéreo, têm se disseminado em outras situações industriais e de serviços, numa

tendência de integração que parece substituir a filosofia de centralização em voga há bem pouco tempo atrás. Esses dispositivos de cognição compartilhada e distribuída têm se revelado bastante mais eficazes para o tratamento de situações anormais e de emergência. Um exemplo disso nos é dado por Pavard e col. (1998) que desenvolveu um sistema de escuta mútua e de bases informatizadas para a defesa civil o município de Essonne, na região metropolitana sul de Paris, França. Com este sistema os diferentes agentes - médicos, auxiliares e bombeiros - podem acompanhar chamadas recebidas por qualquer dos colegas e ir tratando coletivamente o problema : enquanto o médico aprofunda informações sobre o estado do acidentado, uma ambulância já é deslocada pelo bombeiro, conquanto o auxiliar providencia uma internação hospitalar adequada ao caso

4.2.3 Praticidade

O grande perigo do campo cognitivo é seu aspecto fortemente abstrato, na medida que não vemos o pensamento em si, mas apenas indícios de sua existência nos atos das pessoas. E por essa mesma razão é um campo fértil para mistificações e deturpações, como um recente comercial onde uma empresa apresenta um computador que pensa, numa propaganda enganosa.¹³

Muitos cientistas e engenheiros buscaram o desenvolvimento de mecanismos e dispositivos lógicos capazes de reproduzir esta estrutura em sistemas mais ou menos complexos através de mecanismos de captação de sinais do ambiente (sensores) e dispositivos capazes de produzir as respostas adequadas. Os relativos insucessos dessa corrente chamada de Inteligência Artificial e alguns de seus espetaculares fracassos (explosão da Challenger, queda do voo 402 da TAM, etc.) vêm criando uma alternativa que são o desenvolvimento de assistentes, onde os operadores têm a possibilidade de um sistema que os auxilie nas tarefas cognitivas e com isso possam tomar as boas decisões nos momentos certos.

Os assistentes mais freqüentes têm sido os bancos de dados iterativos (*data mining*), como por exemplo os que auxiliam uma busca por palavra chave, ou alguma outra variável de entrada. Na computação gráfica é cada vez mais freqüente o desenvolvimento de programas de assistência à configuração de layouts gráficos. Poderíamos fazer uma longa lista, mas preferimos sublinhar o que esses programas têm tido de positivo no campo da Ergonomia cognitiva: eles aceitaram o fato de que as pessoas têm um pensamento, capacidade de raciocinar e tomar decisões, como por exemplo fazer uma escolha entre possibilidades que lhes são ofertadas.

4.2.4 Aplicação

Um bom exemplo de aplicação da ergonomia cognitiva nos é dado pelo Prof. Maurice de Montmollin (1991)¹⁴. Imaginemos, por exemplo, um trabalhador diante de um terminal numa refinaria. Seu trabalho consiste em monitorar, através do sistema de instrumentação, o andamento do processo de refino e, se necessário, fazer as regulações necessárias, ou seja, acionar os dispositivos adequados, através do sistema de controle. Como uma refinaria não pode parar, ela funciona em turnos de trabalho e não esqueçamos, ali são processados materiais combustíveis de alto risco. O terminal em foco, permite monitorar pela tela de vídeo o processo e agir através de comandos do teclado do terminal.

Este trabalhador não está sentado ali, sem fazer nada: ele exerce uma atividade. Ele per-

¹³ Esta questão merece uma explicação especialista. O aludido programa se baseia numa técnica matemática chamada de rede neural que consiste numa lógica que transforma uma matriz em outra mediante certas condições. Assim pode-se deflagrar um mecanismo que, uma vez reconhecido um quadro de valores, ordene sua transformação em um outro. Do ponto de vista do processo cognitivo existe aqui tão somente o reconhecimento de um sinal complexo e sua transformação numa resposta desejada. Isto não caracteriza um pensamento, mas uma reação comportamental estímulo resposta, bem ao gosto das teorias do reflexo condicionado de Pavlov. Mesmo sendo um belo avanço tecnológico falar em um computador que pensa é exagerado e extremamente perigoso, se aplicado em sistemas de controle como refinarias, usinas nucleares e outros processos complexos e perigosos.

¹⁴ Apropriação livre da passagem introdutória de **De Montmollin, M.**, *L'Ergonomie*, Editions La Découverte, Collection Repères, Paris, 1987.

cebe, identifica e interpreta as informações que aparecem no monitor e tenta resolver os problemas do processo que aparecem. Por vezes ele comete erros de julgamento, frequentemente se comunica com outros colegas da sala e de campo. O ergonomista pode aprender, através da análise de sua atividade, muitas coisas sobre os raciocínios empregados por este trabalhador. Ele pode, então, ajudar a melhor apresentar as informações no monitor, a melhor formular os problemas de diagnóstico e de regulação da planta, a conceber uma organização mais condizente com as necessidades de períodos calmos e períodos perturbados, a estruturar uma formação e um treinamento mais adequados, a estabelecer meios e métodos de comunicação entre os diversos operadores.

Vamos agora supor um grupo de operadores numa central de atendimento de um cartão de crédito¹⁵. E o que dizermos da atividade de controladores de vôo, de mergulhadores em manutenção subaquática, de pedreiros na construção civil. Enfim, sem alguma forma de raciocínio estas pessoas poderiam realizar suas tarefas? Me parece que não. E não poderíamos ajudá-las a raciocinarem em melhores condições? Eis o desafio da ergonomia cognitiva.

4.3 Ergonomia organizacional

O campo da ergonomia organizacional se constrói a partir de uma constatação óbvia, que toda a atividade de trabalho ocorre no âmbito de organizações. Esse campo que tem tido uma formidável desenvolvimento é conhecido internacionalmente como ODAM (Organizational Design and Management), para alguns significando um sinônimo de macroergonomia.

4.3.1 Caracterização

Como já pude assinalar anteriormente (Vidal, 1997), ao se falar de trabalho e organização deve-se distinguir o plano da organização geral da organização do trabalho. A **organização geral** tem como bases teóricas a teoria das organizações e a logística, buscando especificar a organização produtiva tal como um organismo com vistas à sua atuação no contexto mais geral: social, econômico, geográfico, cultural.

A **organização do trabalho**, se prosseguirmos na metáfora biológica, trata dos aparelhos funcionais internos de uma organização produtiva e que lhe dão sentido motor. Em termos concretos o plano é o da troca de energia entre as pessoas da organização, repartidas entre as energias de execução e de controle, ou antes, de como estruturam-se os aparelhos para manusear tais energias (Vidal e al., 1976). A idéia motriz é a de compreender as formas como se dá a cada uma das unidades funcionais as disposições necessárias para a consecução das funções que lhes são imputadas pela organização geral e o conceito subsidiário é o estabelecimento de métodos de trabalho.

Como conteúdo concreto a organização do trabalho envolve ao menos seis aspectos interdependentes, quais sejam:

- i) A repartição de tarefas no tempo (estrutura temporal, horários, cadências de produção) e no espaço (arranjo físico);
- ii) Os sistemas de comunicação, cooperação e interligação entre atividades, ações e operações;
- iii) As formas de estabelecimento de rotinas e procedimentos de produção;
- iv) A formulação e negociação de exigências e padrões de desempenho produtivo, aí incluídos os sistemas de supervisão e controle;
- v) Os mecanismos de recrutamento e seleção de pessoas para o trabalho;
- vi) Os métodos de formação, capacitação e treinamento para o trabalho.

¹⁵ Extraído de pesquisas do GENTE/COPPE (Santos, 1999; Frigeri, 1999)

4.3.2 Utilidade

Simplificadamente, como é possível neste texto, vamos considerar uma organização compreendendo três níveis: operacional, tático e estratégico. De acordo com o fluxo de decisões e comunicações podemos distinguir dois tipos de decisórios: os de cima para baixo – *top-down* – e os de baixo para cima (*bottom-up*).

Seja em processos *top-down*, seja em processos *bottom-up*, a utilidade da ergonomia é imensa. Ela vai permitir uma efetiva modelagem organizacional, sobretudo em processos chave da organização, onde a modelagem gerencial não seja suficiente para assegurar o sucesso da empreitada de reestruturação. É o caso dos sistemas complexos, dos sistemas perigosos e dos sistemas de demanda flutuante. Vejamos alguns exemplos:

Os bancos fazem previsões de qual a porcentagem do volume de depósitos estará disponível em sua rede para saques, as indústrias planejam quantas peças estarão disponíveis num dado momento para entrega ou estoque, os agricultores imaginam quantas caixas poderão estar prontas no final da semana e assim por diante. Essas estimativas são importantes para definir se haverá investimentos em automação bancária, em modernização da tecnologia industrial ou em mecanização agrícola. Este é o plano estratégico de um sistema de produção: decisões a médio e longo prazo são tomadas a partir da suposição de um funcionamento operacional satisfatório. A princípio, não parece haver conexão entre o nível operacional e o nível estratégico do que o fato de que o funcionamento (operacional) deva ser satisfatório (para o nível estratégico). Assim, em que consiste este aspecto de satisfação, quais os critérios a atender?

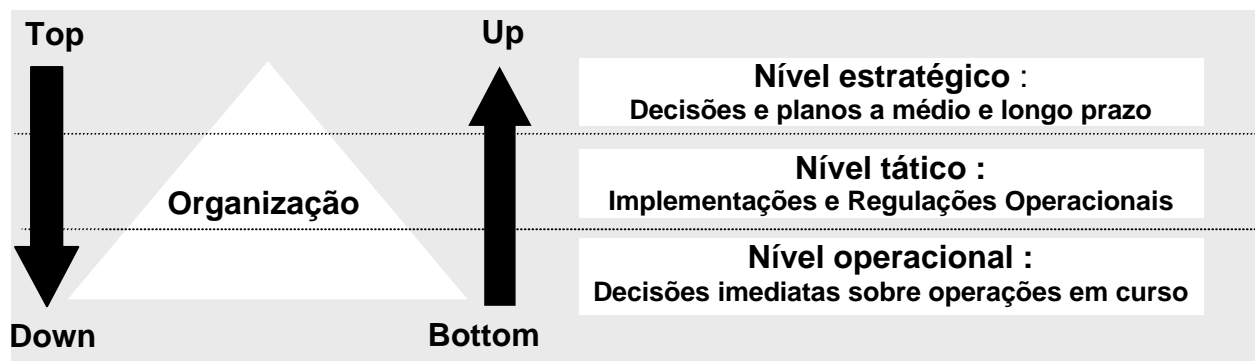


Figura 8 : Esquema elementar de uma organização.

Uma organização articula a todo instante seus processos básicos que constituem seus níveis operacionais, com a tomada de decisão, que se concretiza nos níveis estratégicos. Essa articulação é viabilizada por estruturas de regulação e controle que constituem seus níveis táticos.

Para assegurar o funcionamento satisfatório em que se baseia toda a estratégia da organização, esta constitui um intermediário ou uma interface entre produção e estratégia que é o nível tático, estrutura que viabiliza a passagem das decisões *top-down*, assim como as interações *bottom-up*. Assim banqueiros esperam que bancários descontem os cheques, industriais imaginam que os operários estarão fabricando as peças, e fazendeiros que os lavradores estarão colhendo as frutas. E efetivamente é o que acontece, e isso dentro dos parâmetros previstos de qualidade de serviço, de conformação ou de produto com que cada um desses sistemas de produção funciona.

Este esquema de organização é um tanto estático e supõe uma regulação simples: se algum imprevisto ocorre, bancários, operários e lavradores fazem os ajustes necessários, ora pedindo para um endosso de assinatura, ora realizando mais uma operação industrial de ajuste, como limar uma peça mecânica ou acrescentar um complemento de dose de reagente, ora optando por colher algumas frutas no dia seguinte e assim por diante. Assegurar que isto, acontecendo, implique em que o funcionamento continue satisfatório é o papel do nível operacional que contara para isso com um quantidade definida de recursos e assumirá neste processo umas quantas responsabilidades.

A maior parte dos sistemas de produção, a partir deste modelo deverá funcionar a contento. Então se alguém da organização fala em problemas para um consultor externo, e a nível gerencial, trata-se de algo que escapou deste sistema de regulação no *down* da organização, de algo que saiu do previsto. É sobretudo de algo que a organização julga não dispor de meios - métodos, conhecimentos, técnicas - ou recursos - tempo de resposta, pessoal capacitado, sistema de formação, etc. Ou seja, algo que sabe pouco o que seja, menos ainda como resolver e quase nada como encaminhar. E aí reside a utilidade da ergonomia no campo organizacional: através da modelagem do trabalho real poderá se estudar as cadeias de regulação informal, formalizando e até normatizando alguns desses procedimentos e sobretudo num esforço de codificar toda uma prática informal porém, na maioria das vezes, essencial para o bom andamento da produção.

4.3.3 Praticidade

O campo da organização de forma análoga ao campo da cognição tem o sério problema de tratar com entidades até certo ponto abstratas. Apesar de todo nosso enfoque se voltar para as materialidades da organização do trabalho, essa concretude nem sempre se fundamenta numa objetividade plena, e a organização, mesmo para os altos dirigentes e boa parte dos gestores, é percebida e concebida no plano subjetivo. Nesta perspectiva (da subjetividade) a discussão acerca da praticidade encontra muitas dificuldades, pois nada mais fácil do que desqualificar uma proposta ou alternativa com argumentos subjetivos.

O maior problema da praticidade está exatamente no maior recurso de ergonomia organizacional que se dispõe que é o uso de benchmarkings, dado que esta técnica sempre poderá ser contestada pelo fato das organizações serem diferentes em algum aspecto. Nesse sentido não basta que os modelos descritivos e conceituais sejam bem estabelecidos do ponto de vista de método, também é preciso que eles sejam consensuados, aceitos e validados ao menos para uma fração estratégica e significativa na empresa. Essa constatação levou ergonomistas do campo da ODA a uma saudável discussão sobre um subcapítulo da ergonomia organizacional que é a ergonomia participativa. Nessa acepção se busca agir sobre as representações mentais sobre o que acontece na empresa, buscando substituí-las por modelagens ergonômicas devidamente validadas ao longo do processo de ação ergonômica na empresa, como veremos mais adiante.

Contudo o mais importante no que tange ao aspecto prático é o fato de que a ergonomia, pela natureza de seus métodos e pela estrutura de conhecimento que mobiliza, não busca a aplicação de soluções prontas nem preconiza orientações absolutas, mas sim o desenvolvimento participativo de encaminhamentos possíveis na situação a que é chamado a intervir. ergonomia, em termos organizacionais significa fazer a coisa certa, desde o início e de forma tão duradoura quanto estável for a organização mais geral da empresa ou organismo. Não por acaso a ergonomia tem praticamente desde seus primórdios uma ampla e generalizada aceitação e resultados em meios militares, aeroespaciais e outras organizações deste tipo.

4.3.4 Aplicação

As aplicações que a ergonomia pode trazer para o plano organizacional se fundamentam na sabida determinação da tecnologia física sobre a organização do trabalho e as condições de trabalho, elementos que irão compor a equação dos resultados da empresa. As maiores aplicações da ergonomia no campo organizacional têm sido :

- (i) Modelagem de processos para a elaboração de cenários e roteiros para as mudanças organizacionais;
- (ii) Análise dos requisitos das novas propostas organizacionais em termos de capacidades, limitações e demais características, especificando necessidades de treinamento e de novas competências;
- (iii) Construção de roteiros de implementação para evitar a descapitalização ou desaproveitamento do capital de competência (*know-how*) existente sobretudo no nível operacional;
- (iv) Perícia e prevenção de acidentes.

5 Foco e critérios da ergonomia

5.1 Foco

Trabalhar na perspectiva de tecnologia de interfaces resolve o problema básico da ergonomia como uma disciplina de síntese e do ergonômista no que tange à sua competência profissional. Nos primórdios da disciplina face à ausência desta clareza, muitos ergonômistas se confundiram e não sabiam se se transformavam em bons especialistas em pesquisa experimental sobre fatores humanos ou se buscavam fazer avançar a ergonomia no meio industrial e de serviços. Muitos não sobreviveram a este dilema e encerraram precocemente carreiras promissoras! No entanto o especialista em interfaces é a pessoa que faz a ponte entre um campo do conhecimento e outro. Sem ser um especialista em fatores humanos - e existem muitos na Biomecânica, na fisiologia, na psicologia experimental e mais recentemente no campo da engenharia de sistemas - tampouco o responsável pela tecnologia ou pela organização, o ergonômista é, no entanto, a pessoa capaz de solucionar a interface. Para isso sua disciplina requer um foco.

O foco da ergonomia que sustentamos é o de modificar o sistema de trabalho de forma realista e efetiva. Na verdade tratar-se-á de um processo especialista onde o ergonômista aporta conhecimentos, mas também participativo, onde os diversos saberes técnicos, operativos e de manutenção devem concorrer para implantar uma boa solução. A ergonomia contribui com sugestões e na condução de um trabalho em equipe trazendo resultados de um estudo da situação e incorporando elementos como os que vimos mais acima.

Num estudo ergonômico foi verificado que um operador de gráfica costumava operar uma máquina de impressão adicionando a seu método habitual, um curioso cacete de colocar a mão sobre a carenagem a cada ciclo de produção. A sistematicidade com que realizava este gesto chamou a atenção dos ergonômistas. Indagado, o operador não soube explicar o porque. Algum tempo depois o próprio personagem procurou a equipe e comentou que buscava realizar um certo número de tarefas sem realizar o gesto e se apercebeu que esta era a maneira com que controlava a temperatura do equipamento e injetava fluido de refrigeração. Esta constatação abriu caminho para uma correção do equipamento que, dado seu tempo de uso, passara a requerer um controle de temperatura que prevenia paradas. Este controle era absolutamente desnecessário segundo o fabricante. Acontecia que o mesmo havia sido projetado para funcionamento em um regime de produção e em ambiente térmico bem diferente desta realidade, que se pautava por uma produção continuada devido à modificações no processo à montante e por utilização em ambiente não climatizado. A partir da observação dos ergonômistas, do aporte do operador, a engenharia de manutenção pôde tomar providências necessárias.

Assim resumimos este tópico: o foco da ergonomia é viabilizar mudanças no sistema de trabalho a partir de uma compreensão elaborada da realidade da atividade.

5.2 Critérios para a ergonomia

Um professor de engenharia civil ensina aos seus alunos como realizar os quase trinta projetos distintos necessários para construir uma edificação : projeto hidráulico, de instalações elétricas, cobertura, estrutura, vedação, estanqueidade, etc. Nós, ergonômistas porém não dispomos de uma lista tão completa, e nem poderíamos! As formas organizacionais mudaram da linha de montagem para o grupo semi-autônomo, as bases tecnológicas dos processos mecânicos para a informática e a mecatrônica, as opções gerenciais de macroestruturas corporativas para redes terceirizadas. Em outras palavras a tecnologia de interfaces que a ergonomia tem como referente concreto de sua produção deve necessariamente acompanhar a evolução tecnológica e organizacional. E neste mister forçoso é de se reconhecer que vivemos uma época não necessariamente monótona ! Deste modo as necessidades de ergonomia se ampliaram, uma vez que os campos da Cognição e da Organização não têm crescido em detrimento do campo físico, mas em complemento e extensão dessa problemática mais evidente. No meu modo de ver, a ergonomia caminha

para a constituição de corpos de especialistas tal como a medicina e a engenharia experimentaram num dado momento de sua história. E isto leva a uma grande dificuldade de estabelecer princípios universais, sistemáticas e procedimentos únicos.

Naturalmente poder-se-ia questionar o exagero desta colocação dizendo que, como em toda profissão de objetivo diagnóstico, analítico ou de intervenção - me inspirando na medicina clínica, laboratorial e cirúrgica - o importante não é tanto dispor de uma sistemática, um procedimento hiper-estruturado, mas ter assentado princípios e conceitos que permitam levar ao delineamento destes sistema em projeto. Muito bem, quais os princípios, quais os conceitos a serem ventilados ao longo de um projeto de interfaces em um sistema de trabalho?

Essa discussão será aprofundada, do ponto de vista conceitual, em outras disciplinas. Por ora nos cabe insistir que o emprego de critérios a principio contraditórios como conforto e eficiência, ou interdependentes como saúde e segurança, ou ainda derivados uns dos outros como adequação e usabilidade, apenas sublinham o caráter de síntese da ergonomia, necessário para que seja útil - tenha serventia para os projetos tecnológicos e organizacionais - prática - tenha pertinência aos problemas que tratar - e aplicada - que tenha embasamento científico inequívoco.

Trabalhar com os critérios da ergonomia – conforto, segurança, eficiência, confiabilidade e usabilidade - é uma função progressiva, na medida em que todo processo inseguro, passa anteriormente por um estágio de ineficiência e esta é precedida de uma situação de desconforto. A premissa da ergonomia está em que a ação que visa assegurar um mínimo de conforto nas operações estará realizando prevenção primária tanto a nível de saúde ocupacional como de eficiência produtiva.

O caso mais latente é o das doenças ocupacionais neuromusculares, conhecidas popularmente como L.E.R. Esta enfermidade somente aparece como crise após um longo período de maturação. Neste estágio ela é praticamente incurável e poucas providências podem ser tomadas. No entanto muita coisa pode ser feita nos estágios iniciais, adequando instrumental, mobiliário e procedimentos. O critério de conforto aplicado, evita que haja baixa de eficiência, com o agravamento do quadro clínico do trabalhador e com isso se previne o absenteísmo (por doença ainda não declarada) que significa perda de homens-hora. E o mesmo processo irá evitar o afastamento médico que custa à empresa – e cujo reconhecimento pelo INSS está limitado aos casos mais agudos, traduzindo por um período de alternâncias entre licença e repouso bastante longo e prejudicial para todos. Afinal, tal como é entendido legalmente no Brasil, a função da segurança é prevenir acidentes e doenças - esse sendo exatamente um dos pontos de atrito entre engenheiros de segurança e médicos do trabalho.

6 Ação ergonômica

A ação ergonômica é um conjunto de princípios e conceitos eficazes para viabilizar as mudanças necessárias para a adequação do trabalho às características, habilidades e limitações dos agentes no processo de produção de bens e serviços. Nesse sentido, a ação ergonômica:

- **parte dos fundamentos da ergonomia:** ou seja, dos diversos conhecimentos sobre as características, habilidades e limitações da pessoa humana envolvida num processo de produção – o que constitui o campo da *ergonomia física*, onde se estabelece uma visão do operador e de seu posto de trabalho como unidades elementares do sistema de trabalho;
- **se alimenta da abordagem cognitiva do trabalho:** ou seja das diversas modelagens sobre a natureza e o processo de tomada de decisão individual e coletiva que requer a execução das atividades de trabalho - o que constitui o campo da *ergonomia cognitiva* onde o trabalhador é concebido como um agente competente e organizado num sistema de produção
- **se estabelece com foco na organização do trabalho:** ou seja busca descrever as atividades de trabalho como uma resposta do operador às exigências da produção – o que

constitui o campo da *ergonomia situada*, onde se modela a organização baseada na atividade e, mais ainda, qual o lugar da modelagem da atividade na concepção da organização.

- **se conduz na perspectiva da avaliação custo-efetividade:** ou seja, busca ao longo da ação avaliar o custo e o retorno propiciado pela Ergonomia para a organização - o que constitui o campo da *macroergonomia*.
- **produz resultados a nível de negócios:** ou seja, busca inserir as necessidades de mudanças estabelecidas nos campos clássicos, cognitivos e situados numa perspectiva maior da estratégia e da organização da empresa, suas contingências e de mudanças de cultura da organização – o que constitui o campo da *antropotecnologia* onde se constrói uma engenharia simultânea de produto, de processo e de gestão da produção centrada na atividade de trabalho.

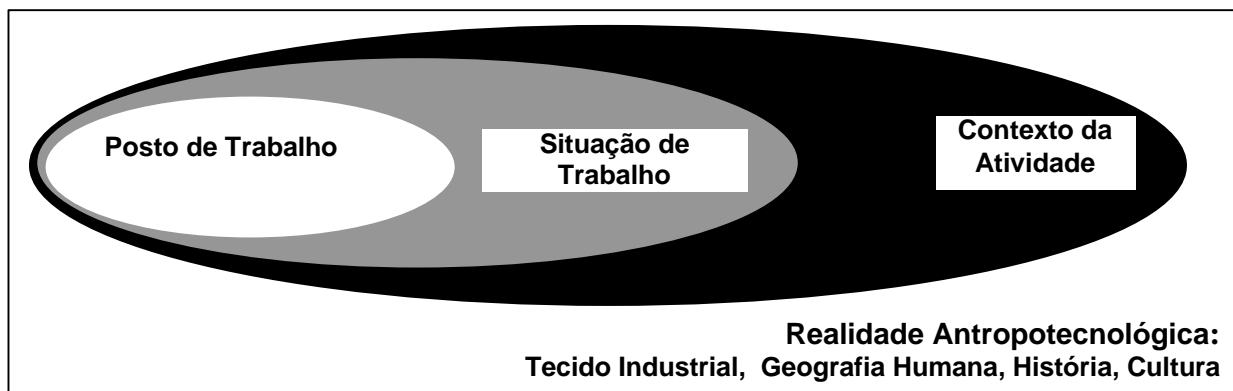


Figura 9 : as diferentes e complementares ergonomias

Nos termos contemporâneos da ergonomia estaremos olhando para o operador – individualmente ou em coletivo – como uma pessoa que realiza sua atividade em situação de trabalho socialmente determinada. A pergunta chave da ação ergonômica é portanto:

como transformar as situações de trabalho em nossa sociedade?

Naturalmente, a resposta não é simples nem imediata, requerendo de todos aos que se dediquem a respondê-la uma postura aberta e dinâmica. Por ora, assumiremos que a ação ergonômica é um processo ao mesmo tempo:

- **construtivista** - dando destaque às singularidades e demais características diferenciadoras de cada caso onde se busque conseguir realizar mudanças e transformações;
- **participativo** - no sentido possível da realidade de cada organização, de sua realidade social e de suas múltiplas micro-sociologias reais;
- **consensual** - onde as verdades se pautam por convergência de pontos de vista, buscando administrar o impacto das revelações possíveis e argumentar sobre as realidades e materialidades inequivocamente apresentáveis:

A ação ergonômica não é uma venda de produtos, mas o atendimento à demanda do cliente de se dotar de tecnologia física ou gerencial para resolver seus problemas. Para realizar este trabalho de articulação dos talentos, competências e experiências existentes na organização com os saberes e práticas que aporta em sua consultoria, o consultor de ação ergonômica escuta a

demanda gerencial, tal como ela é formulada pela organização: problemas geralmente complexos e num ambiente de relativa nebulosidade. São ofertas de encaminhamentos tanto da parte da organização - que tem sua cultura historicamente estabelecida e que deseja reformatá-la para estratégias já deliberadas - como também da consultoria - que traz outras experiências e *benchmarks* inseridas numa metodologia que lhe é própria e que é ofertada à organização.

Em suma, a ação ergonômica se caracteriza como uma consultoria dinâmica, que parte das definições inicialmente delineadas pela organização. Paulatinamente vai construindo um objeto preciso de intervenção, focos definidos de sua ação e modalidades ajustadas de atuação. Todo este funcionamento pode ser simbolizado por um itinerário que evita perigosos atalhos causadores de insucesso. Busca-se a instrução da demanda para permitir se trabalhar com problemas reais, efetivos e cujo tratamento seja possível pela organização; isso feito, não se procura a passagem imediata a uma solução de algibeira, mas se deflagra todo um processo de análise e modelagem que permite à organização assenhorar-se do resultado, inclusive tomando parte ativa na especificação e implantação da mesma. O resultado é uma solução adaptada às necessidades das pessoas daquela organização.

Como estamos podendo nos dar conta, o escopo da ergonomia é efetivamente amplo. Isto levou as pessoas que trabalham com ergonomia a desenvolver maneiras de dar conta dos problemas que lhes surgem em sua vida profissional. Estas maneiras se diferenciam quanto à forma de atacar os problemas, ou *abordagem*, quanto à forma de encaminhar soluções, ou *perspectivas* e quanto à forma de agir numa realidade efetiva, ou *finalidade*, propriamente dita. (figura 10).

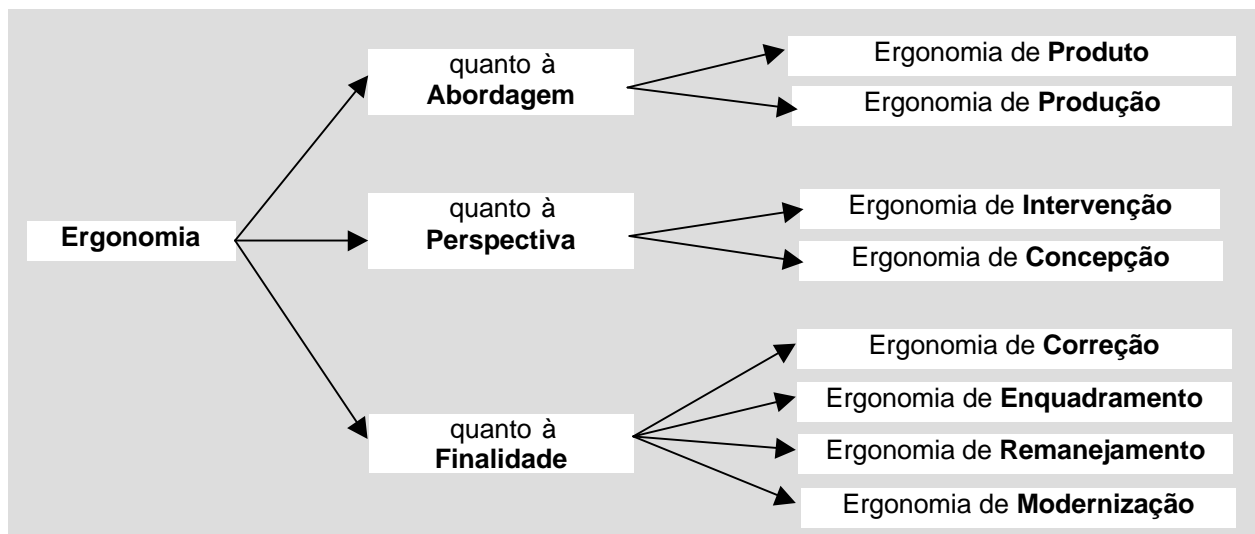


Figura 10 : classificações da ergonomia

6.1 Quanto à abordagem: ergonomia de produto e de produção

Autores como Iida, 1990 gostam de estabelecer uma distinção taxonômica entre os objetos de ação ergonômica, seja uma *ergonomia de produto* - voltada para a incorporação de recomendações ergonômicas no projeto de artefatos diversos - seja uma *ergonomia de produção* - voltada para o projeto de sistemas de trabalho.

Quanto a nós, buscaremos estabelecer que esta oposição seja por demais simplificadora, servindo apenas, num primeiro momento para distinguir o produto da ação ergonômica, se materializando no projeto de objetos - ferramentas, utensílios, vestuário, mobiliário - ou no projeto de situações de trabalho - normas, ambientes, procedimentos e demais elementos organizacionais. Na verdade, a ergonomia incorpora ambos os conceitos na formulação e na análise dos problemas, pois tanto uma situação é povoada de utensílios, ferramentas, aparelhos e mobiliários - que são produtos - como um dado objeto tem sua usabilidade estabelecida em um contexto ou em alguns contextos caracterizados - o que configura uma situação de uso.

6.1.1 Ergonomia de produto

Podemos exemplificar várias situações típicas de ergonomia de produto:

- no campo da manutenção como sendo os produtos que são projetados visando a facilidade de manutenção. A concepção dos *hardwares* de computador foi concebida sob este aspecto: ao invés de componentes, um computador é pensado em termos de arquitetura de placas substituíveis, facilitando a reativação rápida de uma unidade em pane. Esta filosofia tem sido adotada pela indústria automobilística, e hoje está intensificada com a adoção da fabricação por consócio modular.
- no campo doméstico, além do caso do fogão (Iida,1990) vemos uma preocupação específica com um design ergonômico na maioria dos eletrodomésticos;
- no campo dos escritórios, o conceito de mobiliário ergonômico é algo disseminado - embora a maioria do mobiliário existente não mereça essa adjetivação;
- nas salas de controle vemos a aplicação freqüente das regras de controles e mostradores disseminadas nos manuais de fatores humanos já mencionados.

6.1.2 Ergonomia de produção

A ergonomia de produção, por seu turno, se volta para o entendimento das condições reais da atividade de produção. A ergonomia de produto terá facilitado a produção se os equipamentos e seus acessórios tiverem sido concebidos dentro da observância de preceitos ergonômicos. Mas ainda assim resta a questão de entender o trabalho real, o que acontece na intimidade da produção e que merece um tratamento particular para otimizar globalmente o processo de produção (tanto do ponto de vista técnico como humano).

6.2 Quanto à perspectiva : ergonomia de concepção e de intervenção

Esta distinção se estabelece a partir do *timing* da ação ergonômica: ou se age a nível de projeto - formando uma ergonomia de concepção - ou se age sobre uma realidade existente - formando uma ergonomia de intervenção.

Em cada um destes dois casos o sentido da ação se diferencia bastante, já que a busca de soluções no campo da concepção se depara com menos restrições de ordem prática; o oposto ocorre no domínio da intervenção, onde as margens de manobras costumam ser extremamente reduzidas.

A experiência em ergonomia recomenda que se tome a intervenção como acúmulo de experiências para a concepção e neste sentido pode-se estabelecer uma certa continuidade, uma vivência profissional que certamente ajudará a se livrar de um paradoxo, que é o de transformar um posto de trabalho que ainda não existe materialmente. Na verdade gostaríamos de sustentar que toda Ergonomia se volta para um projeto e não apenas a dita ergonomia de concepção. Mas, por outro lado é forçoso reconhecer que, se a ergonomia se resumisse à Análise Ergonômica do Trabalho, ficaria difícil se trabalhar na perspectiva da concepção.

6.2.1 Ergonomia de intervenção

A perspectiva de intervenção é, naturalmente, a mais óbvia para o ergonomista. A intervenção é a resposta a uma demanda do cliente, que deverá ser trabalhada e uma solução deverá ser encaminhada para implementação em uma situação que guardará muitos aspectos comuns com a situação atual. A grande vantagem desta perspectiva de ação é que todo o contexto para a análise do trabalho e para as verificações sistemáticas e delineamentos necessários já existe, inclusive fisicamente

Os métodos de ergonomia de intervenção são os procedimentos básicos da ergonomia: métodos e técnicas de Análise Ergonômica do Trabalho devidamente combinados com as listas

de verificação, métodos alternativos e criativos para responder a situações ou passagens inusitadas e com soluções que incorporem tanto as recomendações do diagnóstico situado como as dos manuais de fatores humanos. O importante, na intervenção é chegar à tomada de providências úteis, práticas e aplicadas ao caso.

A intervenção de produção não necessariamente significa uma mudança física, mas pode ser um parecer que fundamente uma opinião ou uma atitude. Numa ocasião fomos chamados para periciar um acidente, onde um trabalhador de uma usina de álcool havia sofrido uma queda do alto da coluna de destilação. A primeira avaliação – a nosso ver simplória – era de que aquele trabalhador havia cometido um ato inseguro pois nada teria que fazer naquele local. Ocorria, no entanto que o processo de destilação é catalisado mediante a adição de uma pequena quantidade de enxofre. Esse procedimento, embora eficaz e responsável pelo bom aproveitamento químico, não era formalizado e portanto a cada vez que a destilação apresentava tendência de queda, um dos operadores escalava a coluna da usina e fazia o acréscimo de enxofre. A queda ocorreu num dia chuvoso decorrente de um escorregão, mas não se tratava de ato inseguro, mas de uma operação do processo – informal, certamente – mas que não havia sido devidamente aparelhada. Nosso parecer ao mesmo tempo desqualificou a noção de ato inseguro, como apontou a necessidade de dotar esta operação dos acessos adequados: escada, plataforma de trabalho, roldana para subida do insumo, enfim um conjunto de providências de relativo baixo custo, além da incorporação formal do procedimento na equação química do processo.

6.2.2 Ergonomia de concepção

A ergonomia de concepção pode ser sintetizada como a elaboração, com base na Ergonomia de novos produtos, processos, métodos de trabalho ou sistemas informatizados. De acordo com o caso a concepção servir-se-á de métodos e modelagens de produto ou produção. Entretanto quando se trata de ergonomia de concepção, as demandas se apresentam de forma bastante menos nítida. A possibilidade de projetar uma nova sala de controle ou uma nova planta ou novo escritório sempre é acompanhada do desejo de que outras mudanças ocorram - tecnologia mais moderna, nova filosofia de trabalho, etc. Todas estas vontades, legítimas ou não, acabam tendo influência decisiva sobre os processos de trabalho, sobre a atividade das pessoas e isso quer dizer: **impacto ergonômico** a ser avaliado, e é nisso que se constitui um dos capítulos da Ergonomia de concepção. Diríamos, para manter uma coerência metodológica que um dossier de concepção é, em geral, de difícil instrução da demanda e de grandes problemas para a implementação de soluções, dado que os problemas anunciados ainda não se materializaram, como no caso de uma intervenção.

Por outro lado os projetos de arquitetura, instalações prediais e os comissionamentos devem ser feitos e para isso a ergonomia pode contribuir bastante.

Um bom exemplo foi o caso de comissionamento de um equipamento de alta tecnologia para uma organização. Durante o processo de aquisição do equipamento fomos verificar o funcionamento deste mesmo tipo de equipamento já instalado e operando em uma outra organização. Na situação observamos que o local era dotado de condicionadores de ar de parede implicando em uma maior taxa hidrotérmica. Ali havia sido instalado um equipamento acessório para retirar a umidade do ar, posto que o equipamento para ter seu rendimento compatível com os indicadores do fabricante necessitava permanecer em uma dada temperatura e com a umidade relativa do ar dentro dos parâmetros prescritos. Numa conclusão apressada estaríamos tentados a recomendar a implantação do desumidificador, no entanto, este acessório emitia um grande ruído no ambiente, fato relatado pelos operadores e que nos chamou atenção visto que o ruído atrapalhava o desempenho da equipe.

No entanto as condições de implantação em nossa organização eram diferentes, pois verificamos que devido a existência de climatização central desumidificada o equipamento poderia funcionar perfeitamente sem o desumidificador. Eis um exemplo concreto onde a importação de

experiências poderia ter tido conseqüências indesejadas. Ademais, o acessório instalado na outra organização não era provido de instrumentação para mensuração da umidade retirada do ar comprometendo o controle do funcionamento do equipamento dentro de suas especificações. Assim sendo, todo o sistema homem-máquina estaria sendo prejudicado: os operadores pelo ruído excessivo e o equipamento por permanecer em condições hidrotérmicas sub-ótimas.

6.3 Ergonomia de correção, enquadramento, remanejamento e/ou modernização

Agindo no produto ou na produção, na concepção ou intervenção, admite-se quatro finalidades de ação a saber:

- a) pode significar a adoção de padrões e parâmetros previamente estabelecidos a partir de um caderno de especificações, ou ergonomia de enquadramentos,
- b) uma mudança limitada no existente a partir de uma análise inicial, caso de uma ergonomia de correção;
- c) pode estar inserida num processo de mudanças mais ou menos amplas do existente, caso de uma ergonomia de remanejamento;
- d) ou finalmente se este remanejamento se dá num contexto de mudança na base técnica do processo de produção (por exemplo automação), caso que chamaremos de ergonomia da modernização.

Em cada um destes casos a postura do ergonomista se ajusta às circunstâncias. Os enquadramentos podem significar, num dado momento, a única forma de ação possível, mas é certamente a de menor efeito a médio prazo; as correções se dirigem aos casos onde as distorções sejam insuportáveis e ainda assim nos limites das possibilidades; os remanejamentos abrem alguma possibilidade maior, embora as restrições ainda sejam consideráveis. No entanto as modernizações somente se tornarão favoráveis dependendo de sua forma de condução e de como o profissional consegue colocar seus argumentos de mudanças.

6.3.1 Enquadramentos

Os **enquadramentos** visam ao atendimento a uma normatividade, um padrão a ser atendido, seja ele estabelecido internamente à empresa, por exemplo, num programa de qualidade, reestruturação, ou melhoria de processos seja ele deliberado pelo nível estratégico, imposto por alguma disposição legal ou pressão de algum acordo com os trabalhadores e/ou suas entidades representativas.

São demandas muito freqüentes. Algumas vezes e dependendo de como o enquadramento foi projetado e conduzido em termos de análise, desenvolvimento e implementação, este trabalho abre caminho para uma demanda de correção. Um exemplo de enquadramento nos é dado por um grande banco, onde todo o mobiliário das agências foi reconstituído a partir de uma especificação ergonômica e que hoje atinge a quase totalidade das dependências daquela organização.

6.3.2 Correção

Corrigir significa reconhecer um erro seja ele de projeto ou de decisão de investimento. Um erro de projeto é difícil de ser trabalhado sobretudo quando os projetistas estão presentes; na melhor das hipóteses trata-se de uma mudança apenas cosmética que incidirá sobre **artefatos** mais facilmente mutáveis - em geral mobiliário, quase nunca sobre o dispositivo técnico - um pouco sobre **mentefatos** aceitáveis - algumas rotinas e procedimentos, desde que muito bem argumentados, e aí existe algum interesse dos modelos esquemáticos de engenharia de métodos - e pouquíssimo ou nada sobre **sociofatos** - a organização e a estrutura de relacionamento e poder na organização, aí incluindo a organização do trabalho. No entanto, pode vir a ser uma situação

didática por excelência, abrindo caminho para, no futuro, seja feito algo mais profundo, como, por exemplo, um remanejamento.

6.3.3 Remanejamentos

Nos **remanejamentos** a necessidade de mudança existe e pode ser facilmente captada. É a situação quase ideal para a engenharia : possibilidade de inovações e criatividade num contexto onde várias restrições existem e são manifestas. O espaço projetual é amplamente delineado e poder-se-ia sonhar com uma avaliação da eficiência do projeto no estágio de plantas, esquemas e memórias de cálculo. Um bom desempenho neste nível permite sonhar mais alto e pensar que seja possível encarar um desafio maior, um projeto de modernização.

De forma geral a situação de remanejamento pode ser sintetizada no seguinte lema: aproveitar as mudanças para corrigir defeitos antigos. Uma experiência cuidadosamente historizada no banco de dados da empresa tem aqui sua maior utilidade, na medida em que um estudo destes pode ser bem aproveitado no projeto de remanejamento – mesmo que os projetistas ainda não o tenham percebido. Aliás, cabe ao ergonomista saber se posicionar neste momento, o mesmo valendo para aqueles a quem a ação ergonômica irá beneficiar: os trabalhadores, mas também gerentes e supervisores a quem o enriquecimento propiciado pela modelagem ergonômica é de grande utilidade.

Numa reforma de instalações de um escritório foi idealizada a construção de um mezanino. Neste momento, lembramos o problema da manutenção da climatização, que implicava em sério transtorno dado que os aparelhos estavam instalados em janelas a mais de 4.50m do piso. Com o histórico de manutenção e a lembrança dos dissabores, ao mezanino foi acoplada uma passarela para facilitar o acesso aos aparelhos. Com isso além da facilidade de retirada do equipamento, a própria limpeza de filtros pôde ser realizada mais amiúde contribuindo com isso para a melhoria da qualidade do ar naquele ambiente. Ademais, o método antigo requeria um efetivo de três homens, o que sempre retardou o atendimento.

6.3.4 Modernização

Já numa **demanda de modernização** as mudanças existem de forma ampla e extensa (quer dizer em abrangência e profundidade) e de tal forma que muitas pessoas se assustam com os rumos que este processo de transformação vai tomando e passa a ocorrer uma certa polarização entre os que tentam aprofundar e os que tentam refrear a marcha dos acontecimentos.

Podemos catalogar pelo menos três **processos de modernização da base técnica**, por sofisticação, por especialização genética e por aglutinação lógica (Vidal, 1978).

A modernização por **sofisticação** ocorre quando a estrutura e forma da base técnica é a mesma, modificando potência e eficácia de componentes. Um exemplo típico é a mudança de um micro de uma série inferior para uma plataforma mais atualizada. Para a manutenção este tipo de mudança é, em teoria, quase sempre benéfico dado que o sistema apresentaria um melhor desempenho operacional sem grandes modificações a nível estrutural. No entanto outros setores como o treinamento, o almoxarifado têm milhares de argumentos contrários à **informatite aguda** e suas constantes “necessidades inadiáveis de atualização”. Os modelos ergonômicos, nesse caso, ajudam bastante a realizar atualizações criteriosas.

A modernização por **especialização genética** se dá quando um dispositivo dá lugar a dois ou mais dispositivos cuja aglutinação reproduz com ganhos a função da matriz genética. Assim o desenvolvimento de um equalizador, a partir dos controles de tonalidade de um amplificador comum permitiram um ganho de qualidade nos sistemas de reprodução sonora. Se do ponto de vista operacional há ganhos, do ponto de vista de manutenção o número de equipamentos a inspecionar aumenta e nem sempre a base técnica permanece a mesma.

Modernização por **aglutinação lógica** é um processo simétrico à especialização genética; aqui dispositivos são combinados para dar origem a um componente geralmente mais compacto, sendo o exemplo mais conhecido o circuito integrado e mesmo o *chip*, que são estruturas que

agregam vários CI's . Se do ponto de vista de componentes a atividade é menor, há um acréscimo da carga cognitiva, devido à menor possibilidade de diagnóstico situado (em geral os sistemas integrados falham mais do que quebram). Assim sendo, com a modernização por aglutinação lógica aumentam os casos de funcionamento em *modo degradado*: os sistemas funcionam, mas não como poderiam, muito embora estejam na faixa inferior do funcionamento desejável.

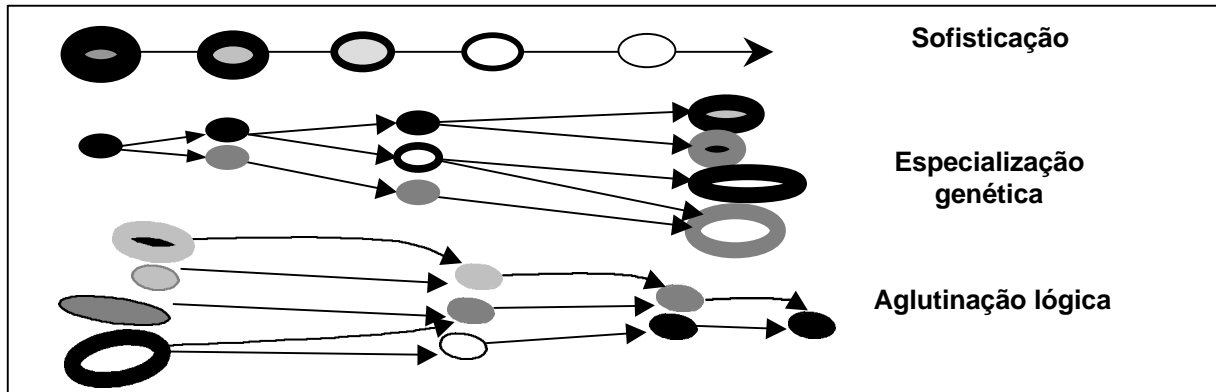


Figura 11 : processos de evolução tecnológica (Vidal, 1978)

A contribuição da ergonomia em cada um desses processos de modernização forma um imenso capítulo integrado por pesquisas, relatos, análises e outros resultados que não nos cabe desenvolver, no escopo deste texto. Mas tenho a certeza que o leitor, a esta altura, já dispõe de algumas idéias a esse respeito. Que tal verificá-las?

7 Conclusão: uma disciplina nova e pouco trivial

Neste texto, buscamos retratar a imensa tarefa da ergonomia. Não resta dúvida que se trata de um desafio que requer uma alta competência da parte do ergonomista. A nosso ver este é exatamente um dos fatores explicativos da explosão da demanda por ergonomia. Se fosse algo simples, todos estariam fazendo há muito tempo. Se fosse algo trivial, para que escrever este texto? Já teríamos, certamente uma miríade de livros como é o caso em muitos outros campos do conhecimento e da técnica.

Finalmente, se não fosse necessário, não estaríamos realizando o CESERG.

Bibliografia

- Abergo, 2000** - *A certificação do ergonomista brasileiro* - Editorial do Boletim 1/2000, Associação Brasileira de Ergonomia.
- Abraham, 1986** - *Organisation du travail, représentation et régulation du système de production*. Tese de doutorado. Universidade Paris XIII. (Orientação: A. Wisner)
- Aw A. (1988)** - *Competences des Operateurs et état fonctionnel des systèmes automatisés transferés*. Tese de Doutorado, CNAM/Paris. (orientação A Wisner)
- Brown Jr. O. (1995)** - *The development and Domain of Participatory Ergonomics*. Em: Proceedings of the IEA world Conference 1995, Rio de Janeiro.
- Brown Jr. O., 1991** - *Origins and Development of the concept of Macroergonomics*. Em: Proceedings of the XIth Triennial Congress of The IEA, Paris.
- Burke, M. 1998** - *Ergonomics Tool Kit*, Aspen Publication, Maryland, USA
- Chong (1996)** - Citado em Hendrick, 1998
- Duraffourg J., Guérin F., Pavard B. e Laville A. (1977)** - *Elements de méthodologie Ergonomique*. CNAM/Paris, Cours TP B.
- Gomes J. O. e Vidal, M.C. (1999)** - MENINGE: Método Negocial e Incremental do GENTE/COPPE. Disponibilizado no site <http://www.gente.ufrj.br>
- Grandjean (1977)** - *Fitting the Task to the men*. Taylor and Francis, Londres, Inglaterra. Publicado no Brazil sob o título Ergonomia pela editora Qualimark.
- Guérin F., Laville A., Daniellou F. Teiger C. Kerguelen A. (1991)** - *Comprendre le Travail pour le Transformer*- Anact Editions, Lyon, França..
- Hendrick H. (1998)** *The Economics of Ergonomics*. in: Scott P., Shannavaz H. et al. Global Ergonomics, Taylor and Francis, Londres.
- Iida I. (1990)** *Ergonomia Produto e Produção*. Editora Edgard Blucher, São Paulo
- Imada, A. (1991)** *The rationale and Tools of Participatory Ergonomics*. Em: K. Noro e A.. S. Imada (eds.) Participatory Ergonomics, Taylor and Francis, Londres, 30-50
- International Labour Office - Ergonomic Checkpoints"**
- Jastrzebowski, W. (1857)** *An outline of ergonomics, or the science of work*. Central Institute for Labour Protection. Varsóvia
- de Montmollin, M.(1987).**, *L'Ergonomie*, Editions La Découverte, Collection Repères, Paris.
- Meirelles, Comunicação pessoal** - Professor de Engenharia de Métodos do CESERG.
- Pavard e col. (1998)**
- Sahbbi, N. 1984** *La maintenance des étançons hydrauliques dans une mine de phosphates. Problèmes d'Ergonomie et d'Organisation*. Mémoire d'Ergonomiste CNAM, Paris (Orientação: A. Wisner)
- Vidal M.C.R. (1978)** *Alguns aspectos do beneficiamento de mandioca na Região do Brejo paraibano*. Tese de Mestrado em Engenharia de Produção, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro
- Vidal, M.C. (1985)** - *Le travail des maçons en France et au Brésil: Sources et gestion des différences et variations* . Tese de doutorado em Ergonomia, CNAM/Paris. (Orientação A. Wisner).
- Vidal, M.C. (1993 [1991])** - *Os paradigmas em Ergonomia*. Conferencia Central no Seminário Paradigmas de saúde do Trabalhador. DAMS/UFRJ, 1991. Reapresentado no II Congresso Latino-Americano de Ergonomia, Florianópolis, 1993.
- Vidal M.C.R, (1997)** - *Ação Ergonômica na Empresa*- Apostila de mini-cursos do GENTE/COPPE, <http://www.gente.ufrj.br>
- Vidal M.C.R, 1999** - *Curso Tutorial de Ergonomia*. Conjunto de slides Powerpoint disponibilizados na Internet; <http://www.gente.ufrj.br>
- Vidal M., Meirelles L.A., Masculo F., Comte F. (1976)** - *Introdução à Ergonomia*. Apostila para curso de Graduação. PEP/COPPE.
- Wisner, A. (1974)** - *Contenu des tâches et charge de travail*. In: Sociologie du Travail, 1/74
- Wisner, A. (1979)** *Ergonomics in the engineering of a factory for Exportation*. VI^o Triennial congress of the I.E.A, Maryland, USA.
- Wisner,1985** - *Organizational antropotechnological approach contingencies: an analithical approach*. Em: Bradley G.E. e Hendrick H.W. (Eds.) Human Factors in Organizational Design and Management. Elesier Science, 1994, 613-617
- Wisner A (1991)** - A fabrica do futuro nos países de industrialização recente. Texto de palestra no GENTE/COPPE/UFRJ).