

A Psicofísica como Instrumento para o Design de Produtos

Psychophysics as a support for the design of products

Rejane Rossi Prado*

* Especialista em Design. Docente do curso de Desenho Industrial da Universidade Norte do Paraná (UNOPAR)
e-mail: <rejane.prado@prof.unopar.br>

Resumo

Este artigo tem por base o trabalho de M. M. Ayoub & Patrick G. Dempsey, publicado no ano de 1999 pela Revista Ergonomics, "The psychophysical approach to manual materials handling task design" (A abordagem psicofísica para o design: tarefas de movimentação manual de materiais). Neste, os autores tratam de metodologias experimentais utilizadas por pesquisadores, sobretudo a psicofísica. Dentre os resultados, encontra-se o desenvolvimento de normas – pesos, forças e freqüências, que devem ser aplicadas na realização de tarefas de movimentação manual de materiais. Para o designer, o conhecimento dessas normas torna-se de suma importância quando da projeção de utensílios voltados a tais tarefas, visto que estes serão utilizados pelo homem. Com o objetivo de melhor explorar o tema proposto e relacioná-lo à realidade do design, fez-se necessário um estudo direcionado aos conceitos e aspectos da psicofísica, da biomecânica e da fisiologia, bem como da movimentação manual de materiais. Portanto, o texto propõe uma reflexão sobre a psicofísica e sua influência e/ou sua relação com o design de produtos.

Palavras-chave: Psicofísica, design ergonômico, tarefas manuais.

Abstract

This article is based mostly on "The Psychophysical Approach To Manual Materials Handling Tasks Design" wrote by M. M. Ayoub & Patrick G. Dampsey, published in 1999 in Ergonomics Magazine. The authors mention experimental methods used by researchers, mainly psychophysics. The results allowed the development of standards – weights, strengths and frequencies, necessary to the task of manually handling materials. These standards are extremely important to the designer, when dealing with utensils used on manual tasks. The objective was then to explore this topic and to find the design relation with reality, and this made necessary a direct research about psychophysics, bio-mechanics and physiological conceptions, as well as the task of manually handling materials. Therefore, this article suggests a reflection about psychophysics and its influence and/or connection with the design of products.

Key words: Psychophysics, ergonomics design, handling tasks.

Introdução

Por meio deste artigo pretende-se mostrar de que forma as metodologias experimentais da chamada psicofísica podem contribuir para o design de produtos. Busca-se, mediante o estudo de Ayoub e Dempsey (1999), interpretar tais metodologias utilizadas por pesquisadores, tornando-se necessário agregar conceitos empregados na ergonomia, conceitos estes capazes de mostrar o real emprego da psicofísica como instrumento de projeção.

Para que a psicofísica possa ser entendida e considerada como instrumento de design, faz-se necessário compreender determinados conceitos, os quais serão tratados a seguir.

1 Ergonomia

Chapanis (1994) apud Moraes e Mont'Alvão (1998) define ergonomia como "um corpo de conhecimentos sobre as habilidades, limitações e outras caracterís-

ticas humanas, relevantes para o design". O autor considera ainda o projeto ergonômico, que é "a aplicação da informação ergonômica ao design de ferramentas, máquinas, sistemas, tarefas, trabalhos e ambientes para o uso humano seguro, confortável e efetivo".

Dessas definições, destaca-se a palavra significativa: **design**, porque ela nos separa de disciplinas puramente acadêmicas como antropologia, fisiologia e psicologia.

O objeto da ergonomia, seja qual for a sua linha de atuação, ou as estratégias e os métodos que utiliza, é o homem no seu trabalho trabalhando, realizando a sua tarefa cotidiana, ou seja, executando suas atividades do dia-a-dia.

A singularidade da ergonomia está justamente na sua *praxis*, que integra o estudo das características físicas e psíquicas do homem, as avaliações tecnológicas do sistema produtivo, a análise da tarefa, com a apreciação, o diagnóstico, a projeção, a avaliação e a implantação de sistemas homens-tarefas-máquinas.

2 Movimentação Manual de Materiais

Para Santos (2001), a ergonomia apresenta-se quando se ressalta a importância do estudo das atividades da tarefa, para se possível, selecionar e treinar corretamente, e para que se definam, a partir de critérios de frequência, posição da carga, posturas assumidas e os limites a serem aplicados, tendo por prioridade a mudança das condições de trabalho.

Segundo Gomes (2001), “a avaliação da movimentação manual de materiais pode ser realizada utilizando-se critérios biomecânicos, fisiológicos ou psicofísicos”.

- O critério **psicofísico** limita a carga de trabalho com base na percepção dos trabalhadores da sua capacidade de levantamento, que é uma medida aplicável a quase todas as tarefas de levantamento, exceto os de alta frequência (acima de seis levantamentos por minuto).
- O critério **biomecânico** limita o efeito na coluna vertebral, na região lombo-sacral, importante em tarefas de levantamento não frequentes.
- O critério **fisiológico** limita o *stress* metabólico e a fadiga associados a tarefas repetitivas de levantamento.

Para Ayoub e Dempsey (1999), **psicofísica** “é o ramo da psicologia que trata das relações entre o estímulo e as sensações resultantes”. Os autores citam ainda Stevens (1958), que descreve a psicofísica como a disciplina que busca leis que relacionam as responsabilidades dos homens e animais para as configurações energéticas do ambiente. Em Millenson (1967), temos psico – porque as sensações eram consideradas estar sob estudo; física – porque mudanças físicas no ambiente eram manipuladas e medidas experimentalmente.

Segundo F. Gomes apud Moraes e Mont’Alvão (1998), a **biomecânica** estuda as interações entre o trabalho e o homem sob o ponto de vista dos movimentos músculos-esqueletais envolvidos, e as suas consequências. Analisa basicamente a questão das posturas corporais no trabalho e a aplicação de forças.

De acordo com Dul e Weerdmeester (1995), no estudo da biomecânica, as leis físicas da mecânica são aplicadas ao corpo humano. Assim, pode-se estimar as tensões que ocorrem nos músculos e articulações durante uma postura ou um movimento.

Os princípios mais importantes da biomecânica para a ergonomia são:

- as articulações devem ocupar uma posição neutra;
- conserve pesos próximos ao corpo;
- evite curvar-se para frente;
- evite inclinar a cabeça;
- evite torções do tronco;
- evite movimentos bruscos que produzem picos de tensão;
- alterne posturas e movimentos;
- restrinja a duração do esforço muscular contínuo;
- previna a exaustão muscular;
- pausas curtas e frequentes são melhores.

Ainda segundo Dul e Weerdmeester (1995), a **fisiologia** pode estimar a demanda energética do coração

e dos pulmões, exigida por um esforço muscular. A fadiga pode ocorrer com o esforço muscular contínuo e localizado, bem como com o esforço físico realizado durante longos períodos. O fator limitante neste caso é a energia que o coração e os pulmões podem fornecer aos músculos, para manter uma postura ou realizar movimentos. Dentre os princípios fisiológicos, pode-se considerar: o gasto energético no trabalho é limitado; as tarefas pesadas exigem períodos de descanso.

3 Parâmetros Movimentacionais

Para a realização de um projeto de design relacionado ao sistema, faz-se necessário o estudo dos parâmetros movimentacionais que, segundo Moraes e Mont’Alvão (1998), são os limites de peso para levantamento e transporte manual de cargas, segundo a distância horizontal da carga em relação à região lombar da coluna vertebral, o curso vertical do levantamento ou abaixamento da carga, a conformação da carga, a frequência de manipulação da carga.

Em Dul e Weerdmeester (1995), verifica-se que vários tipos de tarefas exigem movimentos do corpo todo, exercendo força. Esses movimentos podem causar tensões mecânicas localizadas. Com o tempo, acabam causando dores. Os movimentos também podem exigir muita energia, provocando sobrecarga nos músculos, coração e pulmões. Passamos a tratar, portanto, dos esforços para levantar pesos, carregar, puxar e empurrar, os quais foram também abordados pelo artigo estudado.

Apesar da automatização, faz-se necessário, ainda, o levantamento manual de pesos, sendo considerado como uma das maiores causas de dores nas costas, pois muitos trabalhos, envolvendo levantamento de pesos, não satisfazem aos requisitos ergonômicos. Os principais aspectos a serem examinados para resolver esses problemas são: o processo produtivo (manual ou mecânico); a organização do trabalho (projeto do trabalho, frequência dos levantamentos); o posto de trabalho (posição do peso em relação ao corpo); o tipo da carga (forma, peso, pegadas); acessórios de levantamento; e o método de trabalho (individual ou coletivo).

Quanto ao levantamento de pesos, devem ser consideradas as seguintes instruções:

- Restrinja o número de tarefas que envolvam a carga manual
- Crie condições favoráveis para o levantamento de pesos
- Limite o levantamento de peso para 23 Kg, no máximo
- Use a equação de NIOSHI para estimar a carga máxima
- Escolha um valor adequado para a carga unitária
- O posto deve ser projetado adequadamente para o trabalho pesado
- Os objetos devem ter alças para as mãos
- A carga deve ter uma forma correta
- Use técnicas corretas para o levantamento de pesos
- Use uma equipe para cargas mais pesadas
- Use equipamentos para levantamentos de pesos.

Muitas vezes, após o levantamento, é necessário

fazer o transporte manual das cargas. Geralmente, andar com uma carga, é mecanicamente estressante e envolve um custo energético. Enquanto se segura um peso, os músculos dos braços e das costas são submetidos a uma tensão mecânica contínua. Portanto:

- Limite a carga
- Conserve a carga próxima ao corpo
- Coloque pegadas bem desenhadas
- Evite carregar volumes desajeitados
- Evite carregar pesos com uma só mão
- Use equipamentos de transporte.

O movimento de puxar ou empurrar cargas provoca tensões nos braços, ombros e costas. Essas tensões podem ser aliviadas com um desenho adequado dos carrinhos.

Considerações quanto a puxar e empurrar cargas:

- Limite as forças para puxar e empurrar
- Use o peso do corpo a favor do movimento
- Os carrinhos devem ter pegadas
- O carrinho deve ter duas rodas giratórias
- O piso deve ser duro e nivelado.

4 NR 17 - Ergonomia (117.000-7)

Como complemento, cabe ressaltar que a NR 17 – Norma Regulamentadora para as questões de ergonomia, trata, com ênfase, dos aspectos e características psicofisiológicas do trabalhador.

A título de ilustração, visando ao conhecimento e melhor entendimento de tais características, bem como da aplicabilidade dos dados na tarefa do designer, relacionam-se, a seguir, alguns de seus apontamentos.

17.1. Essa Norma Regulamentadora visa a estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente.

17.1.1. As condições de trabalho incluem aspectos relacionados ao levantamento, transporte e descarga de materiais, ao mobiliário, aos equipamentos e às condições ambientais do posto de trabalho, e à própria organização do trabalho.

17.1.2. Para avaliar a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, cabe ao empregador realizar a análise ergonômica do trabalho, devendo abordar, no mínimo, as condições de trabalho, conforme estabelecido nesta Norma Regulamentadora.

17.2. Levantamento, transporte e descarga individual de materiais.

17.2.1. Para efeito desta Norma Regulamentadora:

17.2.1.1. Transporte manual de cargas designa todo transporte no qual o peso da carga é suportado inteiramente por um só trabalhador, compreendendo o levantamento e a deposição da carga.

17.2.1.2. Transporte manual regular de cargas designa toda atividade realizada de maneira contínua ou que inclua, mesmo de forma descontínua, o transporte manual de cargas.

17.2.1.3. Trabalhador jovem designa todo trabalhador com idade inferior a 18 (dezoito) anos e maior de 14 (quatorze) anos.

17.2.2. Não deverá ser exigido nem admitido o transporte manual de cargas, por um trabalhador cujo peso seja suscetível de comprometer sua saúde ou sua segurança. (117.001-5 / I₁)

17.2.3. Todo trabalhador designado para o transporte manual regular de cargas, que não as leves, deve receber treinamento ou instruções satisfatórias quanto aos métodos de trabalho que deverá utilizar, com vistas a salvaguardar sua saúde e prevenir acidentes. (117.002-3 / I₂)

17.2.4. Com vistas a limitar ou facilitar o transporte manual de cargas, deverão ser usados meios técnicos apropriados.

17.2.5. Quando mulheres e trabalhadores jovens forem designados para o transporte manual de cargas, o peso máximo dessas cargas deverá ser nitidamente inferior àquele admitido para os homens, para não comprometer a sua saúde ou a sua segurança. (117.003-1 / I₁)

17.2.6. O transporte e a descarga de materiais feitos por impulsão ou tração de vagonetes sobre trilhos, carros de mão ou qualquer outro aparelho mecânico deverão ser executados de forma que o esforço físico, realizado pelo trabalhador, seja compatível com sua capacidade de força e não comprometa a sua saúde ou a sua segurança. (117.004-0 / I₁)

17.2.7. O trabalho de levantamento de material feito com equipamento mecânico de ação manual deverá ser executado de forma que o esforço físico realizado pelo trabalhador seja compatível com sua capacidade de força e não comprometa a sua saúde ou a sua segurança. (117.005-8 / I₁)

17.4. Equipamentos dos postos de trabalho.

17.4.1. Todos os equipamentos que compõem um posto de trabalho devem estar adequados às características psicofisiológicas dos trabalhadores e à natureza do trabalho a ser executado.

17.5. Condições ambientais de trabalho.

17.5.1. As condições ambientais de trabalho devem estar adequadas às características psicofisiológicas dos trabalhadores e à natureza do trabalho a ser executado.

17.6. Organização do trabalho.

17.6.1. A organização do trabalho deve ser adequada às características psicofisiológicas dos trabalhadores e à natureza do trabalho a ser executado.

Considerações Finais

Pode-se notar que a psicofísica tem sido extensivamente estudada e que autores, como Ayoub e Dempsey, têm

divulgado seus estudos e pesquisas, para que estes possam ser aplicados ao design de produtos.

Neste artigo, buscou-se identificar conceitos e normas abordados em ergonomia e na NR17, os quais, somados à abordagem psicofísica, podem contribuir para o design, reduzindo as diferenças entre a capacidade do operador e a demanda de trabalho, sendo este um dos objetivos de um bom design ergonômico.

Portanto, cabe também ao designer estar envolvido nesta abordagem, aplicando em seus projetos os dados levantados, a fim de que a ergonomia possa estar sendo difundida não somente na engenharia de segurança, mas por meio do design de produtos, sobretudo em utensílios empregados na realização de tarefas de movimentação manual de materiais, beneficiando em especial o trabalhador em suas atividades diárias.

Para finalizar, deixo para reflexão, as palavras de Gomes (2001):

Os trabalhadores têm cada vez mais, observado dificuldades na movimentação segura de materiais. O treinamento muito disseminado, tem se mostrado ineficaz na prevenção de lesões – é indispensável o planejamento ergonômico da tarefa. A movimentação manual de materiais é um sistema ordenado e complexo que requer um entendimento amplo das relações de causa e efeito para uma total e eficiente adaptação do homem. Então é necessário o conhecimento de todos os componentes da movimentação (trabalhador – tarefa – ambiente) e a capacidade do homem em se adaptar ou se ajustar. A componente humana no sistema consiste em todos os elementos que definem ou descrevem a capacidade humana. Isto é, características físicas, sensoriais, psicomotoras, personalidade, treinamento/experiência, saúde e

atividades no tempo livre. Enquanto os efeitos de algumas dessas características são bastante conhecidos e consistentes, existem conflitos e informações contraditórias a respeito de outras, como personalidade por exemplo. Por outro lado, as pesquisas sobre limites físicos e biomecânicos se fundamentam em modelos diversos e não apresentam resultados uniformes. O planejamento do trabalho deverá eliminar ou reduzir a movimentação manual de materiais, diminuir a demanda da tarefa e minimizar movimentos do corpo.

Referências

- AYOUB, M.M.; DEMPSEY, P. G. The psychophysical approach to manual materials handling task design. *Ergonomics*, v.42, n.1, 17-31, 1999.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. *Ergonomia: NR 17*. Disponível em: <<http://mte.org.br>>. Acesso em: 8 nov. 2001.
- DUL, J.; WEERDMEESTER, B.. *Ergonomia prática*. São Paulo: E. Blücher, 1995.
- GOMES, V. B. *A ergonomia na engenharia de segurança*. Disponível em : <[http://www.sobes.org.br / ergono.htm](http://www.sobes.org.br/ergono.htm)>. Acesso em: 14 out. 2001.
- MORAES, A.; MONT'ALVÃO, C.. *Ergonomia: conceitos e aplicações*. Rio de Janeiro: 2AB, 1998.
- SANTOS, J. E. G.. *Intervenção ergonômica no enfoque homem X máquina*. Bauru: FAAC/UNESP, 2001. (Apostila de aula)
- SCHULMANN, D. *O desenho industrial*. São Paulo: Papirus, 1994.
- TEIXEIRA, J. A. *Design & materiais*. Curitiba: CEFET, 1999.