

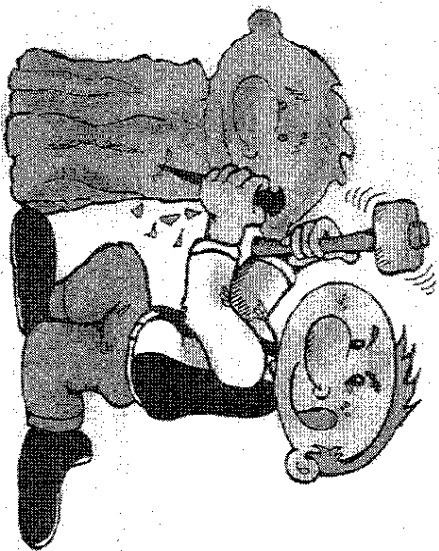
11. Ergonomia do produto

Até recentemente, o projeto e desenvolvimento de produtos era concentrado principalmente nos aspectos técnicos e funcionais. Os aspectos ergonômicos e de *design* eram pouco considerados. Entretanto, nas últimas décadas esse panorama transformou-se.

Grandes empresas como os produtores de aparelhos eletrônicos, eletrodomésticos e automóveis estão investindo cada vez mais em ergonomia e *design*. Hoje, esses fatores transformaram-se em importantes vantagens competitivas em todo o mundo.

Do ponto de vista ergonômico, os produtos são considerados como meios para que o homem possa executar determinadas funções. Esses produtos, então, passam a fazer parte de sistemas homem-máquina-ambiente. O objetivo da ergonomia é estudar esses sistemas, para que as máquinas e ambientes possam funcionar harmoniosamente com o homem, de modo que o desempenho dos mesmos seja adequado.

As informações necessárias para o projeto ergonômico de produtos já foram apresentados em diversos capítulos anteriores, especialmente naqueles 8 e 10. Aqui, além de reunir essas informações em torno dos produtos, serão apresentados critérios para avaliá-los, ou seja, para saber até que ponto esses produtos são realmente ergonômicos.



11.1 Adaptação ergonômica de produtos

A adaptação ergonômica de produtos tem uma longa história. Os homens sempre procuraram adaptar a natureza às suas necessidades, modificando-a e criando meios artificiais, quando ela não lhe fosse conveniente. O homem pré-histórico, fabricava armas de pedra lascada (Figura 11.1), ha dois milhões de anos, adaptando-as à anatomia de suas mãos (Napier, 1983).

Esse produto primitivo foi aperfeiçoado 500 mil anos depois, para transformar-se em machadinho. O cabo adicionado tinha forma fixa e arredondada, ajustando-se confortavelmente à mão. Os povos primitivos que fabricavam arcos, flechas e tacapes, de alguma forma, já usavam as medidas antropométricas, provavelmente, levando-os no seu próprio corpo.

Como já vimos no Capítulo 1, a ergonomia evoluiu durante a segunda metade do século XX, passando a abordar problemas cada vez mais amplos, de forma integrada e interdisciplinar. No início, ela estudava apenas uma parte do produto, depois passou a estudar os produtos inteiros, de forma mais integrada, nos sistemas homem-máquina e, hoje, estuda esse produto como componente de sistemas maiores e mais complexos. Essa evolução pode ser dividida em 3 fases.

Fase 1. Ergonomia dos knobs e mostradores

Antes e durante a II Guerra Mundial, e até a década de 1950, os precursores da ergonomia estavam preocupados em melhorar o relacionamento entre o homem e a máquina, tornando os mostradores mais visíveis e os knobs mais fáceis de operar. Além disso, como consequência de desevolvimento da área da fisiologia do trabalho, preocupavam-se em reduzir a carga física do trabalho e os fatores de sobrecarga fisiológica, como temperatura ambiental e ruídos.

A bem dizer, aqueles especialistas ainda não faziam parte da equipe de projeto do produto. Eles atuavam como consultores para solucionar problemas **específicos**, apenas quando eram chamados. Isso acontecia quando os proprietários das máquinas descobriam que estava havendo alguma dificuldade de operação, ou quando ocorria algum fato emergencial, provocando altos índices de erros e acidentes. Da certa

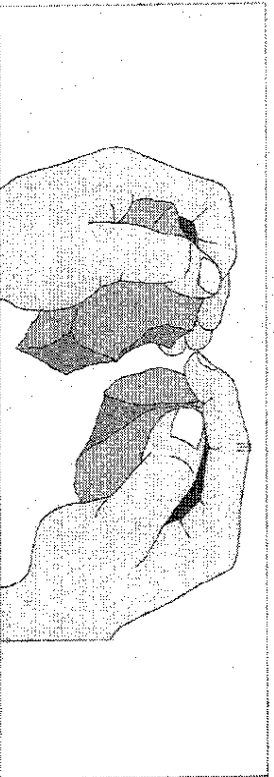


Figura 11.1
Processo de fabricação pré-histórica de arma de sílex lascado (Napier, 1983).

forma, eles eram até ridicularizados como sendo os especialistas de *knobs* e mostradores, pois a atuação deles, não passava dessa contribuição ocasional e superficial no desenvolvimento de produtos.

Fase 2. Ergonomia de sistemas

A fase 2, que ocorre principalmente durante as décadas de 1950 e 60, é caracterizada por um alargamento da visão da ergonomia. Diversos aspectos de projeto, que eram resolvidos apenas tecnicamente, foram identificados como fontes de problemas ergonômicos, e que, portanto, deveriam merecer análises mais cuidadosas.

Ao mesmo tempo, os especialistas em ergonomia sentiram deficiência de conhecimentos sobre o desenvolvimento de sistemas complexos de trabalho. Como consequência, surgiram diversas teorias e modelos sobre o conceito de sistema e metodologias de desenvolvimento dos produtos. Assim, as variáveis relativas ao desempenho humano, foram gradualmente incluídos em um contexto **mais amplo** de análise, vinculando-as com a função do sistema a ser desenvolvido.

Portanto, não se tratava mais de melhorar apenas os controles e mostradores, mas saber qual era a função do homem nesse sistema. Dessa forma, a ergonomia desenvolveu uma **metodologia** para atuar no desenvolvimento de sistemas, construindo o modelo de sistema homem-máquina. Apesar dessa evolução, esse sistema era visto quase sempre como uma unidade isolada de produção, como um posto de trabalho, nem sempre integrado ao sistema produtivo como um todo.

Fase 3. Integração ao sistema produtivo

Com o crescente reconhecimento da importância da ergonomia nas empresas, sobretudo a partir da década de 1970, ela passou, cada vez mais, a figurar formalmente no organograma das empresas. Assim, aquilo que era um trabalho ocasional ou esporádico, passou a ser uma atividade permanente dentro dessas empresas.

Os especialistas em ergonomia passaram a trabalhar em equipe, **integrando-se** com os demais especialistas, participando da concepção de novos sistemas, desde a fase inicial desses trabalhos. A grande difusão da informática, a partir da década de 1980, introduzindo postos de trabalho informatizados em todos os setores de atividades humanas, trouxe novos desafios a ergonomia.

A contribuição da ergonomia, assim, deixou de ser superficial, passando a influir na própria especificação dos sistemas e na definição de sua configuração geral. E o termo sistema, aqui, passou a ter uma aceção mais ampla, podendo abranger a ação coordenada de conteúdos e até de milhares de trabalhadores e máquinas, formando verdadeiros macro-sistemas. Esse novo tipo de abordagem é conhecido também como **macroergonomia**. Ela passou a integrar a ergonomia no contexto do projeto e gerência de organizações, conhecidas hoje pela sigla, em inglês, ODAM - *Organizational Design and Management*, conforme já foi apresentado na página 18.

Características desejáveis dos produtos

Do ponto de vista ergonômico, todos os produtos, sejam eles grandes ou pequenos, simples ou complexos, desfilham-se a satisfazer a certas necessidades humanas e, dessa forma, direta ou indiretamente, entram em contato com o homem. Então, para que esses produtos funcionem bem em suas interações com os seus usuários ou consumidores, devem ter as seguintes características básicas:

Qualidade técnica — É a parte que faz funcionar o produto, do ponto de vista mecânico, elétrico, eletrônico ou químico, transformando uma forma de energia em outra, ou realizando operações como dobra, corte, solda e outras. Dentro da qualidade técnica deve-se considerar a eficiência com que o produto executa a função, o rendimento na conversão de energia, a ausência de ruídos e vibrações, a facilidade de limpeza e manutenção e assim por diante.

Qualidade ergonômica — A qualidade ergonômica do produto é a que garante uma boa interação do produto com o usuário. Inclui a facilidade de manuseio, adaptação antropométrica, fornecimento claro de informações, facilidades de "navegação" compatibilidades de movimentos e demais itens de conforto e segurança.

Qualidade estética — A qualidade estética é a que proporciona prazer ao consumidor. Envolve a combinação de formas, cores, materiais, texturas, acabamentos e movimentos, para que os produtos sejam considerados atraentes e desejáveis, aos olhos do consumidor.

Equilíbrio entre as qualidades

As três qualidades do produto são genéricas e estão presentes em praticamente todos eles. Em cada tipo de produto há, naturalmente, uma ou outra qualidade que pode **predominar** sobre as outras. Por exemplo, em um motor elétrico, provavelmente a qualidade técnica seja a mais importante. Já em um alicate ou qualquer outro tipo de ferramenta manual, os aspectos ergonômicos podem ser predominantes e há casos como em objetos de decoração, onde predomina a estética. Contudo, em todos eles, essas três características estão presentes. O que varia é a intensidade relativa de cada um deles.

Alguns fabricantes não conseguem estabelecer um equilíbrio adequado entre essas três qualidades. Muitas vezes, pressionados pelo mercado, eles preferem alterar os aspectos estéticos e ergonômicos dos produtos porque as qualidades técnicas não são tão visíveis ao consumidor e também são de mais difícil modificação. Entretanto, existem também muitos casos de produtos que são tecnicamente bem resolvidos, mas fica difícil detectá-los depois das qualidades ergonômicas e estéticas.

Portanto, deve haver uma grande interação entre essas três qualidades do produto e, sempre que possível, devem ser solucionadas de forma integrada, desde a fase inicial de concepção do produto ou sistema. Quando o projeto básico desse produto ou sistema já estiver definido, fica mais difícil de "injetar" as soluções ergonômicas e estéticas a *posteriori*.

Às vezes, durante o desenvolvimento, pode ocorrer uma alternativa "tecnicamente perfeita". Mas, vista sob os ângulos da ergonomia e estética, pode ser problemática. Talvez existam outras alternativas melhores para a ergonomia, mesmo com um pequeno sacrifício do desempenho técnico. Assim, o projeto de um produto envolve uma solução de compromisso. Nem todos os sub-sistemas podem ser ótimos. O que importa é o resultado global. Em empresas modernas e competitivas, esse resultado significa atender às necessidades e aos desejos dos consumidores e do mercado.

Bens de capital e bens de consumo

Existem diversas classificações de produtos. Por exemplo, podem ser classificadas pelo nível de tecnologia (tradicional, intermediária, avançada), pelo tipo de tração (manual, mecânica, elétrica) e assim por diante. Uma classificação bastante difundida de produtos é quanto ao usuário, em bens de capital e bens de consumo.

Bens de capital — Os bens de capital são usados por empresas em alguma atividade produtiva. Exemplos: máquinas e equipamentos como prensas, torres e fornos. Geralmente são adquiridas por empresas, operadas por trabalhadores especialmente treinados e têm, em volta deles, várias pessoas que apóiam seu funcionamento como os ferramenteiros, analistas de trabalho e técnicos de manutenção. Eles diferentemente são usados de forma diferente daquela que foi programada pela empresa e prevista pelos seus fabricantes. A qualidade técnica é dominante em seu projeto e a sua renovação é ditada principalmente pelos avanços tecnológicos.

Bens de consumo — Os bens de consumo são usados por indivíduos, geralmente no âmbito doméstico. Exemplos: eletrodomésticos, móveis e brinquedos. O seu uso e manutenção não é tão regular quanto aos bens de capital. Muitas vezes são usados de forma errada, por pessoas que não foram treinadas para a sua operação e manutenção. Incluem-se entre seus usuários, crianças, pessoas idosas, os portadores de deficiências, que não têm força ou habilidade própria dos adultos normais. Portanto, esses bens estão sujeitos a um uso mais irregular, menos sistemático e, inclusive, a usos não previstos pelo fabricante.

As principais diferenças entre os bens de capital e bens de consumo estão apresentadas na Tabela 11.1. Observa-se que, na prática, muitos produtos poderiam ser incluídos nas duas classes. Por exemplo, o mesmo tipo de mesa e computador podem ser usados em uma empresa, para atividades profissionais ou no lar, onde estudantes os usam como instrumento didático.

Contudo, essa classificação ajuda o projetista a definir as principais características do produto. Os produtos que se destinam ao uso, tanto profissional como doméstico, deverão reunir as características dos bens de capital e bens de consumo.

TABELA 11.1
Principais diferenças entre os bens de capital e os bens de consumo

Fatores	Bens de capital	Bens de consumo
Objetivo	Definido pelo fabricante e pela empresa	Selecionado pelo usuário e pode variar
Comprador	Empresa, mediante critérios técnicos e econômicos.	Individual, podendo predominar critérios subjetivos.
Usuário	Pessoas habilitadas, com treinamento	Genérico, sem treinamentos específicos.
Acompanhamento do uso	Supervisionado por pessoas especializadas	Não existe, especificamente.
Manutenção	Sistemática, programada e preventiva	Corretiva, para corrigir as falhas.
Custo da falha	Alto, podendo causar uma catástrofe.	Disperso, difícil de quantificar.
Renovação	Periódica, determinada por avanços tecnológicos.	Frequente, sujeito à moda e mudanças formais.

11.2 Projeto universal e usabilidade

O mundo está cada vez mais globalizado, com a rápida expansão dos meios de comunicação e de transportes. Isso aumenta a circulação mundial das mercadorias e produtos. Além disso, há uma incorporação cada vez maior de certas minorias ao mercado de consumo. Com isso, os horizontes dos projetistas foram ampliados.

Antes, os projetos eram realizados para determinados segmentos da população e regiões. Hoje, os projetistas devem pensar no mercado mundial e na ampla variação das características dos seus usuários. Esse tipo de preocupação levou à formulação dos princípios do projeto universal e dos critérios para melhorar a usabilidade dos produtos.

Observa-se que há muita semelhança entre os critérios de produto universal e aqueles da usabilidade. O que diferencia são as ênfases. O projeto universal está preocupado em fazer o acessível à maioria da população, enquanto a usabilidade, em facilitar o seu uso. Naturalmente produtos universais acabam tendo uma boa usabilidade e vice-versa.

Projeto universal

O projeto universal preocupa-se em dotar o produto ou ambiente com as características que facilitem o seu uso pela maioria das pessoas, incluindo certas minorias, como os cegos, idosos e portadores de deficiências físicas (Charlin, 2002). Ele parte do princípio de que é mais barato desenvolver esse tipo de produto, desde o início, do que produzir aparatos especiais para as minorias. Isso é válido principalmente no

caso da produção seriada em larga escala. Assim, o projeto deve permitir mudanças ou substituição de suas características para acomodar diferentes usuários e formas de utilização. Contudo, observa-se certa inadequação no uso do termo "universal" porque não existe projeto que possa ser utilizado indistintamente por todos os usuários.

Princípios do projeto universal

O projeto universal adota certos princípios, que podem ser aplicados tanto na avaliação dos produtos existentes, como para orientar o desenvolvimento de novos produtos e ambientes (Nil, 1993). São os seguintes:

Uso equitativo — O produto deve ter dimensões, ajustes e acessórios que permitam atender ao maior número possível de usuários. Estes devem permitir a todos os usuários, uso de forma idêntica, quando possível ou, senão, equivalente. Assim, não se deve segregar ou sinalizar qualquer usuário menos capaz. A segurança, proteção e privacidade devem estar igualmente disponíveis a todos os usuários.

Flexibilidade no uso — O projeto deve acomodar uma ampla gama de habilidades e preferências individuais, de modo a: possibilitar o uso aos destros e canhotos; facilitar o uso preciso e exato a todos os usuários; possibilitar a escolha do modo de usar; e adaptar-se às forças e ritmos próprios de cada usuário.

Uso simples e intuitivo — O produto deve ser facilmente entendido, sem depender de conhecimentos especializados, problema de linguagem ou nível de atenção momentânea. Para simplificar o produto, deve-se: eliminar a complexidade desnecessária; ser consistente com os estereótipos, expectativas e intuição dos usuários; acomodar uma vasta gama de problemas de linguagem ou diferenças culturais; hierarquizar as informações de acordo com a sua importância; gerar informações de realimentação, o mais rápido possível, durante e após o uso.

Informação perceptível — As informações devem ser efetivamente comunicadas aos usuários, sem depender de habilidades especiais dos mesmos, mesmo sob condições ambientais adversas. Esse princípio apresenta as seguintes diretrizes: apresentar as informações essenciais com redundância (com uso de mais de um canal sensorial); melhorar a visibilidade (ou audibilidade) com contrastes e texturas que se destaquem do fundo; compatibilizar a natureza da informação com o meio utilizado na transmissão; e tornar as informações perceptíveis aos deficientes sensoriais.

Tolerância ao erro — O projeto deve minimizar os riscos e as consequências adversas das ações involuntárias ou acidentais. Para isso, deve-se: reduzir a sensibilidade exagerada dos controles; arranjar os controles de forma lógica; isolar ou proteger aqueles perigosos; desenvolver ações inusitadas em tarefas que exijam habilidade e vigilância; providenciar advertências para erros e acionamentos involuntários; e permitir fácil retorno ao estado anterior.

Redução do gasto energético — O projeto deve evitar superdimensionamentos desnecessários, que levem a maiores gastos energéticos. Sempre que pos-

sível, o corpo e os membros do usuário devem ser mantidos na posição neutra, livre de estresses. As contrações estáticas dos músculos devem ser evitadas. Esse princípio pode ser estendido para o dimensionamento de motores, máquinas e equipamentos. A potência além do necessário provoca desperfícios de energia.

Espaço apropriado — O dimensionamento das máquinas, equipamentos e espaços de trabalho deve ser apropriado para acesso, alcance e manipulação, independentemente do tamanho do usuário, sua postura ou mobilidade. Os dispositivos de informação e controles manuais devem ser acessíveis ao usuário sentado ou em pé, acomodando as variações das medidas das mãos. Os espaços físicos exagerados levam as pessoas idosas a movimentar-se em excesso para realizar as tarefas.

Outros requisitos como custos e facilidade de manutenção poderiam ser acrescentados a esses princípios. Por exemplo, na substituição de peças, devem-se usar processos como encaixes e fixação com parafusos, no lugar de solda ou rebite, que exigem equipamentos especiais.

Usabilidade

Usabilidade (neologismo traduzido do inglês *usability*) significa facilidade e comodidade no uso dos produtos, tanto no ambiente doméstico como no profissional. Os produtos devem ser "amigáveis", fáceis de entender, fáceis de operar e pouco sensíveis a erros. Por exemplo, quando sentamos em uma cadeira bem projetada, sentimos conforto e parece que somos bem recebidos. Em outros casos, há cadeira que nos "agredem" e parece que querem nos expulsar, devido a uma relação não-amigável com o objeto.

A usabilidade relaciona-se com o conforto, mas também com a eficiência dos produtos. Por exemplo, ao manipularmos um controle remoto de TV, podemos sentir conforto na pega e os botões serem suaves ao toque. Contudo, pode acontecer que esses botões estejam muito próximos entre si, provocando acionamentos errados. Em outros casos, a distribuição das funções pode estar confusa, provocando diferentes erros.

A quantidade de erros pode indicar ineficiência do controle. Pode-se melhorar as dimensões, distanciamento entre os botões e a distribuição espacial entre os mesmos para que esses erros sejam reduzidos. Para facilitar a identificação visual, pode-se usar um código cores, para que seja visível até em um ambiente de semi-escurecida.

A usabilidade não depende apenas das características do produto. Depende também do usuário, dos objetivos pretendidos e do ambiente em que o produto é usado. Portanto, a usabilidade depende da interação entre o produto, o usuário, a tarefa e o ambiente. Assim, o mesmo produto pode ser considerado adequado por uns e inexistente por outros. Ou, adequado em certas situações e inadequado em outras.

Princípios da usabilidade

De acordo com Jordan (1998), existem alguns princípios para melhorar a usabilidade dos produtos:

Evidência — A solução formal do produto deve indicar claramente a sua função e o modo de operação. Por exemplo, a porta de vidro de um edifício público deve ter uma clara indicação se ela deve ser empurrada ou puxada para abrir-se. Uma placa metálica, sem nenhuma pega, pode indicar que ela deve ser empurrada e, do outro lado, uma barra que pode ser agarrada, indica que ela deve ser puxada. Em computação, os desenhos de ícones que representam funções devem ter significados claros. A evidência reduz o tempo de aprendizagem e facilita a memorização, além de reduzir os erros de operação.

Consistência — As operações semelhantes devem ser realizadas de forma semelhante. Isso permite que o usuário faça uma transferência positiva da experiência anteriormente adquirida em outras tarefas semelhantes. Por exemplo, as passagens estão acostumadas a abrir as portas da casa e do carro. Ao deparar-se com um novo produto que tenha uma porta, ele provavelmente tentará abri-la da mesma forma. Coisa semelhante ocorre também com o uso de *menus* em computadores.

Capacidade — O usuário possui determinadas capacidades para cada função, que devem ser respeitadas. Essas capacidades não devem ser ultrapassadas. Para dirigir um automóvel, por exemplo, as duas mãos ficam ocupadas com o volante. Então, as outras funções, como aceleração, embreagem e freio, são transferidas para os pés. O mesmo ocorre em relação aos órgãos dos sentidos. Quando a visão estiver saturada, as informações adicionais podem ser transferidas para outros canais, como a audição e o tato. Essa capacidade relaciona-se também com a força, precisão, velocidade e alcances, exigidos em movimentos musculares.

Compatibilidade — O atendimento às expectativas do usuário melhora a compatibilidade. Essas expectativas dependem de fatores biológicos, culturais e experiências anteriores. Estão relacionadas também com os estereótipos populares. Por exemplo, o movimento de um controle rotacional para a direita está associado com o "abrir" ou "aumentar". Em muitas culturas, a cor vermelha está associada com perigo ou proibição, em oposição ao verde, que significa segurança ou liberação de um procedimento, como acontece com os sinais de trânsito.

Prevenção e correção dos erros — Os produtos devem impedir os procedimentos errados. Se estes ocorrerem, devem permitir uma correção fácil e rápida. Em um carro, a ignição do motor poderia estar condicionada à colocação prévia do cinto de segurança e fechamento de todas as portas. Na digitação, frequentemente ocorre o acionamento involuntário de alguns comandos. Se isso ocorrer, seu efeito poderia ser nulo ou ter disponível outro comando de correção ou retorno ao estágio anterior ao erro.

Realimentação — Os produtos devem dar um retorno aos usuários sobre os resultados de sua ação. Isso pode ser um simples "bip" indicando que um comando foi acionado. Em ligações telefônicas, existe um ruído típico indicando que a chama-

da foi completada e outro para indicar que a linha está ocupada. A realimentação é importante para que o operador possa redirecionar a sua ação. Em muitos casos, ele deve ir corrigindo a sua trajetória até atingir o objetivo pretendido. A falta dessa realimentação poderá resultar em muitos desperdícios, como no caso do motorista que dirige durante duas horas até o próximo vilarejo, para descobrir que estava no caminho errado. Portanto, é importante que essa realimentação se realize o mais rápido possível, usando-se sinais que tenham um significado correto.

A usabilidade dos produtos pode ser melhorada aplicando-se os princípios acima apresentados. Entretanto, essas medidas recaem em dois tipos de características (Jordan, 1998): físicas e cognitivas.

Características físicas

A usabilidade pode ser melhorada com alteração de algumas características físicas do produto, como dimensões, pesos, formas, resistências e outras. Essas mudanças devem visar sempre a adaptação do produto às características do usuário ou grupo de usuários.

Já vimos no Capítulo 6, os produtos devem ser adaptados à média da população. Em outros casos, essa adaptação deve ser feita a um dos extremos (inferior ou superior), às faixas ou ao usuário individual.

A usabilidade pode ser melhorada colocando-se mecanismos de regulação em um produto que, antes, tinha uma medida fixa. É o que acontece, por exemplo, com as cadeiras operacionais que apresentam 3 a 4 regulagens para se adaptar melhor aos usuários individuais.

Um aparelho de TV portátil deve ter pouco peso. Entretanto, pode ser que os consumidores prefiram telas grandes. Al estão duas variáveis antagonicas, que precisam ser compatibilizadas entre si. Talvez se consiga aplicar materiais mais leves, sem prejudicar a resistência. Ou, ao menos, melhorar a forma da pega para evitar o desconforto no transporte.

No caso de um controle remoto de TV, operado frequentemente em ambientes de pouca luz, deve ser pouco vulnerável a erros. Consegue-se isso afastando-se os botões entre si, a ponto de evitar os acionamentos errados. O agrupamento desses botões por funções pode facilitar o aprendizado (ver regras do *Gesture*, Capítulo 10). O centro de gravidade situado no eixo da mão melhora o controle motor. Seu formato e acabamento superficial podem evitar que se escorregue e caia no chão. Enfim, diversas características físicas do produto podem ser modificadas para que se adapte melhor ao usuário.

Características cognitivas

As características cognitivas referem-se aos conhecimentos do usuário sobre o modo de usar o produto, baseando-se em suas experiências anteriores. Se as caracteris-

ticas físicas assemelham-se ao *hardware*, as cognitivas podem ser consideradas como *software*. Em outras palavras, os produtos não devem contrariar as experiências e os estereótipos já estabelecidos e que provocam certas expectativas (ver Capítulo 8).

Por exemplo, nosso estereótipo para abrir uma porta é girar alavanca para baixo, maçaneta para esquerda ou puxar uma alça. Qualquer produto que contrarie esses estereótipos causará dificuldade (isso acontece com alguns modelos de automóveis).

Quando se cria uma nova versão para um programa de computador, as funções básicas e os modos de operar da versão anterior, devem ser preservados, para que haja uma transferência positiva do aprendizado. Aquilo que já é conhecido deve ser integralmente aproveitado, acrescentando-se novas habilidades que ainda não existam.

Para a elaboração das características físicas, faz-se um levantamento antropométrico de grupo de usuários. Da mesma forma, para as características cognitivas, deve-se fazer um levantamento do repertório desse grupo. Isso inclui, por exemplo, o que eles conhecem sobre o produto e como estão acostumados a usá-lo.

11.3 O processo de desenvolvimento de produtos

O desenvolvimento de produtos envolve um conjunto de atividades que leva uma empresa ao lançamento de novos produtos ou ao aperfeiçoamento daqueles existentes. O processo geralmente se inicia com a tomada de decisões estratégicas, pela alta administração de empresa.

O desenvolvimento de produtos é um problema complexo, envolvendo o trabalho de diversos profissionais. Na medida de possível, essa equipe de desenvolvimento deve incluir também especialistas em ergonomia, desde as etapas iniciais do projeto. Às vezes, fica muito mais difícil e caro corrigir um defeito do que procurar alternativas para preveni-lo desde o início.

Etapas do processo de desenvolvimento de produtos.

O processo de desenvolvimento de produtos é muito variável, dependendo do tipo de produto e da organização da empresa. Algumas empresas enfatizam características técnicas, enquanto outras, aquelas ergonômicas ou estéticas. Outras, ainda, concentram-se na redução dos custos, mesmo com o sacrifício da qualidade.

Existem ainda as empresas que simplesmente copiam os produtos das outras, sem ao menos saber porque eles têm determinadas características. Em todos esses casos, o "juiz" final será o consumidor. Portanto, em qualquer projeto de produto, é importante saber o que os consumidores querem, quais são as características que eles valorizam e quanto estão dispostos a pagar.

De uma forma geral, o processo de desenvolvimento de produtos pode ser representado como se vê na Figura 11.2. Observe que esse processo não é linear. A cada

etapa, poderá haver um retorno à fase anterior. Por exemplo, durante o detalhamento, pode ser que um componente previsto não esteja disponível e, então, é necessário retroceder para a etapa de desenvolvimento e modificar o projeto.

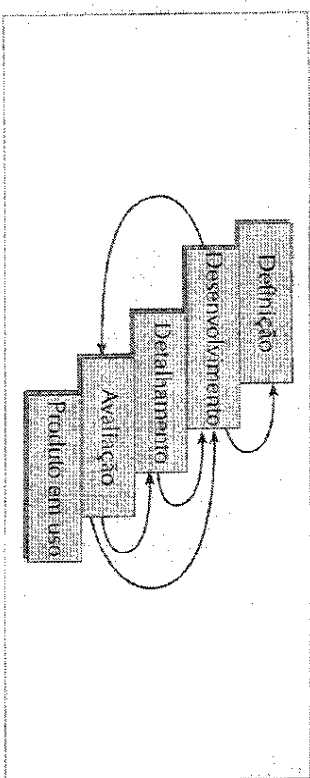
A ergonomia deve participar em todas essas etapas, como se vê na Tabela 11.2. Os especialistas em ergonomia geralmente responsabilizam-se pelas seguintes atividades (Haubner, 1990):

- Analisar e descrever as tarefas e características dos usuários do sistema
- Elaborar propostas para interfaces e alternativas para melhorar a usabilidade
- Contribuir para avaliar o produto do ponto de vista ergonômico, tanto do *hardware* como do *software*

Desse modo, a contribuição do ergonomista inicia-se com a definição das especificações do produto e, prossegue durante todas as etapas do desenvolvimento e chega até a etapa final de avaliação do produto, em uso.

TABELA 11.2
Participação da ergonomia nas diversas etapas do desenvolvimento de produtos

Etapas	Atividades gerais	Participação da ergonomia
Definição	Examinar as oportunidades Verificar as demandas Definir objetivos do produto Elaborar as especificações Estimar custo/benefício	Examinar o perfil do usuário Analisar os requisitos do produto
Desenvolvimento	Analisar os requisitos do sistema Esboçar a arquitetura do sistema Gerar alternativas de soluções Desenvolver o sistema	Analisar as tarefas/atividades Analisar a interface - informações - controles
Detalhamento	Detalhar o sistema Especificar os componentes Adaptar as interfaces Detalhar os procedimentos de teste	Acompanhar os detalhamentos
Avaliação	Avaliar o desempenho Comparar com as especificações Fazer os ajustes necessários	Testar a interface com o usuário Arquivo
Produto em uso	Prestar serviço pós-venda Adquirir experiências para outros projetos	Realizar estudos de campo junto aos usuários e consumidores



Desenvolvimento de produtos na empresa

Algumas empresas que têm atividades contínuas de desenvolvimento de produtos já empregam ergonomistas como membros permanentes de suas equipes. Quando o volume de trabalho não justificar esse envolvimento permanente, pode-se optar por consultores externos.

Um exemplo desses grupos permanentes é o da empresa *Philips*, da Holanda, que mantém 21 especialistas em ergonomia dentro de sua equipe de projeto (Shanton, 1998). Eles dedicam 85% do tempo no desenvolvimento de projetos. Ocupam-se principalmente em analisar as interações dos usuários com os seus produtos, acumulando experiências para o projeto de novos produtos. Procuram incluir o conceito de usabilidade em todos os produtos, como uma política da empresa (Figura 11.3). A participação da ergonomia ocorre em 4 tipos de atividades (McClelland e Brigham, 1990):

Usuário — O conhecimento do perfil dos usuários, de suas necessidades e valores. Isso é fundamental para definir as características consideradas úteis e na formulação dos critérios de usabilidade.

Utilidade do produto — Um produto é útil quando executa as funções ou tarefas que o consumidor precisa. Uma análise das necessidades do usuário leva à descrição de um conjunto de tarefas a serem realizadas com o uso do produto.

Usabilidade — A usabilidade formula certas metas de desempenho para o produto. Essas metas são usadas durante o desenvolvimento do projeto, para a formulação de alternativas. São usadas posteriormente para avaliar o projeto, da interface e realizar testes de usabilidade em protótipos.

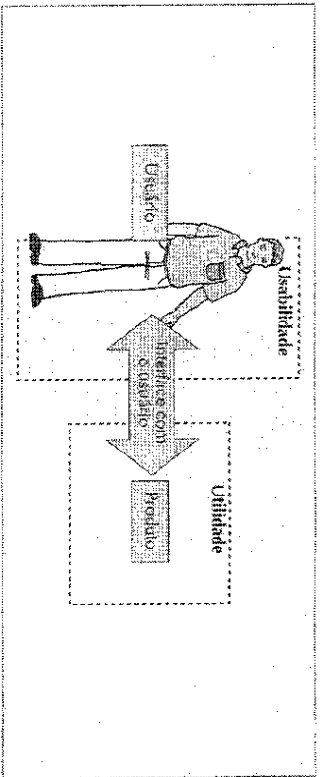
Interface com o usuário — A análise da interface focaliza a atenção sobre o usuário interagindo com o produto, procurando respostas para as seguintes perguntas:

- O produto comunica o *que?* — qual é a utilidade do produto?
- Como ele comunica? — como se usa o produto?

Os conceitos de utilidade, usabilidade e interface com o usuário são formulados logo no início de cada projeto. Eles são mantidos como pontos de verificação em to-

Figura 11.2
Etapas do desenvolvimento de produtos.

Figura 11.3
Atividades a cargo da equipe de ergonomia na Philips (McClelland e Brigham, 1990).



das as fases de desenvolvimento do projeto. A principal preocupação do ergonomista está na usabilidade. Ela não depende apenas do desempenho global do sistema. Deve-se fazer um exame detalhado das interações do usuário com o produto. Assim, é necessário acompanhar minuciosamente a elaboração dos detalhes do projeto que podem influir nessas interações.

11.4 Produtos de consumo

Os produtos de consumo ou bens de consumo movimentam grande parte da economia mundial. Eles se classificam em perecíveis (alimentos e bebidas) e duráveis (eletrodomésticos, móveis). Aqui trataremos apenas dos bens duráveis.

Pressionados pela competição globalizada, principalmente a partir da década de 1980, os fabricantes desses bens investiram na melhoria da qualidade e na redução dos preços para conquistar novos mercados. A ergonomia tem contribuído para a melhoria de qualidade dos produtos de consumo, adaptando-os melhor os produtos às necessidades e características do consumidor.

Por outro lado, com a grande difusão dos meios de comunicação, os consumidores estão cada vez mais informados e mais exigentes. Nesse contexto, ergonomia passou a ser usado pelas empresas como uma vantagem competitiva, produzindo e oferecendo-se "produtos ergonômicos", como sinônimo daquilo que atende às reais necessidades do consumidor.

Consulta aos clientes

Consultar os clientes significa ouvir os usuários ou consumidores do produto para se descobrir as características que eles consideram desejáveis. Isso não é feito apenas de uma forma esporádica. Ao contrário, é um processo sistemático, considerando como uma das etapas obrigatórias no desenvolvimento do produto. Essa é uma forma segura de reduzir os riscos no lançamento de novos produtos.

Até recentemente, os projetos de produtos eram realizados "a portas fechadas". A própria equipe **Interna** da empresa encarregava-se do projeto, baseando-se em

algumas suposições. Algumas vezes, na ausência dessa equipe, contratava-se um escritório externo, mas o processo de desenvolvimento é semelhante nos dois casos. Nesse processo, a empresa pode tomar decisões aparentemente lógicas, mas também pode cometer grandes enganos.

Na cadeia de produção → distribuição → consumo → descarte → reciclagem, pode haver vários tipos de clientes "Clientes" podem ser entendidos de várias maneiras. Geralmente quem compra de empresa industrial são os atacadistas, distribuidores e outros intermediários e não os usuários finais dos produtos.

Muitas vezes, não é o próprio usuário que compra. Produtos infantis são comprados pelos adultos e usados pelas crianças. Materiais de limpeza são comprados pelas donas-de-casa e usados pelas empregadas. Em órgãos públicos, as compras são feitas por licitações e os usuários dos produtos raramente participam desse processo. Nesses casos, quando há dicotomia entre *quem decide* e *quem usa* é importante consultar os dois segmentos, pois cada um pode valorizar aspectos diferentes dos produtos.

Desenvolvimento participativo

Desenvolvimento participativo é aquele feito com consulta sistemática aos usuários potenciais do produto. Algumas empresas mantêm um cadastro daqueles clientes, usuários ou distribuidores, considerados os mais observadores, exigentes e críticos. Eles são convocados para contribuir na concepção, *design* e avaliação de novos produtos. Por exemplo, a *Philips* tem um cadastro de "testadores" para seus barbeadores. Eles são selecionados pelos seguintes critérios: são usuários dos barbeadores; são exigentes com os barbeadores; têm sensibilidade ao desconforto de barbear (pele delicada); e são capazes de expressar claramente o que sentem.

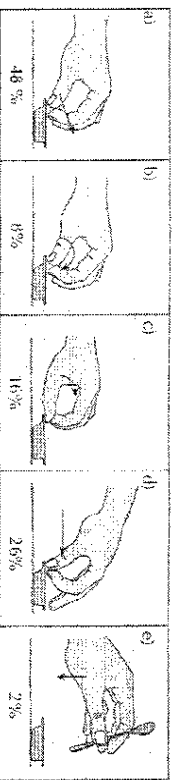
O levantamento das informações é feito com **entrevistas** ou **questionários** pode ser complementado com dois tipos de atividades: observação *in loco* e grupo de foco.

A **observação in loco** é feita com o cliente usando o produto em condições reais (Figura 11.4). Ela é importante para se registrar as posturas corporais, movimentos e forças na interação com o produto. Com isso, pode-se identificar os possíveis fontes de erros, fadigas e acidentes. Pode-se identificar também as características de *decepção* do produto. São aquelas que incomodam ou machucam e devem ser eliminadas. Por exemplo, um posto de trabalho que não permite a acomodação das pernas, na posição sentada e a pessoa é obrigada a adotar uma posição contorcida. Para eliminar essa característica de decepção, o posto de trabalho deve ser redesenhado para criar o espaço de acomodação das pernas.

O **grupo de foco** (ver página 55) é constituído de 6 a 10 pessoas, que emitem opiniões e comentários sobre uso de produtos. De preferência, um "usuário" faz uso simulado do produto que se quer analisar, de forma mais realista possível. No caso de um eletrodoméstico, deve ser feito em um ambiente de cozinha. A discussão pode ser livre ou orientada com perguntas do tipo "como se pode facilitar a limpeza do produto?", "a pega é confortável?"

Figura 11.4

Vários modos observados para se abrir uma embalagem de geleia. Os números indicam percentagens observadas. Aquelas



Todas essas técnicas visam levantar informações para orientar o desenvolvimento do produto. Contudo, por questões técnicas ou econômicas, talvez o projetista não consiga implementar todas as sugestões apresentadas. Nesses casos, é importante chamar novamente o grupo de consumidores ou o grupo de foco para opinar sobre as alternativas viáveis, diante das restrições apresentadas. Por exemplo, pode ser que o grupo tenha sugerido uma substituição de materiais (vidro pelo plástico) ou formas (fretas por curvas) e uma análise posterior de custo/benefício indique que isso seria inviável para a empresa. Nesses casos, os projetistas devem formular alternativas de solução, para serem reavaliadas.

Pesquisa das características do produto

Os levantamentos acima sugeridos devem ser feitos de forma organizada, para que produzam informações úteis ao projeto. Além disso, na medida do possível, devem ser transformadas em medidas quantitativas, para que sejam comparáveis entre si e possam ser utilizadas como indicadores de progresso.

Para se fazer isso, deve-se fazer uma pesquisa inicial sobre as características do produto consideradas mais importantes pelos consumidores. Vamos supor, por exemplo, que os usuários de barbeadores elétricos tenham apresentado o seguinte elenco de características:

- Eficiência no corte;
- Facilidade de manejo;
- Baixo nível de ruído;
- Facilidade de transporte e guarda; e
- Estética.

Pode-se fazer uma pesquisa sobre a importância relativa de cada uma dessas características (Figura 11.5), pedindo-se para atribuir notas para **importância**, em uma escala de 1 (Pouco importante) a 5 (Muito importante). Somando-se as notas obtidas com um conjunto de usuários, pode-se estabelecer o **ranking**. Vamos supor que 20 pessoas tenham feito as avaliações e que o número máximo de pontos seria 100 = (5 × 20). Por exemplo, vamos supor que essas 20 pessoas tenham feito as seguintes avaliações quanto à "eficiência no corte": 3; 5; 4; 5; 5; 4; 5; 5; 4; 5; 5; 3; 4; 5; 2; 5; 4. Somando esses valores obtêm-se 82 pontos. O mesmo se faz em relação às outras características. Colocando-se em ordem decrescente dos pontos obtidos, podemos estabelecer o **ranking** das características:

	Pontos	Ranking	Valor
Eficiência no corte	82	1	8
Facilidade de manejo	71	2	7
Baixo nível de ruído	59	3	6
Estética	50	4	5
Facilidade de transporte e guarda	28	5	3

A partir disso podemos estabelecer um **fator multiplicativo**, proporcional aos pontos obtidos em cada característica (não precisa ser exatamente igual ao número de pontos, mas apenas para estabelecer a importância relativa de cada característica) (34).

Com isso, construímos um outro questionário (Figura 11.6) que serve para avaliar cada um dos produtos. Esse questionário é passado novamente a um grupo de pessoas, para fazer as respectivas avaliações. O resultado desse questionário serve para comparar diversos produtos entre si, indicando as características "fortes" de cada um deles.

Figura 11.5
Exemplo de questionário para avaliar as características consideradas importantes para o tipo de produto e estabelecer um ranking das mesmas.

Características	Ponto importante					Valor importante pontos
	1	2	3	4	5	
Baixo nível de ruído				•		3
Facilidade de manejo					•	4
Eficiência no corte					•	5
Facilidade de transporte e guarda				•		2
Estética					•	4

Figura 11.6
Exemplo de questionário para fazer a avaliação de cada produto, de acordo com as características definidas na Figura 11.5. Os resultados indicam as características "fortes" de cada produto.

Características	Avaliação					Total
	Pouco importante	Muito pouco importante	Bom	Muito bom	Ótimo	
Eficiência no corte	3			•		24
Facilidade de manejo		7			•	28
Baixo nível de ruído			6		•	12
Estética				5	•	25
Facilidade de transporte e guarda			3		•	9
						98

Esses levantamentos servem para orientar o projeto. No primeiro caso, o aspecto a merecer atenção prioritária dos projetistas deve ser a "eficiência no corte" e depois, a "facilidade de manuseio", "baixo nível de ruído" e assim por diante. Contudo, para melhorar a eficiência do corte e reduzir o nível de ruído depende mais de melhorias técnicas. Assim mesmo, os ergonomistas precisam trabalhar em conjunto com os técnicos porque uma alternativa técnica pode influenciar nos aspectos ergonômicos. Em outros casos, a iniciativa cabe aos ergonomistas. Por exemplo, para melhorar a característica "facilidade de manuseio". Por sua vez, eles também devem contar com os técnicos, para verificar se a proposta apresentada é tecnicamente viável.

Portanto, o trabalho de projeto do produto é continuamente interdisciplinar. Além disso, se for adotado o método de desenvolvimento participativo, as alternativas deverão ser submetidas também à análise dos consumidores, ou usuários.

Avaliação de produtos

A avaliação de produtos visa determinar as suas qualidades técnicas, estéticas e de usabilidade dos produtos. Ela é feita rotineiramente pelos próprios fabricantes que desejam preservar o seu conceito no mercado e evitar problemas com os consumidores. Em outros casos, as próprias organizações de defesa dos consumidores podem realizar essas avaliações.

Existem vários tipos de critérios para avaliar os produtos. Contudo, geralmente podem ser classificadas em três aspectos: técnico, usabilidade e estética.

Técnico — Do ponto de vista técnico, os produtos são avaliados quanto às suas características físicas, como dimensões, peso, dureza, resistência, estabilidade e durabilidade.

Usabilidade — A usabilidade ocupa-se da interface homem-máquina, avaliando o desempenho homem-máquina-tarefa, tais como as posturas corporais, localização de estresses, dores, índice de erros, acidentes e conforto.

Estética — A estética avalia os aspectos sensoriais, emocionais, sociais e culturais que influem no grau de aceitação e prazer proporcionado pelos produtos.

A avaliação dos produtos do ponto de vista técnico já é uma atividade bem estabelecida. Em alguns ramos como na construção civil e mecânica, já existem padrões e procedimentos bem estabelecidos para a realização de testes. Para isso, existe um conjunto de normas técnicas, laboratórios especializados e pessoal técnico habilitado para a realização dos ensaios. Entretanto, não se pode dizer o mesmo quanto aos aspectos estéticos e de usabilidade, embora sejam até mais importantes que aqueles técnicos, para os produtos de consumo.

Aspectos legislativos e normativos

Diversos países do mundo elaboraram legislações para regular as relações de consumo, como o *Consumer Protection Act* (1987), da Inglaterra e o Código de Defesa do Consumidor (1990) do Brasil. Esses instrumentos legais responsabilizam o fornecedor do produto ou serviço pelo mau funcionamento ou defeitos dos objetos comercializados. Nos EUA, muitos fabricantes deparam-se com demandas judiciais de

vultosas indenizações, em consequência de produtos defeituosos. Esses problemas podem ser evitados se os produtos fossem testados na fase de protótipo, pelo próprio fabricante, antes de chegar ao mercado.

No Brasil, em relação aos produtos de consumo, esse processo ainda está se iniciando. Por exemplo, no setor mobiliário existem normas técnicas sobre dimensões e ensaios de estabilidade, resistência e durabilidade em móveis como cadeiras operacionais, mesas de trabalho, sistemas de trabalho, estantes e armários para cozinhas. Entretanto, ainda não se fazem testes de usabilidade e estética de maneira institucionalizada. As avaliações nessa área, em nosso país, geralmente são realizadas no âmbito das próprias empresas produtoras, como parte da metodologia de desenvolvimento e aperfeiçoamento dos seus produtos.

Observa-se que nem todos os produtos que apresentam conformidade às normas técnicas podem ser considerados de boa qualidade, sob os pontos de vista da usabilidade e estética. Isso acontece porque essas normas geralmente só apresentam recomendações sobre os aspectos técnicos do produto. Na área de ergonomia, existe a "Norma Regulamentadora NR-17 — Ergonomia" do Ministério do Trabalho (1990). Entretanto, ela apresenta apenas recomendações genéricas para serem usadas na fiscalização das condições de trabalho, sendo pouco eficaz para orientar o trabalho de projeto dos produtos.

11.5 Estudos de caso — desenvolvimento de produtos

Apresentaremos, a seguir, três estudos de caso, abordando um bem de capital, uma ferramenta manual e um bem de consumo. De forma semelhante ao caso do teclado *QWERTY*, já apresentado no Capítulo 9, grande parte dos produtos existentes no mercado resultou de conceitos equivocados ou incompletos de projeto. Em alguns setores mais avançados e competitivos como o automobilístico e eletrônico de consumo, a ergonomia já é aceita como importante parceira na melhoria desses produtos. Entretanto, em muitos outros setores ainda prevalecem atitudes tradicionais, que priorizam apenas o aspecto técnico dos produtos.

Caso 1 — Torno mecânico

Os tornos constituem uma classe de máquinas-ferramenta bastante difundida na indústria e oficinas mecânicas. Diversos estudos realizados demonstram que as posturas dos torneiros são inadequadas e os controles se situam fora do alcance normal dos braços.

Pesquisadores em ergonomia da Escola de Aeronáutica de Cranfield, Inglaterra, realizaram uma proposta, em 1961, de uma máquina, que ficou famosa. Eles aplicaram a ergonomia "ao reverso". Em vez de projetar a máquina, resolveram "projetar" um operador ideal para um torno existente. Para isso, localizaram, espacialmente, todos os controles da máquina e, sobre eles, desenharam o perfil do operador ideal. Criaram, assim, um boneco chamado de "homem de Cranfield" (Figura 11.7).

Figura 11.7
O homem de Cranfield, "projetado" para operar um torno mecânico. Em tracejado, pode-se compará-lo com um homem normal (Fields, 1969).

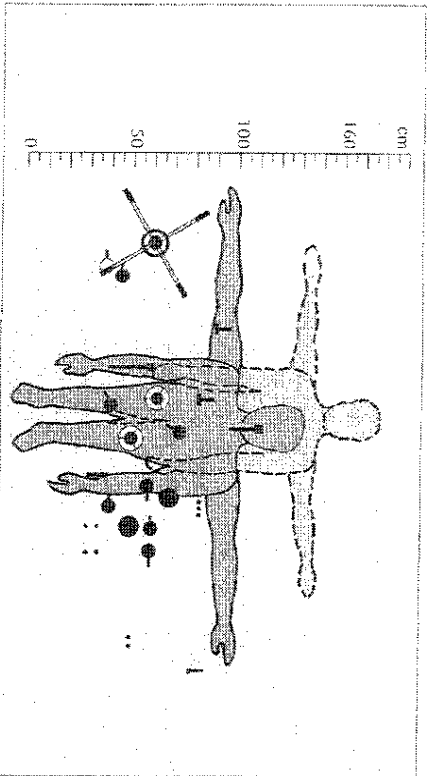


TABELA 11.3

Comparações entre as medidas do homem de Cranfield e as de um homem médio (Fields, 1969)

Medidas (cm)	Homem de Cranfield	Homem médio	Diferença (%)
Estatura	135	173	22
Envergadura	244	178	(-) 37
Largura dos ombros	61	40	(-) 53
Altura do cotovelo	76	110	31

A Tabela 11.3 apresenta as medidas do homem de Cranfield, em comparações com as de um homem médio. As diferenças são bastante significativas. Oscilam entre 31 a (-) 53%. Além disso, constatou-se que o operador acionava três comandos, simultaneamente, em cada ciclo de trabalho. Para isso, ele usava as duas mãos e um dos pés, enquanto se equilibrava sobre o outro pé. Dado que o homem de Cranfield só existe na ficção, o homem real é submetido a posturas inconvenientes, com o dorso inclinado para frente e frequentes movimentos laterais para alcançar os controles do torno. Isso, naturalmente, provoca estresses musculares, dores, erros e reduções da produtividade.

- Harten e Derks (1975) realizaram um outro estudo sobre o torno universal apresentando proposta para redimensioná-lo, a fim de adaptá-lo aos seguintes requisitos ergonômicos:
- A altura do torno deveria ser adequada à altura do operador (normalmente, os tornos são muito baixos);
 - O tornete deveria trabalhar tanto de pé como sentado;

- Os movimentos dos controles deveriam seguir os padrões normais dos movimentos dos dedos, mãos, antebraços, braços e ombros, em torno de suas articulações;
- O operador deveria ter visão sobre o ponto de contato da ferramenta com o material, sem necessidade de inclinar a cabeça para frente;
- Os indicadores de curso e de avanço deveriam ser lidos facilmente, sem exigir posturas inconvenientes;
- Todos os requisitos ergonômicos deveriam ser atendidos sem sacrificar a qualidade e o desempenho técnico do torno.

Inicialmente, para se resolver o problema da postura, chegou-se à conclusão que o barramento deveria ser inclinado de 15° a 20° (Figura 11.8), para possibilitar a visualização da peça torneada, sem a necessidade de inclinar a cabeça para frente. A altura foi dimensionada para a média (50%) da população. Para tornos mais altos foram previstas plataformas, colocadas sob o torno, para aumentar a altura do mesmo, havendo plataforma de 6 e de 10 cm de altura. Também foram colocadas duas plataformas móveis, ajustáveis para a altura dos pés na posição sentada. Estimou-se que 80% dos trabalhos poderiam ser realizados na posição sentada.

Quanto aos indicadores de avanço e de profundidade, constatou-se que situavam-se em pontos distantes da localização da ferramenta e isso dificultava bastante o trabalho de controle, pois o tornete deveria olhar alternadamente para eles (Figura 11.9). A alternativa foi de aproximar esses indicadores o máximo possível da posição da ferramenta. Os autores observaram que há restrições mecânicas nessa solução, que poderia ser melhor resolvida se os indicadores mecânicos fossem substituídos por instrumentos eletrônicos, com leituras digitais.

Antes da construção do protótipo, foi construído um modelo de madeira, em tamanho real, para testar os dimensionamentos, alcances e movimentos do tornete. Estes mostraram-se satisfatórios tanto para a posição sentada como para a posição de pé. Passou-se, então, à construção do protótipo, para testá-lo em condições reais de operação. Este foi aprovado e liberado para a produção seriada.

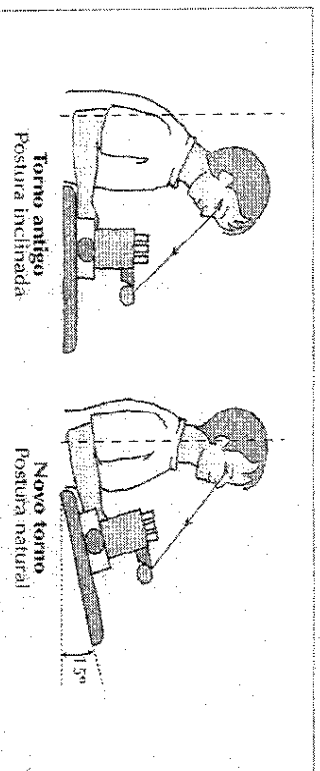


Figura 11.8
Redesenho de um torno mecânico. No torno antigo, o operador precisava inclinar-se para frente, para olhar a ferramenta. No novo desenho, foi mantida uma postura mais natural (Harten e Derks, 1975).