Análise Psicológica (1982), II(2/3):229-238

Alguns desenvolvimentos actuais em Ergonomia

D. WHITFIELD e *R. B. STAMMERS* (*)

A ergonomia trata a interacção entre trabalho humano e os sistemas tecnológicos que este necessita e para os quais contribuem a habilidade e capacidade do homem.

A ergonomia aborda a interacção homem-sistema partindo do nosso conhecimento sobre as capacidades e limitações do homem, com os objectivos de assegurar o máximo da contribuição do homem e a mais apropriada compatibilidade com as características humanas.

Nesta breve análise, de apenas duas áreas, do nosso trabalho actual em ergonomia, escolhemos exemplos de respostas dadas pela ergonomia à tecnologia avançada de computadores. Primeiro, vamos analisar a natureza da interacção homem-computador, na qual as aptidões do computador são consideradas como extensões e prolongamentos das funções psicológicas do homem. Segundo, examinaremos desenvolvimentos em Formação Profissional, particularmente relacionados com abordagens, baseadas no uso de computadores.

1. INTERACÇÃO HOMEM-COMPUTADOR

Esta secção resultou de algumas das nossas actuais pesquisas aplicadas a equipas de sistemas que trabalham em concepções avançadas de interacção homem-computador.

A partir da análise de alguns exemplos específicos, esperamos traçar alguns princípios respeitantes a sistemas homem-computador eficazes. Demonstraremos a superioridade de uma boa equipa homem-computador, sobre o computador ou o homem, considerados isoladamente.

1.1 *Cooperação de homens e computadores*

O conceito «simbiose homem-computador» foi introduzido por Licklider (1960): «A simbiose homem-computador é um desenvolvimento que se pretende obter em matéria de interacção cooperativa entre o homem e os computadores electrónicos, implicando um forte ajustamento de ambos os membros — humanos e electrónicos.»

Deste modo a simbiose homem-computador implica a divisão de tarefas entre operadores (homem) e computadores. Neste ponto de atribuição de funções a homens e máquinas» em planeamento de sistema, alguns autores concordaram que o princípio

(*) Professores na Universidade de Birmingham.

orientador deveria ser o de considerar a complementaridade das duas naturezas, homem e máquina, em vez de escolha competitiva entre eles. Na verdade, o computador deveria ser considerado como uma ajuda, uma extensão das capacidades intelectuais do homem, da mesma forma que uma ferramenta é uma extensão das capacidades físicas. Esperamos, com os exemplos aqui apresentados, apoiar este tipo de abordagem. Muitas são as indicações que o entusiasmo pela automatização, largamente espalhado, está a desaparecer, assim como a consequente despreocupação pelo papel do operador, que prevalecia nos finais dos anos 60. No campo do controlo processual, Lees (1974) comenta as falhas no controlo «automático» ou «computarizado». Em aviação, Edwards (1976) e Wiener e Curry (1980) analisam o estado actual de automatização da cabina de voo e o seu efeito nos pilotos: a introdução da automatização não reduziu nem a responsabilidade de piloto, nem a necessidade de aplicação de técnicas ergonómicas, modificando-se, contudo, a natureza do problema.

Nas secções seguintes, o conceito que o computador é um prolongamento dos processos mentais do homem será considerado segundo os temas seguintes:

— Percepção;
— Memória;
— Tomada de decisão;
— Acção.

1.2 *O auxílio do computador na percepção humana*

São aqui considerados exemplos de auxílio prestado pelo computador no manuseamento e processamento de informação entrada, relevante para a tarefa do operador.

Quaisquer considerações sobre tarefas a realizar pelo homem deve partir desta fase de recolha de informação proveniente do meio. Levil e outros (1974) acentuaram: «... a tomada de decisão começa pela percepção de acontecimentos a que o observador atribui um significado, e que depois usa, em qualquer tipo de interacção com o meio...»

Selecção de informação vinda de múltiplas fontes:

É um facto que o sistema de controlo humano se comporta como um sistema de informação de canal único necessitando de «repartir-tempo» entre as várias fontes de informação relevantes para a tarefa. Na mais simples forma de assistência, um sistema de computadores pode receber e armazenar informação momentânea noutros canais. Contudo, a aplicação de um plano cuidadoso, os dados provenientes de múltiplas fontes podem ser integrados e apresentados simultaneamente. Em situações mais complexas, algumas fontes terão que ser filtradas, possivelmente de acordo com um programa predeterminado e relacionado com estados particulares do sistema. Dadas as limitações de capacidade do canal humano e da percepção do tempo, tal incitamento do computador parece ser particularmente aplicável a tarefas desempenhadas com controlo de tempo.

Identificação de Padrões por computador:

A identificação de padrões é, provavelmente, o factor mais importante na simplificação e condensação de grandes quantidades de dados entrados. Em algumas situações, o computador pode ocupar-se desta função, sendo exemplos simples deste facto a utilização de programas, na averiguação da amplitude de tolerância dos parâmetros do sistema ou na análise de tendências e, quando necessário, no alerta do operador. Os sistemas de informação manipulados estão munidos de uma função semelhante, na qual se encontra definido um perfil de *performance* exigida, cabendo ao computador fornecer avisos quando são detectados des-

vios desse perfil. «Análise de alarme» é uma aplicação especial da identificação de padrões pelo computador, usada, até agora, simplesmente em controlo de processos avançados, como seja o caso de reactores nucleares. Sistemas como este podem ter um grande número de pontos de alarme separados e uma falha num componente do sistema pode difundir-se através dessa secção do sistema, produzindo uma sequência de alarmes interligados. O problema do operador consiste em interpretar a causa que está na base de tal padrão de alarme, o que pode tornar-se muito complexo. Os construtores de aparelhagem fornecem pormenores de falhas comuns e de consequentes combinações de alarmes, a partir dos quais um programa de computadores é desenvolvido no sentido de reconhecer sequências específicas, cuja identificação ajuda o operador a definir a causa que está na base, Antow e Lees (1974) e Rasmusen (1974) apresentam análises destas técnicas.

Organizações dos dados feita pelo computador, para o reconhecimento de padrões humanos:

O tipo de ajuda proporcionada pelo computador, analisado no ponto anterior, depende da especificação correcta dos padrões a incorporar no programa. Em variadas tarefas tal não será possível, mas existirão determinadas formas para a apresentação de dados, mais eficientes para o operador. As aplicações produzidas pelo computador são bastante flexíveis: os dados armazenados no computador podem ser apresentados segundo uma variedade de processos, unicamente limitados pelo engenho do programador e pelas características de mecanismo de apresentação. Um exemplo comum deste princípio é a apresentação muito mais eficaz de tendências e descontinuidades em dados numéricos numa aplicação gráfica feita pelo computador, mais do que numa tabular. Existem muitos outros exemplos de sensibilidade humana a mudanças nos padrões visuais utilizados em processos semelhantes. No controlo do processo a apresentação de mudanças em parâmetros sobre o tempo, pode ser de uma ajuda extrema para o operador. Noutros casos pode tornar-se necessária uma recodificação radical dos dados, a qual pode ser obtida através de um programa destinado a fazer uma revisão. Smith (1974), tinha dois grupos de sujeitos para resolver uma tarefa de distribuição de recursos, um dispondo de uma rede de vias críticas padrão e o outro dispondo dos mesmos dados sob a forma de uma aplicação dos mesmos dados em tarefa de manipulação de padrão bidimensional. O segundo grupo actuou de melhor forma.

1.3 *Auxílio do computador para a memória humana*

O armazenamento de grande quantidade de informação é provavelmente o meio mais óbvio para a utilização do computador como prolongamento das capacidades humanas. Esta forte aptidão dos computadores é de certo modo moderada pela necessidade de conseguir meios de reobtenção compatíveis com o pensamento humano e dessa forma uma grande parte de pesquisas e desenvolvimento é dedicada a sistemas de reobtenção de informação.

Auxílio na reobtenção de informação:

Enquanto que numa livraria, geralmente, o utente conhece o local onde se encontram os livros ou documentos devido à sua posição espacial, estas indicações não estão disponíveis no caso de informação baseada em computador; assim, o objectivo deve ser o de construir um «mapa» cognitivo ou conceptual que ajude na sua procura. Uma das formas será usar um sistema indexativo hierárquico, com a apresentação do index no computador, possivelmente com um ponto de decisão de cada vez. Thompson (1971) e Clauer (1972) relatam o trabalho segundo

este sistema. Uma alternativa para procura da rede hierárquica consiste na utilização de uma linguagem de comando interactiva com a qual o utilizador possa negociar uma especificação da reobtenção. Aqui, os utilizadores podem conseguir um *feedback* imediato do sucesso da especificação e então modificar os seus pedidos, de acordo com isso. Pode ser útil fornecer formatos alternativos diferentes para especificar termos de procura a fim de poderem ser usados por indivíduos com diferentes *backgrounds*. Algumas publicações de Walker (1971) descrevem sistemas com estes tipos de características.

Armazenagem e manuseamento de textos:

Sistemas processadores de palavras, que estão agora a tornar-se comuns, oferecem uma série limitada de possibilidades na armazenagem de grandes quantidades de informação textual e no simples manuseamento dessa informação. Existiram outros desenvolvimentos no que respeita a conseguir-se uma ajuda mais extensiva do computador, por exemplo, segundo Englebart (1970). Esse projecto fornecia um sistema computorizado de armazenagem e manuseamento de textos, que podia ser utilizado, por toda uma equipa, trabalhando num projecto. Dispunha de técnicas para inter-relacionar os conceitos e todo o material armazenado no sistema, permitindo assim que toda a equipa participasse na preparação, individual ou colectiva de comunicações ou documentação, partilhando os resultados desse trabalho. Exemplos posteriores são válidos nas áreas de consultas ao computador e redes de informação (ex.: Hiltz e Turoff). Parece ser muito amplo o potencial de desenvolvimento de tais sistemas ,embora haja problemas consideráveis no ajuste das ligações entre os utilizadores e o sistema de apoio.

Ajudas na actuação:

O operador humano pode ser solicitado para trabalhar através de uma sequência de tarefas, talvez com uma variedade de opções válidas para ele em variadas fases. Em contextos importantes e particularmente onde os estados do sistema interagem com a sequência necessária, a ajuda do computador pode ter custo efectivo. Este modo de aplicação seria uma versão *on-line* da instrução de ajuda computador, tal como foi dito na secção 2 deste texto.

1.4 *Assistência do computador na tomada de decisão*

Ao discutir as ajudas na tomada de decisão, será útil adoptar a distinção entre *diagnóstico do problema* e *selecção da acção*, que é uma distinção filosófica comum, desenvolvida por Schrenk (1969) e Vaughan e Mavor (1972), entre outros. O diagnóstico do problema segue-se às fases perceptivas referidos na secção anterior, incluindo a informação que se funde, vinda de variadas fontes, até ao seu desenvolvimento na compreensão da situação do problema. A selecção da acção cobre a identificação e selecção de estratégias apropriadas ao tratamento do problema.

Diagnóstico do problema:

Vários autores comentaram que as ajudas do computador na tomada de decisão podem ser bastante apropriadas nas situações em que uma grande quantidade de dados, cada qual de baixo conteúdo diagnóstico, é apresentada ao sujeito que toma a decisão. Na realidade um dos exemplos melhor sucedidos da simbiose homem-computador é o sistema de processo de Informação Probabilística (PIP), cujo percursos foi Ward Edwards, do qual é feita uma descrição recente em Edwards (1973). Aqui a distribuição básica de funções consiste na estimativa humana da distribuição inicial de probabilidades prévias sobre as categorias de diagnóstico potencial e no estabelecimento de juízos das probabilidades condicionais de cada novo item de dados em relação a cada categoria.

O computador agrega estes valores de acordo com o Teorema de Bayes, produzindo assim distribuições de probabilidades revistas sobre as categorias. A agregação computador assegura que o máximo de informação seja extraída de cada item de dados, evitando o típico conservantismo humano na revisão de opiniões. Edwards discute as aplicações do PIP em tomadas de decisão militares, em diagnósticos médicos e a previsão de reincidência juvenil. Presentemente vários desenvolvimentos estão a ter lugar no campo do diagnóstico médico, mas o sistema de Edwards é sem dúvida, o melhor exemplo de diagnóstico de problemas, baseado em teoria e experimentação psicológicas.

Modelos e técnicas de previsão:

Ao considerar a ajuda do computador na selecção, da acção, a importância dos modelos de simulação do computador é proeminente. A possibilidade de reproduzir no interior de um programa de computador as complexidades e interacções de um sistema do mundo real, capacita o sujeito que toma a decisão para estabelecer condições e pedidos hipotéticos numerosos e em seguida observar a actuação do próprio sistema, com custo mínimo e sem empenhamento. Modelos de estimulação *off-line* constituem, como é óbvio, uma ajuda importante em planos e tomadas de decisão a longo prazo, mas as capacidades *on-line* interactivas são do maior intresse psicológico. As aplicações de modelos previsivos, como acontece em vários tipos de sistemas de controlo processual, são de importância particular. O controlador baseia as suas decisões em estimativas de efeitos futuros no sistema, o que sugere que utiliza um «modelo mental», do funcionamento do sistema. Usando uma simulação prevista no computador, dispomos de um modelo externo que é geralmente mais exacto. Ketterignham e outros (1974) possuem um modelo computarizado que fornece previsões de estados posteriores do sistema ao controlador das câmaras de aquecimento, entre a produção de aço e a laminagem. O controlador é encorajado a experimentar várias colocações de lingotes nas câmaras, e a seleccionar então, aquela que permitir uma execução mais suave e eficiente. Em experiências simuladas foram demonstrados avanços significativos. Uma parte do nosso trabalho sobre o sistema de controlo de tráfico associou-se a estas técnicas: o programa de Resolução do Conflito Interactivo desenvolvido no Royal Signals and Radar Establishment (Witfield e outros, 1980) baseia-se num modelo sofisticado de pistas de aviação, possibilitando ao controlador do tráfico aéreo antecipar possíveis conflitos entre aviões. Mais uma vez, experiências de simulação com controladores demonstraram que este tipo de técnica fornece uma preciosa ajuda aos controladores. O conceito de modelo previsivo é certamente um dos mais importantes desenvolvimentos recentes no campo da ergonomia.

Heurítisca humana e algoritmos do computador:

Existe uma categoria de problemas nos quais o campo de solução é realmente muito amplo e, apesar disso, medidas criteriosas inequívocas são válidas e um acesso exaustivo de todas as soluções possíveis dadas pelo computador é proibido. Em primeiros trabalhos, Mitchie e outros (1968) demonstraram, no problema familiar do vendedor ambulante, que sujeitos *standard* com uma ajuda adequada do computador actuava quase tão bem como um programa heurístico *off-line e* como um sujeito *gifted* sem ajuda. A implicação geral consiste no facto de que uma combinação poderosa é obtida através de uma aproximação heurística humana apoiada pela lógica dedutiva do computador. Krolak e Nelson (1972) relataram aplicações mais vastas destes princípios em vários tipos de problema de planificação urbana. Na sua essência, o sujeito que toma a decisão dirige a procura para a solução final. Isto desenvolve o seu conhecimento

e o computador é usado eficientemente, dirigindo-o para soluções potencialmente úteis.

1.5 *Assistência do computador na acção humana*

Qualquer programa de computador ou mesmo qualquer aparelho de controlo automático pode ser considerado como um suplemento e extensão da acção humana, mas parecem emergir duas categorias específicas, como notas especiais, ao fornecer assistência para a acção.

Sub-rotinas *on-line*:

Os exemplos mais simples encontram-se nos sistemas de controlo de tráfego, onde um único *input* humano no sistema põe em funcionamento o início de a totalidade da via, juntamente com a sinalização envolvida. Exemplos mais complicados envolvem graus de organização e controlo interno dentro da sub-rotina. Assim, Lees (1974) discute a assistência fornecida pelo computador em operações sequenciais, como sejam o abrir e fechar de turbinas. Em determinadas circunstâncias o controlo completo do computador pode ser adaptado a estas operações.

Instrumentos avançados de *input*:

Existem muitos desenvolvimentos que possibilitam a comunicação directa do utilizador com o sistema do computador, para além do que é possível com os teclados convencionais. Johnson (1967) inventou o *Touch-Wire Display* em que pequenos arames encaixados no revestimento do mostrador podem ser etiquetados através de programas e o toque com o dedo do utilizador pode ser identificado pelo próprio programa. Deste modo o utilizador selecciona respostas directamente de uma série apresentada pelo computador. Desenvolvimentos posteriores no hardware tornaram o computador capaz de detectar o toque feito pelo operador em qualquer ponto do mostrador e parte do nosso trabalho recente (Ball e outros, 1980) mostrou que resultados efectivos são igualmente obtidos com uma superfície de toque *off-display* ou com um dispositivo *on-display*.

1.6. *Conclusão*

Esta selecção abordou o problema da distribuição de funções entre o homem e o computador em termos de extensão das capacidades humanas por parte do computador. Os poucos exemplos apontados mostraram que a aceitação das naturezas complementares do homem e do computador podem levar ao desenvolvimento de sistemas bastante eficientes. Os especialistas em Ergonomia deveriam trabalhar juntamente com os *designers* dos sistemas de computadores e definir as necessidades para a assistência do computador em termos de percepção/ /memória/tomada de decisão/estruturação da acção, que aqui foram apresentados.

2. ERGONOMIA, FORMAÇÃO E TREINO

A interacção entre as disciplinas de ergonomia e formação é complexa e tentar dar definições rigorosas dos limites dos seus conteúdos é provavelmente um exercício desnecessário. Bastará dizer que existem duas maneiras de considerar a interacção entre estas duas disciplinas. A primeira, e provavelmente a menos proveitosa, consiste em tentar fazer uma distinção entre as duas, considerando que a ergonomia tenta adequar o trabalho ao homem, enquanto a formação, procura adequar o homem ao trabalho. Um ergonomista ou especialista de factores humanos precisa, provavelmente, de estar equipado convenientemente com conhecimentos em ambas as áreas e qualquer «solução» para um problema de factores huma-

nos, deverá basear-se nas duas disciplinas. De um ponto de vista psicológico, a fonte para ambas as áreas de aplicação, é evidentemente a psicologia cognitiva. No moderno *design* de sistemas a necessidade de dominar tanto a ergonomia como a formação é ilustrada pela inter-relação da quantidade de conhecimentos e capacidades com que a máquina é dotada, e aquele de que dispõe o ser humano. A outra forma de ver a relação entre ergonomia e a formação consiste, de facto em considerar a formação como um sistema e examinar a ergonomia de tal sistema. Os sistemas de formação consistem num número certo de componentes — Hard--Ware, Soft-Ware e os componentes humanos, os formadores e formandos o alargar da ergonomia de sistemas a este contexto permite-nos reavaliar tais sistemas à luz de tópicos como seja a distribuição de funções. Quando consideramos o impacto actual dos computadores sobre os sistemas de formação, tal facto torna-se evidente. É possível reavaliar alguns dos papéis que no passado estavam claramente atribuídos ao componente humano e ver em que medida podem ser substituídos por funções da máquina. Por outro lado pode examinar-se a maneira de estender e alargar os papéis humanos, uma vez libertos das tarefas mais banais da formação.

2.1 *Impacto dos computadores em sistemas de formação e treino*

Se examinarmos, em primeiro lugar, o papel dos computadores no desenvolvimento dos sistemas de formação, vemos que existe apenas um número limitado de aplicações (Patrick e Stammers, 1977). A maior actividade na elaboração de programas de formação é a análise de tarefa. Isto é muitas vezes um exercício bastante longo e no qual o auxílio da máquina pode ter aplicações óbvias. Um bom exemplo da sua adopção é fornecido pelo trabalho de Rigney e Towne (1969 e 1970). A abordagem adoptada consistia na interacção do perito da matéria com o programa do computador ao explorar a estrutura inerente da tarefa a ensinar e conseguir assistência para produzir o material de aprendizagem para essa tarefa. Num outro nível de abordagem a actividade de organização de um sistema de formação ou a sua «gestão» obtiveram muita atenção. A abordagem de «instrução gerida por computador» é, presentemente largamente defendida, apesar de se poder dizer que a maioria das aplicações se fizeram em áreas onde se tem que lidar com um grande número de indivíduos a formar (ex.: exército).

Bastante mais aplicações de computadores se encontram na interacção do sistema formador-formando. Toda uma lista de funções dos computadores foi ensaiada nas últimas décadas e não é nossa intenção revê-las aqui. Enquanto que o argumento mais convincente para o uso de computadores tem sido a sua grande flexibilidade e velocidade na estruturação individual de material de aprendizagem para indivíduos a formar o alcance destas ideias é, na prática, algo decepcionante.

A ideia de uma «estratégia de instrução» incluída no *soft-ware* não teve um impacto tão grande como devia ter tido, como uma vantagem potencial de uso do computador. Algumas vantagens mais óbvias mereceram a devida atenção.

Um exemplo seria a apresentação flexível de informação para principiantes sobre coisas como mostradores e através de projectores de diapositivos de acesso casual e gravadores de cassetes. Foi dada atenção à velocidade de apresentação e à habilidade de repartir o tempo entre o número de formandos. A recolha de dados e as facilidades de manuseamento foram de igual modo de interesse por parte dos utilizadores. No sentido da capacidade de resposta houve um certo número de problemas. A necessidade de um *input* estruturado através de um

input estrutrado através de um teclado mostrou ser um problema em certas aplicações. Contudo, presentemente são válidas técnicas mais avançadas, tal como mencionámos no ponto 1.5, por exemplo, *a touch input facilitie* que possibilita que o mostrador seja tocado directamente pelos dedos do utilizador. Desenvolvimentos ainda mais avançados tornam agora possível numa escala limitada, a interacção verbal directa entre o computador e o formando (ex.: Breaux, 1976). Levantam-se várias questões ergonómicas sobre o design actual da inter-relação do formando com o sistema de formação, e fazem-se pesquisas úteis nesse campo. Tal como em outras áreas de interacção homem-computador, as questões importantes sobre a compatibilidade entre o modo de funcionamento dos sistemas e o modo de funcionamento do indivíduo são ainda matérias dignas de muito mais pesquisa. Neste caso, o tópico central é a compatibilidade da estratégia instrucional do sistema e as estratégias de aprendizagem do formando.

2.2 *Simulação e formação*

Nesta altura, existe um vasto campo de literatura sobre mecanismos de aprendizagem e simuladores e um dos principais interesses nesta área é a fidelidade da simulação. Basicamente isto tem que ver com aqueles aspectos da tarefa que são «necessários» para a transferência adequada da simulação para a actuação real. Houve uma certa reacção contra a tendência geral em algumas áreas de alta tecnologia para uma fidelidade máxima. Frequentemente se levanta o problema do psicológico ir contra a fidelidade de equipamento.

Queremos com isto dizer que o *design* deveria ser abordado tendo em conta quais os aspectos necessários para aprender a tarefa, e não basear-se numa simples reprodução tão precisa, quanto possível das características do enquipamento real. Isto tem implicações interessantes na formação profissional. Um exemplo disto poderá ser a aprendizagem conseguida através da prática com uma fotografia do equipamento, se ter revelado idêntica àquela que foi conseguida a partir de um simulador sofisticado. Deve ser dito que isto se passa no contexto de uma tarefa de processamento. Nesta área realizou-se sistemas sobre treino de baixa fidelidade, indicando que para tarefas desta natureza, tais versões baratas são adequadas à maioria dos objectivos da formação. Na área de tarefas de controlo contínuo não se afigura tão claramente e em alguns casos torna-se importante simular com precisão os aspectos dos estímulos, e noutros as características da resposta.

Torna-se evidente que é necessário olhar de perto as características das tarefas e as exigências que fazem sobre o processador humano de informação e usar isto como ponto de referência na decisão sobre espécie de equipamento de formação necessário. Tais considerações podem ser vistas como parte do processo de elaboração do programa de formação daí que a tal simulação ou uma versão mais simples seriam a consequência da análise da tarefa e tendo em consideração a capacidade de pesquisa disponível na área. Sente-se que enquanto a análise de tarefa já foi de certa maneira feita, o ponto fraco actual está na ligação entre este processo e o que poderíamos chamar «a tecnologia da formação». Desenvolvimentos actuais podem ser observados na área da melhoria do «controlo de qualidade» de sistemas de instrução especialmente nos Estados Unidos (ex.: O'Neill, 1979).

É tendo em consideração este contexto de reavaliação do papel da simulação na que podemos considerar o impacto de sistemas de formação baseados em computadores. A questão que se levanta é, se os benefícios de controlo de instrução com base em computadores podem ser combinados com princípios de simulação de baixa fidelidade para

produzir sistemas de treino, potencialmente poderosos. A partir dos actuais conhecimentos a resposta parece ser, se não categoricamente sim, pelo menos que o assunto merece ser analisado cuidadosamente (Stammers, 1981). Nos numerosos exemplos em que o contacto dos formandos foram treinados numa unidade de manifestação com o equipamento se fez apenas através de uma unidade de apresentação visual no computador. Aí foram representados os dos seus equipamentos numa forma bidimensional e por vezes esquemática.

As instruções para o formando também aparecem no *écran* e permitem-se respostas através do teclado ou de uma superfície sensível ao toque. Este exemplo permite ao principiante tocar o quadro do botão usado (Crawford e Crawford, 1978). Outros estudos (Trollip, 1979) usaram controlos, isto é, uma alavanca de direcção em adicionada ao terminal do computador.

Tais desenvolvimentos tornam difícil categorizar estes programas de treinos como simuladores ou situações de instrução assistidas por computador. Isto é saudável, já que centra a atenção nos progressos da aprendizagem e não no equipamento da tarefa. (Stammers e Patrick, 1975). Também tem o efeito interessante de evidenciar o conhecimento limitado, sobre o modo de usar, tais equipamentos. Isto contrasta com o elevado estádio de desenvolvimento das tecnologias de *hard*, e *soft-ware* disponíveis. Nesta área, a pesquisa está, contudo, a contiuar e espera-se que com uma expansão apropriada de recursos, os elevados benefícios potenciais destes sistemas serão considerados .Muito encorajador em relação a isto é o actual interesse nas estratégias de aprendizagem, e o modo de as alargar aos sistemas de formação. (O'Neill, 1978). O interesse reside em ambas as estratégias que o aluno traz à situação de treino e em estratégias apropriadas que podem ser dadas através do sistema de instrução. Espera-se que a pesquisa nesta área seja levada a cabo no contexto de tarefas complexas da vida real de modo que a avaliação de variáveis importantes da formação possa ser efectuada ao mesmo tempo que são desenvolvidos programas de formação úteis e utilizáveis.

3. CONCLUSÃO

Ambas as áreas — o *design* de sistemas homem-computador e o impacto da tecnologia do computador sobre a formação — mostram a importância crescente dos desenvolvimentos dos computadores para a ergonomia. O futuro da ergonomia em particular e da psicologia aplicada em geral, será bastante influenciado por esta tecnologia florescente.

REFERÊNCIAS

ANDOW, P. K. e LEES, F. P. — «Process plant alarm systems: general considerations». In: Buschmann, C. H. (ed), *Loss Preventation and Safety Promotion in the Process Industries* (Amsterdam: Elsevier), 1974.

BALL, R. G., NEWTON, R. S. e WHITFIELD, D. — «Development of an off-display, high resolution, direct touch input device: the RSRE Touchpad». *Displays, 1* (4), 203-207, 1980.

BREAUX, R. — *Training characteristics of the automated adaptive ground controlled aprroach radar controller training system* (Orlando, Florida, U. S. Naval Training Equipment Center) Rep. No. NAVTRAEQUIPCENTIN - 52 (AD-A027 503), 1976.

CLAUER, C. K. — «An experimental evaluation of hierarchical decision-making for information retrieval». *IBM Research Report RJ 1093*, IMB, 1972.

CRAWFORD, A. M. e CRAWFORD, K. S. — «Simulation of operational equipment with a computer-based instructional system. A low cost training technology». *Human Factors, 20*, 215-224, 1978.

EDWARDS, W. — «Divide and conquer: how to use likelihood and value judgments in decision making». In: Niles, R. F. (ed.), *Systems Concepts* (New York: Willey), 1973.

EDWARDS, E. — «Some aspects of automation in civil transport aircraft». In: Sheridan T. B.

e Johannsen G. (eds.), *Monitoring Behaviour and Supervisory Control.* NATO Conference Series III Human Factors. (Plenum Press: New York and London), 1976.

ENGLEBART, D. C. et al. — «Computer-augemented management system research and development of augmentation facility». Final report, *Stanford Research Institute, Report RADC-7T-70-82,* 1970.

HILTZ, S. R. e TUROFF, M. — *The Netwok Nation — Human Commnunication via Computer.* (Reading, Mass.: Addison-Wesley), 1978.

JOHNSON, E. A. — «Touch Displays: A Programmed Man-Machine Interface». In *Ergonomics vol. 10,* pp. 271-277, 1967.

KETTERINGHAM, P. J. A., O'BRIEN, D. D. e COLE P. G. — «A simulation study of computer-aided soaking pit scheduling». In: Edwards E. e Lees F. P. (eds.), *The Human Operator in Process Control* (London: Taylor and Francis), 1974.

KROLAK, P. D. e NELSON, J. H. — «A man-machine approach for creative solutions to urban problems». In: Meltzer B. e Michie D. (eds.), *Machine Intelligence 7* (Edinburgh University Press), 1972.

LEES, F. P. — «Research on the process operator». In: Edwards E e Lees F. P. (eds.), *The Human Operator in Process Control.* (London: Taylor ond Francis), 1974.

LEVIT, R. A., ALDEN, D. G., ERICKSON, J. M. e HEATON, B. J. — «Development and application of a decision aid for tactical control of battlefield operators». Vol. 1. «A conceptual structure for decision support in tactical operating systems». *Honeywell Systems and Research Center,* Minneapolis, Min., August 1974.

LICKLIDER, J. C. R. — «Man--computer symbiosis». *IRE Transactions on Human Factors in Electronics, HFE-1,* 4-11, 1960.

MICHIE, D. FLEMING, J. G. e OLDFIELD, J. V. — «A comparison of heuristic, interactive, and unaided methods of solving a shortest-route problems», In: Michie D. (ed.). *Machine Intelligence 3* (Edinburgh University Press), 1968.

O'NEILL, H. F. Jr. — *Issues in Instructional System Development.* (New York: Academic Press), ed. 1979.

PATRICK, J. e STAMMERS, R. B. — «Computer assisted learning and occupational training». *British Journal of Educational Technology, 8,* 253-267, 1977.

RASMUSSEN, J. — «On the communication between operators and instrumentation in automatic process plants». In: Edwards E. e Lees F. P. (eds.). *The Human Operator in Process Control* (London: Taylor and Francis), 1974.

RIGNEY, J. W. e TOWNE D. M. — «Computer techniques for analysing the microstructure of serial action work in industry». *Human Factors, 11,* 113-122, 1969.

RIGNEY, J. W. e TOWNE, D. M. — «TASKTEACH: A method for computer-assisted performance training». *Human Factors, 12,* 285--296, 1970.

SCHRENK, L. P. — «Aiding the decision maker — a decision process model». *Ergonomics, 12*(4), 543-557, 1969.

SMITH, H. T. — «Man-computer collaboration in the design process». *Memo No 59, MRC Social and Applied Psychology Unit, University of Sheffiled (and Proc. of International Conference on Computer Aided Design, Imperial College,* 1974).

STAMMERS, R. B. — *The computer terminal as a simulator.* Paper presented at Symposium on Computer Assisted Learning (CAL81) University of Leeds, 8-10 April 1981.

STAMMERS, R. B. e PATRICK, J. — *The Psychology of Training.* (London: Methuen). Translated into Portuguese, 1978 as *Psicologia do Treinamento,* Rio de Janeiro: Zahar Editores), 1975.

THOMPSON, D. A. — «Interface design for an interactive information retrieval system: a literature survey and a research system description». *Journal of American Society for Information Science,* 22(6), 361-373, 1971.

TROLLIP, S. R. — «The evaluation of a complex computer-based flight procedures trainer». *Human Factors, 21,* 47-54, 1979.

VAUGHAN, W. S. e MAVOR, A. S. — «Behavioural characteristics of men in the performance of some decision-making task components». *Ergonomics, 15,* 267-277, 1972.

WALKER, D. E. — *Interactive Bibliographic Search: The User/Computer Interface* (Montvale, N. J.: AFIPS Press), ed. 1971.

WHITFIELD, D., BALL R. G. e BIRD J. M. — «Some comparisons of on-display and off-display touch input devices for interaction with computer-generated displays». (Paper to be submitted to Ergonomics), 1980.

WIENER, E. L. e CURRY, R. E. — «Flight--deck automation: promises and problems». *Ergonomics,* 23, 995-1012.