

USO DO COMPUTADOR EM PSICOLOGIA EXPERIMENTAL HUMANA

SÉRGIO S. FUKUSIMA
REINIER JOHANNES A. ROZESTRATEN
Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto ⁽¹⁾

■ O desenvolvimento da tecnologia e da informática tem causado mudanças irreversíveis nas ciências. Este impacto inclui o surgimento de novas técnicas de investigação, análises de dados e meios de transmissão de conhecimentos. De maneira surpreendente, este impacto é notável nas ciências cognitivas, onde é possível simular modelos e criar novas teorias sobre processos cognitivos que perfeitamente se integram à computação, à biologia e à psicologia.

Na psicologia experimental, a utilização de computadores vem se popularizando desde o advento do microcomputador no início dos anos 80. Existem periódicos especializados como *Behavior Research Methods, Instruments & Computers* e reuniões como o *Annual Meeting of the Society of Computers in Psychology* que divulgam equipamentos e programas computacionais para controles de experimentos e análises de dados, ou para fins didáticos relacionados à psicologia.

No exterior, a divulgação de conhecimentos de informática tem-se fixado nos currículos de psicologia como disciplina de instrumentação e de apoio (Loomis, 1989)⁽²⁾. No Brasil, esta divulgação aos alunos de psicologia ainda é restrita, notando-se o uso dos computadores somente para aplicativos genéricos como editores de textos, gráficos e figuras, ou eventuais pacotes estatísticos. Mesmo a utilização de *softwares* didáticos específicos para psicologia, como o popular MEL (*Micro Experimental Lab*) criado por St. James (St. James, 1989 e St. James e Schneider, 1991), ainda não é de conhecimento de muitos alunos e docentes de psicologia experimental.

A utilização de *softwares* já manufaturados para fins didáticos e para controles experimentais nem sempre atinge os objetivos específicos de um curso ou disciplina em psicologia. Assim, para atender objetivos específicos

de um curso, seria necessário adquirir novos *softwares* mais adequados ou complementares, o que levaria a um encarecimento da implementação de computadores para finalidades didáticas ou de pesquisa ou ficaria na dependência de profissionais de informática para o desenvolvimento de *softwares* específicos. Infelizmente, estes profissionais nem sempre estão disponíveis aos docentes ou pesquisadores em psicologia nas universidades brasileiras.

Considerando este ponto de vista, neste texto, introduzem-se conhecimentos básicos de informática e mostram-se as vantagens da programação para desenvolvimento de aplicativos específicos em psicologia experimental humana. O texto não é suficiente para transmitir todo o conhecimento necessário para se desenvolver a habilidade de programar em uma linguagem computacional, mas fornece diretrizes importantes para iniciá-la.

Os casos a serem ilustrados aqui são específicos ao estudo da percepção, psicofísica e psicologia do trânsito. Entretanto, os princípios a serem extraídos deles são genéricos e podem ser extrapolados a outras áreas de investigação na psicologia.

CONCEITOS BÁSICOS DE INFORMÁTICA

Os primeiros passos para compreender a informática, aplicada ou não, é conhecer seus elementos fundamentais e a sua utilidade para o usuário. Este texto conceitua alguns deles informalmente para facilitar a compreensão.

De início, os termos *hardware* e *software*, grosseiramente distinguem dois elementos na informática. O primeiro designa a maquinaria e equipamentos que compõem o computador, enquanto que o segundo designa os programas, procedimentos, comandos, funções que o computador deve executar.

A configuração do *hardware* geralmente abrange os elementos que compõem a caixa da CPU (*Central Processor Unit*) e os equipamentos periféricos: teclado, sistema de vídeo, impressora, *mouse*, *joystick*, *CD-ROM*, *drivers* e disco rígido.

A escolha do *hardware* depende da finalidade para a qual o computador é destinado. Assim, a escolha por um computador de maior ou menor velocidade de processamento pode ser determinada pelo tipo de tarefa a ser executada. Por exemplo, se se pretende utilizar um *software* que execute extenso cálculo numérico e seus resultados tiverem que ser mostrados em tempo real, um computador com co-processador matemático e grande espaço em memória RAM e em disco rígido seria aconselhado; porém, se as tarefas se restringirem à edição de textos, um computador de menor potência seria suficiente. Além disto, a otimização entre custo e desempenho deve ser considerada, visto que computadores de maior potência dispõem maiores recursos financeiros para compra e manutenção.

Todo computador possui um sistema operacional que

⁽¹⁾ Endereço para correspondência:

Departamento de Psicologia e Educação - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto Universidade de São Paulo
Av. Bandeirantes, 3900 - 14040-901 - Ribeirão Preto, SP.
E-mail: fukusima@usp.br

⁽²⁾ Loomis, J.M. (1989) Computer applied to psychology - PSY 151/251. (Manuscrito usado em disciplinas de psicologia da Universidade da Califórnia, Santa Bárbara, EUA).

determina os *softwares* que poderão ser executados. Assim, têm-se sistemas operacionais como o DOS, OS/2 e UNIX que possuem características próprias. Muitas vezes, os sistemas operacionais são exclusivos de um tipo de *hardware*, como ocorre com os computadores Macintosh.

LINGUAGENS COMPUTACIONAIS

Os computadores executam comandos codificados em linguagem binária, isto é, expressos por meio de dois sinais. Por exemplo, os dígitos 0 e 1, sendo 0 um indicador de um circuito que deve ser desativado e o dígito 1 um indicador de que um circuito deve ser ativado durante o processamento de informação. Assim, seqüências destes sinais binários determinam um certo estado de ativação nos registros dos computadores, que, por sua vez, está associado à execução de algum comando específico. Devido à dificuldade de programar computadores em linguagem binária, surgiram linguagens computacionais com a finalidade de facilitar a programação dos computadores. Uma destas linguagens, o ASSEMBLY, por exemplo, utiliza-se de declarações mnemônicas simples que, ao serem alimentadas no computador, são traduzidas para a linguagem binária. Porém, este tipo de linguagem é ainda de difícil compreensão aos que desejam aprender a programar um computador. Outras linguagens computacionais foram desenvolvidas e com estruturas e sintaxes mais compreensíveis. Entretanto, todas estas linguagens, ao serem alimentadas ao computador, devem ser traduzidas ou compiladas para a linguagem binária, para que sejam executados os comandos. Assim, o desenvolvimento de linguagens computacionais mais próximas da linguagem natural se, por um lado, trouxe a vantagem de facilitar a compreensão da programação, por outro lado trouxe a desvantagem de aumentar a lentidão da execução dos comandos. Tal fato deve-se ao tempo de tradução ou compilação para a linguagem binária.

Existem várias linguagens computacionais disponíveis no mercado: por exemplo, BASIC, ASSEMBLER, LISP, PASCAL, C e FORTRAN. A escolha de uma linguagem para desenvolver um *software* é, às vezes, determinada pela característica da linguagem, do *know-how* do programador e da finalidade do *software*. Por exemplo, se velocidade de processamento for essencial ao programa, a escolha por uma linguagem mais próxima à linguagem de máquina, como o ASSEMBLY seria aconselhada. Porém, se se pretende introduzir iniciantes à programação, a escolha de uma linguagem estruturada como a Pascal seria ideal. Se a necessidade recair sobre a flexibilidade da linguagem e facilidade de recursos de programação, a linguagem C seria uma das mais indicadas. Por fim, se a necessidade for de rotinas mais próprias para uma determinada área do saber, como a física, a linguagem FORTRAN seria de grande valia.

ROTINAS DE USO FREQUENTE EM PSICOLOGIA EXPERIMENTAL

Experimentos em psicologia envolvendo computadores utilizam-se de rotinas computacionais, de uso genérico, como as de aleatorização, de cálculos estatísticos e específicas, como os de controle de tempo e os de coletas de dados de um específico experimento. Por exemplo, o método *Quicksort*, para aleatorizar apresentações de estímulos ou ordenação de tentativas, é utilizado com frequência. Rotinas para cálculos estatísticos podem ser planejadas e implementadas diretamente ao programa de um experimento. Porém, *softwares* estatísticos, como BMDP, SPSS, SYSTAT, SAS, STATGRAPH e outros, são comumente aplicados a *posteriori* aos dados dos experimentos. Algumas rotinas de controle de tempo já estão bastante popularizadas. Como exemplo, têm-se a rotina de Crosbie (1989), para cronometrar tempo de reação com acurácia de milisegundos e a rotina de Hausmann (1992) para controlar a apresentação de estímulos visuais taquistoscopicamente, ambas as rotinas desenvolvidas em Turbo Pascal. Rotinas de coletas de dados são específicas a cada experimento, mas a maioria envolve procedimentos de manipulação de arquivos: criação, leitura e salvamento de dados em arquivos externos.

PROGRAMAS APLICADOS À PSICOFÍSICA E À PERCEPÇÃO

Durante o decorrer da disciplina de Psicologia Geral Experimental III: Psicofísica e Percepção, do curso de graduação de Psicologia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, no primeiro semestre dos anos de 1993 e 1994, implantou-se o uso de computadores para demonstração de fenômenos de percepção visual (Fukusima, 1994a) e para execução de experimentos didáticos em psicofísica (Fukusima, 1994b). Alguns destes programas foram desenvolvidos em linguagem Turbo Pascal 6.0 e outros em BorlandC++ 2.0. Alguns deles foram executado em computadores 386SX-25MHz, 4Mb de RAM, MS-DOS 5.0, acoplados a um monitor IBM de 13", VGA, modo gráfico 640 x 480 pixels; outros, devido à necessidade de alta resolução do modo gráfico, foram executados em um computador 486DX2-50MHz, 4MB de RAM, MS-DOS 5.0, acoplado a um monitor de 15", SVGA NEC 4FG. Os programas foram desenvolvidos de forma independente, de maneira que fosse possível executá-los individualmente, fora de um ambiente integrado.

Os programas destinados à demonstração de fenômenos visuais abrangem percepção de brilho, contraste e frequência espacial (bandas de Mach, redes de Hermann, ilusão argyle, contraste simultâneo de brilho, assimilação

de brilho, adaptação e freqüências espaciais, sensibilidade ao contraste e freqüências espaciais), visão e percepção de cores (síntese subtrativa e aditiva, pós-imagens de cores oponentes e efeito Stroop), percepção de movimento (fenômeno *phi*, ilusão da velocidade percebida versus gradiente de textura e movimento biológico), percepção do espaço (direção de sombreamento e sombras, efeito Pulfrich, estereopsia e estruturação espacial através do movimento), atenção visual (procura visual) e ilusões diversas (contornos subjetivos, ilusão de Musterberg, ilusão vertical-horizontal, ilusão de Poggendorf, ilusão de Müller-Lyer e o fenômeno do preenchimento visual).

Os programas destinados ao ensino de psicofísica executam experimentos para determinar limiares diferenciais de freqüências sonoras através de métodos clássicos: método dos limites e método dos estímulos constantes. Também, executam experimentos de métodos escalares diretos propostas por S.S. Stevens (Gescheider, 1976) para percepção de brilho e tamanho. Estes métodos utilizados foram a Estimção de Magnitude e o Emparelhamento Intermodal. Além disto, há programas que executam experimentos de discriminação de contraste entre figura e fundo empregando métodos comuns à Teoria da Detecção de Sinal. Estes métodos são o método Sim/Não, o método da estimção de confiança (*confidence rating method*) e o método da escolha forçada (Macmillan e Creelman, 1990). Atualmente, estes programas estão sendo ampliados para se integrarem futuramente a um *software* didático para o ensino de psicologia e percepção visual.

UM EXEMPLO DE APLICAÇÃO DA INFORMÁTICA À PSICOLOGIA DO TRÂNSITO

A informática tem colaborado na investigação em psicologia do trânsito. Sob uma abordagem cognitiva, Aasman e Michon (1991) têm proposto o uso do programa SOAR (*States, Operators and Results*). A origem deste programa deu-se nos anos 50 por Allen Newell, Hebert Simon e Clifford Shaw na Universidade Carnegie Mellon. O programa é um sistema "inteligente" desenvolvido em linguagem LISP para finalidades genéricas de modelagem e simulação de processos cognitivos através de processamento paralelo. Ou seja, processamento de informação por meio de um conjunto de comandos como "SE...ENTÃO..." que podem ser executados simultaneamente. O programa é implementado com algoritmos capazes de solucionar problemas através do reconhecimento do problema proposto, planejamento de estratégias e táticas para a solução, e de "aprender" a solução para ser usada em outras condições-problema similares (Michon e Akyrek, 1992).

O comportamento de dirigir de um motorista pode ser considerado um processo que envolve mecanismos

perceptivos, motores e cognitivos e, por ser tratado como tal, existe a possibilidade de simulá-lo pelo SOAR para que a finalidade do comportamento de dirigir seja atingida, isto é, chegar a um local destino evitando-se os problemas que causem acidentes ou infrações de trânsito. Em outras palavras, o comportamento de dirigir pode ser considerado como um tema de "solução de problema" para que seja simulado pelo SOAR.

Esta simulação considera que o comportamento de dirigir é hierarquizado e abrange níveis de planejamento estratégico (como exemplo: escolha de destino de rotas para uma viagem), planejamento tático (como solucionar um imprevisto durante a locomoção do veículo; um exemplo: pára o carro devido a um semáforo vermelho ou devido a um pedestre) e planejamento operacional (este inclui tarefas de controle do veículo como mudança de direção do volante, mudança de marcha de velocidade e controle de freios e acelerador). Além disto, considera que processos automatizados e atencionais e interações entre processos perceptivos, motores e cognitivos atuam simultaneamente durante o ato de dirigir. Esta modelagem do dirigir por intermédio do SOAR tem sido promissora à medida que possibilita formular hipóteses sobre os fatores que afetam o comportamento do motorista, e que possibilita desenvolvimento de algoritmos de navegação que podem ser implementados em veículos robotizados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O texto indicou alguns exemplos em que a informática mostra sua utilidade na psicologia experimental humana. O contínuo avanço tecnológico dos computadores e suas aplicações ainda não têm mostrado toda a sua potencialidade; entretanto, já se podem imaginar as suas conseqüências nas pesquisas e mesmo na vida cotidiana.

Como exemplo deste avanço, o surgimento da realidade virtual, técnica computacional que permite aos usuários interagirem dentro de um ambiente virtual gerado e controlado por computadores, tem sido visto como uma potencialidade para ser explorada em divertimentos, em técnicas terapêuticas, em treinamento militar, em ensino e em pesquisa. Para os profissionais que trabalham em percepção, esta técnica pode trazer novidades como meios de investigação da percepção humana.

Em visita ao Departamento de Psicologia e Educação da Universidade de São Paulo, em Ribeirão Preto, em agosto de 1994, Dr. Jack Loomis, do Departamento de Psicologia da Universidade da Califórnia, Santa Bárbara, enfocou a importância desta técnica. Como exemplo, mencionou o seu projeto (Loomis, Golledge, Klatsky, Spigle e Tiszt, 1994), no desenvolvimento de um sistema de navegação para cegos. Este sistema fundamenta-se em conhecimento adquirido em investigações experimentais sobre per-

cepção e cognição do espaço em humanos e tecnologia de realidade virtual. O aparelho fornece informações acústicas aos cegos para se locomoverem em ambientes urbanos mapeados por sistemas de satélites (*Global Positioning System - GPS* e *Geografic System Information - GSI*).

Um outro exemplo da importância da informática vem com o advento da INTERNET, uma rede de computadores ligados entre si, que possibilita intercâmbios de informações rapidamente entre seus usuários distribuídos mundialmente. Ao que concerne à psicologia experimental humana, esta rede tem fornecido troca de informação entre os pesquisadores, seja por meio de correio eletrônico, seja por listas ou fóruns de interesses específicos, seja por meio de periódicos eletrônicos com publicação regular. Exemplos desta última modalidade são a revista *Psyche*, destinada à publicação de artigos interdisciplinares referentes aos fenômenos da consciência, e o jornal *Psychology*, destinado a artigos em psicologia experimental e comportamental, cognição e neurociências.

Finalizando, o que se tentou mostrar neste texto é que, mesmo a psicologia, uma área que parece estar tão distante dos assuntos das ciências exatas, na verdade, mantém relação com as tecnologias desenvolvidas nestas áreas, e que é um descaso ignorá-las; não se tentar dominá-las como metodologia de investigação poderá resultar futuramente em atraso no desenvolvimento científico de algumas áreas da psicologia, no país. ■

Referências Bibliográficas

- Aasman, J. e Michon, J.A. (1991) SOAR as an environment for driver behavior modeling. Em, L.J.M. Mulders, F.J. Maarse, W.P.B. Sjouw e A.E.Akkerman (Orgs.), *Computers in Psychology: Applications in Education, Research and Psychodiagnosis*. Amsterdam/Lisse: Swets & Zeitinger.
- Crosbie, J. (1989) A simple Turbo Pascal 4.0 program for millisecond timing on the IBM PC/XT/AT. *Behavior Research Methods, Instruments & Computers*, 21, 408-413.
- Fukusima, S.S. (1994a) Fenômenos visuais ilustrados através de um microcomputador. *Resumos de Comunicações Científicas da XXIV Reunião Anual de Psicologia*, Ribeirão Preto, SP, p. 163.
- Fukusima, S.S. (1994b) Software aplicado ao ensino dos métodos psicofísicos. *Resumos de Comunicações Científicas da XXIV Reunião Anual de Psicologia*, Ribeirão Preto, SP, p. 166.
- Gescheider, G.A. (1976) *Psychophysics: Method and Theory*. Hillsdale: LEA.
- Hausmann, R.E. (1992) Tachistoscopic presentation and millisecond timing on the IBM PC/XT/AT and PS/2: A Turbo Pascal unit to provide general-purpose routines for CGA, Hercules, EGA, and VGA monitors. *Behavior Research Methods, Instruments & Computers*, 24, 303-310.
- Loomis, J.M.; Gollidge, R.G.; Klatzky, R.L.; Speigle, J.M. e Tietz, J. (1994) Personal guidance system for the visually impaired. *Proceedings of the First Annual ACM SIGGAPH Conference on Assistive Technologies*, Marina de Rey, CA, pp. 85-91. New York: Association for Computing Machinery.
- Macmillan, N.A. e Creelman, C.D. (1990) *Detection Theory: A User's Guide*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Michon, J.A. e Akyurek, A. (Orgs.) (1992) *SOAR: A Cognitive Architecture in Perspective*. Dordrecht/Boston: Kluwer Academic Press.
- St. James, J.D. (1989) The MEL Library in the undergraduate research

methods course. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 21, 245-247.

St. James, J.D. e Schneider, W. (1991) Student MEL software support for instructors and teaching assistant in research methods course. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 23, 149-154.