

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE PSICOLOGIA**

**MEMORIZAÇÃO: EFEITOS DA COMPLEXIDADE
DISCRIMINATIVA DA TAREFA SOBRE A
DIMINUIÇÃO DA RESPOSTA INTERMEDIÁRIA.**

Domingos Sávio Coelho

Brasília - Distrito Federal

1995

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE PSICOLOGIA**

**MEMORIZAÇÃO: EFEITOS DA COMPLEXIDADE
DISCRIMINATIVA DA TAREFA SOBRE A
DIMINUIÇÃO DA RESPOSTA INTERMEDIÁRIA.**

Domingos Sávio Coelho

**Dissertação apresentada ao
Instituto de Psicologia da
Universidade de Brasília
como requisito parcial à
obtenção do título de Mestre
em Psicologia (Processos
Comportamentais Básicos).**

Orientador: Jorge Mendes de Oliveira Castro Neto

Brasília - Distrito Federal

1995

Memrização: efeitos da complexidade discriminativa da tarefa sobre o desaparecimento da resposta intermediária.

Dissertação defendida e aprovada pela comissão examinadora constituída por:

Professor Doutor Jorge Mendes de Oliveira Castro Neto

Professor Doutor Lincoln da Silva Gimenes

Professor Doutor Jairo Eduardo Borges Andrade

A Laurinha,

aos tempos idos e vividos...

ao porvir...

ao seu afeto...

retribuo com esta dedicatória ao amor que sempre me destes

com a pureza despojada que é própria das coisas dadas.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de deixar registrado minha gratidão com as pessoas próximas e distantes, amigas e colegas cujo auxílio permitiu que este trabalho fosse realizado.

Ao professor *Jorge Mendes de Oliveira Castro Neto*, pelo zelo com que orientou este trabalho através de sugestões, explicações e constantes leituras do texto. Aprendi com o professor Jorge a importância tanto das questões relacionadas ao fazer pesquisa quanto dos aspectos relacionados à dedicação ao ofício de ensinar e de trilhar o tortuoso caminho de burilar idéias o qual me possibilitou assistir o, às vezes, doloroso surgimento de uma nova idéia, e pela sua generosidade ao ouvir, comentar orientar ou divergir de outrem sempre com um profundo respeito pelo ser humano.

Aos meus pais, José Brígido Coelho e Maria da Conceição, por terem sempre acreditado e incentivado o meu trabalho, pela possibilidade de ter chegado à universidade. Guardarei para sempre a lembrança deste modo peculiar de contar histórias onde o que importa não é tanto o conteúdo mas uma interjeição usada pelo personagem, a cor do chapéu de um outro e a fimbria saudade dos amigos que estão dormindo, dormindo profundamente.

Aos meus irmãos, Paulo, Zinho, Tolô, Silvestre, Barão, Regina e Luíza pelo “auxílio luxuoso” que consciente ou não sempre deram ao caçula. Peço a minha bença a todos vocês. Aos meus sobrinhos Ana Terra, Felipe, Lara, Camila, Cássio, Aline, Samuel, Mariana, Marcos, pela continuidade da nossa história.

Aos amigos novos e antigos, pelo prazer da companhia. Paulinho, Lauro, Mônica, Martina, Ana Amélia, Geraldo Cuçu, Antonio Luzia, Zezé, batatinha, João, Denilson, Geraldo Magela Patrício. Agradeço particularmente a Carlos, Eillen, Glaycilene, Duda e Pedro pelo auxílio na coleta dos dados.

Aos funcionários da BCE (Assis, Pereira e todas as bibliotecárias) e do Instituto de Psicologia (Abadia, Ademar, Chiquinho, Elson, Antônia, Fabiana, Cristina, Basílio, Almir e Salete) que desde a graduação acompanho-os em sua luta por um maior reconhecimento por parte desta Universidade do trabalho que realizam.

Ao CNPq pela bolsa de estudos que possibilitou dedicação exclusiva ao trabalho.

Índice

I - Introdução

Capítulo 1

1.1 - Extensão da Memória.....	3
1.2 - Complexidade da Tarefa e Motivação.....	17
1.3 - Complexidade e Neuropsicologia da Memória.....	21

Capítulo 2

Complexidade e Teoria da Informação.....	27
--	----

Capítulo 3

3.1 - Complexidade e Classificação de Tarefas.....	38
3.2 - Complexidade e Carga de Trabalho.....	50
3.3 - Complexidade e Aquisição de Habilidades.....	65

Capítulo 4

4.1 - Análise Conceitual do uso do termo “complexidade” na linguagem cotidiana.....	75
4.2 - Análise conceitual da expressão “fazer na cabeça”.....	83
4.3 - Questões empíricas decorrentes da análise conceitual.....	85

II - Método

Sujeitos.....	91
Material.....	91
Procedimento.....	91
Delineamento.....	96

III - Resultados.....	105
-----------------------	-----

IV - Discussão.....	118
---------------------	-----

V - Referências Bibliográficas	132
--------------------------------------	-----

VI - Anexo.....	141
-----------------	-----

Lista de Tabelas

Tabela	Página
1 Delineamento com balanceamento incompleto de sessão, conjunto e condição experimental para os quatro grupos com seis sujeitos em cada Grupo.....	97
2 Pares de símbolo-código na condição 1 indicando o número de elementos (NE), a taxa de associação ao símbolo (TAS), a taxa de associação à posição e o número de pares (PARES)	98
3 Pares de símbolo-código na condição 2 indicando o número de elementos (NE), a taxa de associação ao símbolo (TAS), a taxa de associação à posição e o número de pares (PARES)	100
4 Pares de símbolo-código na condição 3 indicando o número de elementos (NE), a taxa de associação ao símbolo (TAS), a taxa de associação à posição e o número de pares (PARES).....	101
5 Pares de símbolo-código na condição 4 indicando o número de elementos (NE), a taxa de associação ao símbolo (TAS), a taxa de associação à posição e o número de pares (PARES).....	102
6 Pares de símbolo-código na condição 5 indicando o número de elementos (NE), a taxa de associação ao símbolo (TAS), a taxa de associação à posição e o número de pares (PARES).....	104

Lista de Figuras

Figura	Página
1 Reta de regressão com os parâmetros da função e a medida de área da função para o sujeito 10.....	87
2 Teclado utilizado nas cinco sessões experimentais dos 24 sujeitos com as oito regiões discriminadas com cores	92
3 Representação esquemática de uma tentativa.....	94
4 Tempo/corretas em função das tentativas para os 24 sujeitos nas cinco condições experimentais.....	106
5 Tempo/corretas em função das tentativas para o sujeito 10 nas condições experimentais 1 e 2.....	108
6 Tempo/corretas em função das tentativas para o sujeito 10 nas condições experimentais 3 e 4.....	109
7 Tempo/corretas em função das tentativas para o sujeito 10 na condição experimental 5.....	110
8 Distribuição de frequência de r^2 para os 24 sujeitos nas cinco condições.....	112

Resumo

A variável complexidade tem sido manipulada de forma intuitiva e assistemática na literatura psicológica, não havendo consenso entre os pesquisadores sobre os critérios que delimitam o conceito de complexidade. O objetivo da presente pesquisa foi investigar o efeito da complexidade discriminativa da tarefa sobre o tempo total estimado para memorização (área da função) de pares associados símbolo-código formados por caracteres arbitrários. Complexidade discriminativa foi manipulada alterando três dimensões da tarefa: o número de elementos que compõem os códigos (NE), a taxa de associação ao símbolo (TAS) e a taxa de associação à posição (TAP). Em um delineamento 2x2x2 (sessão x conjunto x condição experimental), com balanceamento incompleto, foram conduzidas cinco sessões experimentais, com cada um dos 24 sujeitos, em que, excetuando a primeira sessão, foram manipuladas uma das dimensões da tarefa. Observou-se que aumento no tempo total estimado para memorização foi diretamente proporcional a NE e inversamente proporcional à TAS à TAP. Os resultados foram discutidos em termos da adequação da medida de tempo total estimado para memorização ao procedimento utilizado e em termos dos resultados obtidos na literatura em que foi manipulada a variável complexidade. Desse modo, a análise em termos de complexidade discriminativa pode vir a ser útil na elaboração de uma linguagem para se caracterizar formalmente a complexidade tarefas.

Abstract

Complexity as an independent variable has been manipulated in an intuitive and assistematic manner in psychological studies. Authors do not agree on the criteria that fix the boundaries the concept of complexity. The present research investigated the effects of a tasks's discriminative complexity on total estimated time (area of the function) to memorize paired-associates of symbol-code consisting of arbitrary shapes. Discriminative complexity was manipulated by changing three of the task's dimensions: number of elements which composed each code (NE), rate of association to symbol (RAS) and rate of association to position (RAP). Across 2x2x2 design (session x set x experimental condition) with incomplete balance, five experimental sessions were conducted for 24 subjects (divided in six groups) where in each session, except for the first session, one dimension of the task was manipulated. Results showed that increase in estimated total time to memorize was directly proportional to NE and inversely proportional to RAS and RAP. Results were discussed in terms of the appropriateness of the measure (total estimated time to memorize) in relation to the procedure used; and according to results from studies in which complexity as an independent variable has manipulated. It is concluded that an analysis in terms of discriminative complexity could be useful in order to delimit the concept of a task's complexity.

É um lugar comum apelar para a "complexidade da vida moderna" quando, em conversa informal, chega-se a um impasse sobre um assunto ou tema em voga (poluição, desemprego, violência etc). Talvez com o fito de anunciar que os argumentos se esgotaram e/ou sinalizando o fim da conversa, o fato é que as partes em discussão concordam que há sempre uma margem de imponderabilidade que circunda o tema em discussão permitindo assim apenas uma conclusão provisória.

O indivíduo em solilóquio passa por uma situação análoga seja meditando sobre os assuntos supracitados ou sobre as alternativas de lazer que uma cidade oferece. Em ambos os casos, não é raro o indivíduo impacientar-se ante o número de alternativas e "tomar uma decisão apressada", isto é, não considerar várias alternativas mesmo que haja tempo suficiente para tal.

As consequências do comportamento do indivíduo ou grupo de indivíduos variarão conforme o contexto. Caso seja um plebiscito sobre pena de morte, o comportamento decisório dos eleitores tem consequência sobre a vida de outras pessoas (e as decisões serão pautadas sobre critérios de certo e errado), caso a decisão seja a de permanecer ou não em um museu contemplando um quadro ou decidir entre uma pizzaria ou um restaurante chinês o comportamento decisório incidirá apenas sobre os comensais, sendo as decisões pautadas sobre critérios de ter sido um ato "feliz" ou "infeliz" (Austin, 1990) a escolha dentre os restaurantes.

Contudo, muitos especialistas desconsideram as diferenças entre estes diversos contextos e suas diversas consequências e buscam algo que seja comum aos diversos contextos: trata-se da tomada de decisão em ambientes complexos (Kaufmann, 1975). O ser humano seria um tomador de decisões por excelência ao estimar quantos espectadores há em um show ao ar livre, ao decidir entre quais os quadros, livros, e roupas devem ser comprados. A todo momento os homens em seus afazeres estão lidando com a "complexidade do mundo" (Simon, 1955/1983). Ambientes complexos são

aqueles enfrentados pelos motoristas que movem-se por ruas que confundiriam motoristas do início do século; o técnico industrial (*troubleshooting*) e os microdispositivos eletrônicos que devem ser reparados em um breve período de tempo para não atrapalhar a produção (Fleishman, 1975); o controlador de tráfego aéreo e suas várias atividades simultâneas.

Weaver (1948) classifica os problemas com os quais a ciência lida em termos de graus de complexidade: *simples*, *complexidade organizada*, *complexidade desorganizada*. Problemas simples teriam, segundo o autor, poucos elementos e relações determinadas. Este tipo de problema caracterizaria o período inicial da ciência (descrição, classificação, observação). A complexidade organizada possui um número médio de elementos e exige que se lide com as variáveis conhecidas simultaneamente; além disso, tais variáveis são interrelacionadas. Weaver (1948) cita os problemas biológicos, psicológicos, econômicos e sociológicos como exemplificadores de complexidade organizada. Na complexidade desorganizada há um grande número de elementos e um alto grau de indeterminação. Weaver (1948) exemplifica este tipo de complexidade com as áreas que utilizam técnica de probabilidade para estimar, por exemplo, quantos veículos, em média, circulam num certo período do dia, quantas colisões, em média, ocorrem dentre bilhões de bolas de bilhar etc.

Simon (1981) retoma a noção de complexidade organizada e postula que este tipo de complexidade, em geral, toma a forma de hierarquia. Sistema hierárquico é um sistema composto de subsistemas interrelacionados e, ao contrário do que o nome sugere, sem relação de subordinação entre os subsistemas. Tais sistemas hierárquicos teriam algumas propriedades em comum independentemente de seu conteúdo (biologia, psicologia, matemática etc) e a idéia de Simon (1981) foi tentar elaborar uma teoria unificada de sistemas complexos.

Ao buscar algo em comum entre diversos aspectos da vida humana e não-humana Simon (1981) chega a revisões conceituais onde, por exemplo, um livro é concebido com uma hierarquia (por

ser dividido em capítulos, seções, parágrafos etc). Ao distinguir entre hierarquias de sistemas físicos e biológicos (caracterizadas por relações espaciais) de um lado e hierarquias sociais de outro (caracterizada pela interação entre seres vivos) o autor ensaia uma possível integração (pois, a tarefa do autor é buscar algo em comum entre todas as hierarquias que compõem a complexidade organizada) entre ambas hierarquias ao afirmar que “estes dois pontos de vista podem ser reconciliados por definir hierarquias em termos de intensidade de interação...Uma das características interessantes das células nervosas e dos telefones [representantes de sistemas biológicos e físicos, respectivamente] é que eles permitem fortes interações [característica de hierarquias sociais] a grandes distâncias” (Simon, 1963/1981, pag. 199).

A dificuldade que parece surgir com este tipo de análise, de buscar algo em comum entre diversos aspectos da vida humana e não humana, é que as afirmações são muito gerais e não preservam as diferenças entre os componentes. O resultado é uma classificação que empobrece as relações entre os componentes da complexidade tornando a taxonomia pouco operativa. Por exemplo, ao analisar o comportamento de resolver problemas Simon (1981) afirma que “não necessitamos postular processos mais sofisticados do que aqueles envolvidos em evolução orgânica para explicar como grandes problemas são reduzidos a um tamanho razoável” (pag. 207), desse modo, resolver problemas “envolve nada mais nada menos do que mistura de tentativa e erro e seletividade” (pag. 207). Horgan (1995), reavaliando o projeto inicial de Simon e colaboradores de se buscar algo em comum de diversas situações complexas, afirma que, dada a falta de consenso acerca do que vem a ser complexidade, os pesquisadores têm discutido que “complexidade tem se tornado um conceito sem sentido de tal forma que deve ser abandonado, mas eles invariavelmente concluem que o termo tem muito valor em termos de relações públicas. Complexologistas muitas vezes empregam *interessante* como sinônimo de *complexo*. Mas, qual agência governamental manterá pesquisas que

elaboram uma *teoria unificada de coisas interessantes?*" (Pag. 76).

Visto que a complexidade está em todos os contextos, do lazer ao trabalho, cumpre determinar ou caracterizar o que se entende por complexidade, o que há em comum entre todos os usos do conceito. Dada a sua abrangência, seria "complexidade" um conceito importante a ser incorporado às teorias psicológicas? Como o ser humano lida com a "complexidade" do mundo?

Segundo Kaufmann (1975), o método que implicitamente se segue no processo de escolha e preferência num problema de decisão consiste em separar o conjunto de soluções possíveis, sejam estas limitadas ou ilimitadas, em conjuntos mutuamente exclusivos. A seguir escolhe-se dentre fatores componentes destes conjuntos reduzindo o número de fatores até à escolha final da alternativa.

O trabalho do especialista consistiria em utilizar esse princípio, dentre outros, de divisão em partes de uma forma sistematizada. É o caso do administrador de empresas que, após análise, escolhe um aspecto do problema administrativo que seja representativo o suficiente para permitir tomar decisões que posteriormente sejam extendidas ao problema que gerou a análise. Com o advento da informática passou-se a fazer uso de simulações em computadores: tomada de decisão de bombeiros em situações de incêndio, estratégias militares de combate, e compra e revenda de passagens em grandes aeroportos (Kaufmann, 1975).

Em seu aspecto propedêutico, a teoria da tomada de decisão lança a possibilidade de que nas ações humanas pode-se lidar com a complexidade do mundo fornecendo aos indivíduos um conjunto de comandos (algoritmos) que, se seguidos, permitem ao indivíduo 1) aprender com a experiência de um modo sistemático e/ou 2) atingir a ação final desejada tendo seguido uma sucessão finita de ações. Por exemplo, listam-se as possíveis alternativas de um evento (e.g., as diversas combinações de seqüências de movimento de trancas para abrir uma porta) e, a seguir, pergunta-se "à natureza", isto é, executa-se cada uma das ações correspondentes até encontrar-se a resposta desejada (no caso, abrir

a porta).

Norman (1988) denomina as consequências da complexidade da vida moderna de "psicopatologia das coisas cotidianas", pois, o grau de complexidade dos objetos industrializados sem a devida adequação ao usuário 1) acarretam uma subutilização onde deixam de ser exploradas as potencialidades do objeto (e.g., telefone com teclas de oito funções semelhantes e instruções incompreensíveis) ou 2) levam a uma utilização pelo usuário que não aquela prevista pelo criador do objeto (controle de ajustamento de banco de automóveis; portas nas quais, até então, não vinha especificado, via instrução, o modo como devem ser abertas, empurrando ou puxando).

Biederman (1987) estima que há aproximadamente 30.000 objetos discrimináveis para o adulto. Supondo que cada objeto leve um minuto para ser aprendido, tem-se ao todo 500 horas ou 15 semanas de 40 horas de aprendizagem! O autor parte do pressuposto Titcheneriano de que o reconhecimento do objeto dá-se pelo reconhecimento dos componentes ou elementos do mesmo. Segundo Herrnstein e Boring (1971, pag. 70), Titchener catalogou para a modalidade visual 32.820 sensações elementares inteiramente "simples e não-analisáveis" como requeria o mandamento estruturalista. Para reconhecer Maria em um curto espaço de tempo tenho que ter tido a experiência de ver Maria com diversos tipos de roupas, cortes de cabelo e ângulos (perfil, côcoras etc). Este tipo de raciocínio estende-se a qualquer tipo de objeto (liquidificadores, computadores etc). A pergunta que se segue, se a memória tem condições de armazenar trinta mil itens (sem falar nas conexões recíprocas entre os itens) é respondida afirmativamente por Landauer (1986, citado em Norman, 1988), que estima a capacidade da memória em cem milhões de itens.

Embora estes autores utilizem para pesquisa objetos "ecologicamente válidos" (objetos do cotidiano em oposição a objetos criados artificialmente) parece faltar-lhes uma análise conceitual que expresse as relações que os homens estabelecem no dia a dia entre os objetos, eventos e proposições.

Sem tal análise resta apenas uma espécie de estruturalismo requeentado onde se analisa a experiência mental em seus elementos e, a seguir, as conexões entre os elementos.

A afirmação de Biederman (1987) só parece ter sentido dentro do contexto de pesquisa sobre reconhecimento e, mais especificamente, dentro do tipo de teoria que o autor adota. No contexto das relações humanas atenta-te para mesas, degraus, pisos, cascas de banana, caso a situação seja de perigo ou exija perícia. Não se atenta para as casas sob todos os ângulos para dizer que se as conhece. Pode-se inclusive adotar um outro referencial (uma árvore, uma banca de revistas...) caso uma pessoa resida em um quarteirão onde os prédios se assemelhem muito.

No entanto, parece que quando se lida com situações que se tornam ou podem vir a tornar-se "complexas", uma das preocupações parece ser a do aumento no número de eventos a serem considerados. Esta é a preocupação dos técnicos que elaboram o cockpit dos modernos Boeings onde o piloto está defronte a dez visores de múltiplas funções; ou a situação onde pessoas devem escalonar os vários tipos de crime conforme o seu grau de "hediondez".

Os seres humanos de fato lidam com este tipo de situação em contextos especificados (seja em um centro de treinamento ou em tribunais). Nestes casos o que parece "dificultar" ou "tornar complexa" a tarefa é a consideração das possíveis alternativas de respostas que podem ser emitidas em cada situação. Talvez, a manipulação sistemática dessa variável (número de elementos ou número de alternativas de respostas) possibilite a análise dessas situações mais complexas, embora, neste caso, a pesquisa perca o "mistério" associado às investigações sobre a capacidade da memória em lidar com trinta mil itens.

A seguir, será mostrado como a variável "complexidade" tem sido tratada em Psicologia, ressaltando os princípios básicos subjacentes às pesquisas, resultados empíricos e, às vezes, aplicações.

No primeiro capítulo será apresentado o modo como complexidade tem sido tratada nas áreas de memória e motivação. Em memória será mostrado tanto os estudos acerca das "bases" (isto é, a determinação das condições necessárias ao funcionamento normal do organismo) neuropsicológicas da memória quanto estudos comportamentais onde verifica-se o efeito de certas manipulações experimentais sobre o desempenho do sujeito em certos tipos de tarefas.

No segundo capítulo, será apresentado o modo como complexidade foi concebida em teoria da informação e as transformações sofridas por esta conceituação ao ser utilizada em psicologia.

No terceiro capítulo será apresentado o modo como complexidade foi concebida na área organizacional, especificamente, no estudo de taxonomias de desempenho e tarefas.

No quarto capítulo será realizada uma análise conceitual do termo complexidade e a análise de uma proposta alternativa para a fundamentação de uma taxonomia de tarefas.

Capítulo 1

1.1) Extensão da Memória

Ebbinghaus (1885/1964) é reconhecido por ter inaugurado a pesquisa empírica sobre memória com um procedimento novo e por utilizar a si mesmo como sujeito. O procedimento novo consistia na reprodução de séries de sílabas sem sentido na forma consoante-vogal-consoante (ou CVC). O estratagema de criar sílabas sem sentido tinha como objetivo estudar o processo de memorização: a forma da função e as variáveis que afetam tal processo.

A tarefa, que tornou-se padrão em psicologia integrando inclusive baterias de testes psicológicos, consiste em apresentar uma sequência de itens (em geral, um item por segundo) iniciando com uma série de três itens e acrescentando-se, a cada sequência, um ou dois itens a mais do que a sequência anterior. Prossegue-se até que duas ou mais sequências sejam reproduzidas sem erro. Desse modo, define-se extensão da memória como o comprimento máximo da sequência que pode ser reproduzido 50% das vezes sem erro (Dempster, 1981; Guilford e Dallembach, 1925).

Estudando a relação funcional entre aprender uma série e o seu comprimento, Ebbinghaus (1885/1964) foi o primeiro a mostrar experimentalmente que sete é o número máximo de itens que uma pessoa pode produzir perfeitamente, imediatamente após uma única oportunidade de estudo. A este efeito denomina-se *extensão da memória*. Para sequências maiores a reprodução correta requer mais apresentações.

Dempster (1981), revisando a literatura de extensão da memória, ressaltou a importância desse tipo de pesquisa no estudo das diferenças individuais e de desenvolvimento. Galton (1887, citado em Dempster, 1981), por exemplo, observou que poucos indivíduos retardados mentalmente podiam reproduzir mais do que dois itens. Dempster (1981) criticando a revisão anterior

(Blankenship, 1938; citado em Dempster, 1981) por se deter apenas nas relações funcionais entre extensão da memória e vários parâmetros da tarefa (modalidade de apresentação do material e taxa de apresentação dos itens, por exemplo), adota o arcabouço teórico da teoria do processamento de informação dentro do qual se procura identificar as fontes de diferença individual e de desenvolvimento, a saber, reelaboração, agrupamento, *chunking*, estratégias de recuperação, identificação do item, capacidade, interferência, taxa de busca e *output buffer*.

Apesar de Dempster (1981) identificar várias fontes de diferenças individuais conforme o modelo de processamento de informação, a rapidez com a qual o item é apresentado (a taxa de apresentação do material da revisão de Blankenship, 1938) foi identificada como a maior fonte de diferenças individuais e de desenvolvimento. Em termos de desenvolvimento, segundo o autor, o tempo necessário para reconhecer um item apresentado diminui ao longo da infância.

Segundo Watkins (1977), contudo, usa-se o conceito de extensão da memória frouxamente, a ponto de se dizer que a extensão da memória varia em função do número de itens da lista. Ora, isto é análogo a dizer que o volume de um copo varia em função da quantidade de água que contém. O autor conclui que “a despeito de sua história de intensa pesquisa e potencialidade de aplicação, o conceito de extensão da memória não tem tido uma análise crítica adequada. Pouco se sabe além do que Ebbinghaus nos legou acerca do efeito do comprimento da lista” (pag. 529).

Schwelckert e Boruff (1986), investigando as relações entre extensão da memória e rapidez de pronúncia de itens, utilizaram seis tipos de materiais: dígitos (0 a 9), nomes de cores, as 21 consoantes, palavras trissílabas, nomes de formas e sílabas sem sentido. Variou-se o comprimento da lista, em cada tipo de material, em seis valores. Observou-se que 1) a probabilidade de recordação correta foi uma função, em forma de S, do comprimento da lista e do tempo requerido para pronunciar a lista; e 2) a extensão da memória para um par associado (palavra trissílaba-dígito) pode ser predita

a partir do valor isolado da extensão da memória para trissílabos e dígitos.

Ainda com o objetivo de estudar as relações funcionais entre aprender uma série e o seu comprimento, pode-se tornar a tarefa mais complexa criando-se uma lista de itens (dez palavras sem sentidos, por exemplo) com o mesmo número de componentes (cada palavra com cinco letras, por exemplo) a serem recordados na ordem. Denomina-se esse tipo de tarefa de aprendizagem serial. Ebbinghaus (1885/1964) estudando serialmente lista de lista sílaba sem sentido observou que a diferença entre a medida de aprendizagem e a medida de reaprendizagem (denominada *saving*) em função do tempo de testagem é descrita por uma curva negativamente acelerada onde apenas 58% da aprendizagem é retida na primeira testagem e, dada a desaceleração da curva, 21% é retida após 31 dias.

Revisando as pesquisas que estudam os fatores que afetam a forma desta curva de aprendizagem ou de retenção, Hovland (1951) e McGeoch e Irion (1952) observaram que a proporção de material aprendido durante frações correspondentes do tempo total para a aprendizagem de listas é relativamente constante. No estudo de Krueger (1946, citado em Hovland, 1951) listas fáceis (palavras com significado) e difíceis (sílabas sem sentido) com cinco, 15, 50 e 100 itens afetam a forma da curva de aprendizagem. Com material fácil a curva é negativamente acelerada e direta, mas, à medida que a dificuldade aumenta (número de itens) a curva torna-se linear, tornando-se positivamente acelerada na situação de dificuldade máxima. Resultados semelhantes são obtidos quando itens fáceis e difíceis que integram uma lista são desenhados em gráfico separadamente (Hovland, 1951).

No trabalho original de Ebbinghaus, aprendizagem de listas com variação no número de itens (listas contendo de um a quarenta itens com incremento de cinco) afetou também o tempo requerido para a aprendizagem. Ebbinghaus observou, usando sílabas sem sentido, 1) um aumento no tempo

de aprendizagem à medida que a lista aumenta de tamanho e 2) um aumento de tempo por item aprendido.

Na tentativa de relacionar quantidade do material e dificuldade, Thurstone (1930, citado em McGeoch e Irion, 1952), verificou que muitas pesquisas podem ser descritas pela equação $T = c / k (n \sqrt{n - a})$, onde T é o tempo total para aprendizagem, k é uma constante de aprendizagem do sujeito, c é uma constante de critério, n é o número de itens na lista e a é a extensão da memória. Segundo esta equação, o tempo requerido para aprender varia como uma potência do comprimento da lista a ser aprendida, resultando em uma função positivamente acelerada com o aumento da lista; o número de repetições requeridas para a aprendizagem aumenta com a raiz quadrado do número de itens na lista com um fator de correção para a extensão da memória. Apesar da equação de Thurstone descrever adequadamente os dados, McGeoch e Irion (1952) ressaltam que “ não se sabe o quanto esta equação pode ser generalizada para outras condições” (pag. 496).

Deese (1958), revisando os dados que serviram de base para a equação de Thurstone, descobriu que enquanto em listas maiores houve um aumento no tempo total para aprender, o tempo por item não aumentou apreciavelmente; além disso, menos repetições por item foram requeridas para aprender uma lista de 200 itens do que uma lista de 16 itens, embora a lista maior tivesse maior número de repetições no total. Desse modo, a quantidade de material, *per se*, não necessariamente torna a tarefa mais difícil. Segundo Deese (1958), a equação de Thurstone de fato se adequa aos dados.

Infelizmente, as pesquisas que investigavam a relação entre dificuldade da lista e aprendizagem encerraram-se em meados da década de 60. Talvez pelo movimento ecológico que surgiu juntamente com a psicologia cognitiva. Dado que as manipulações de complexidade ou dificuldade eram comprimento da lista de sílabas sem sentido, esse projeto de estudar as relações

funcionais entre material arbitrário a ser estudado e o número de tentativas necessárias para a sua memorização foi considerado superficial pelos psicólogos cognitivistas, pois nada diz acerca de estratégias mnemônicas típicas do dia a dia do ser humano (Neisser, 1982).

Neisser (1978/1982) propõe que se use e estude os efeitos de materiais significativos (ecologicamente válidos) para o sujeito, e critica a pesquisa clássica desde Ebbinghaus ao afirmar que “se x é um aspecto significativo socialmente ou interessante, então dificilmente os psicólogos têm estudado x” (pag. 4). A proposta de Neisser (1978/1982) é que a psicologia (em geral, e o estudo da memória em particular) trabalhe ecologicamente, isto é, com materiais significativos. Contudo, Banaji e Crowder (1989) ressaltam que após toda a “revolução ecológica” *nenhum princípio novo havia surgido das pesquisas, exceto a corroboração, em contexto de aplicação, de achados de laboratório*; tampouco houve a disseminação da proposta dentre outras ciências, isto é, não surgiu a “química ecológica” nem a “física ecológica”.

Evidência do potencial da pesquisa básica sobre as relações funcionais entre manipulações de material arbitrário advém da replicação, conforme sugerido por McGeoch e Irion (1952), das curvas de aprendizagem de sílabas sem sentido, descritas por Ebbinghaus em 1885, em contextos aplicados de desempenho de indivíduos em organizações. Estes achados são robustos e delimitam a área denominada **Aprendizagem Organizacional**.

Argote e Epple (1990) registraram que nas atividades de construção de aviões, navios, derivados de petróleo, usinas nucleares, produtos cirúrgicos, produtividade em kibbutz, o custo por unidade declina, numa taxa decrescente, com o aumento da experiência, conforme os achados básicos de Ebbinghaus. Argote, Insko, Yovetich, Romero (1995) registram que, no setor de serviços, também tem sido verificada a curva de aprendizagem dado que o custo por unidade em fast-food diminui numa taxa decrescente à medida que as franquias ganham experiência na produção. Hayes e Clark (1986,

citados em Argote e colaboradores (1995) lamentam a falta de pesquisa acerca de que fatores afetam a curva de aprendizagem e “encorajam os pesquisadores a abrir a *caixa preta* das organizações para compreender os fatores que afetam a taxa de ganhos de produtividade nas firmas” (Argote e colaboradores, 1995, pag. 514). Segundo Argote e colaboradores (1995), a complexidade da tarefa seria um destes fatores. Desse modo, em seu aspecto central (a generalização da pesquisa feita com material arbitrário em memória), a abordagem ecológica está equivocada.

Diferentemente da tarefa de extensão de memória (assim como, recordação serial dos itens) pode-se examinar a aprendizagem do material a partir de uma única exposição a um material verbal sem pedir ao sujeito que recorde o material segundo qualquer ordem específica. Este tipo de tarefa é denominada *recordação livre*.

Murdock (1962, citado em Deese e Hulse, 1967) estudou a recordação livre de palavras inglesas comuns, não relacionadas entre si, e com elevada frequência de uso. Manipulou-se o número de palavras nas listas a serem recordadas, a saber, 10, 15, 20, 30 e 40 palavras. As palavras foram apresentadas separadamente, e, depois da apresentação da lista completa, os sujeitos foram instruídos a recordar o maior número de palavras que pudessem em qualquer ordem.

Todas as listas eram semelhantes em termos de frequência de uso, embora o número de itens variasse de 10 a 40 itens. Os resultados mostraram que os itens mais recordados eram aqueles situados no fim da lista, sendo que a probabilidade de recordação dos três últimos itens não variou muito nas cinco listas de comprimentos diferentes. Os itens intermediários de todas as listas eram os que tinham menor probabilidade de serem recordados, de forma que houve maior probabilidade de recordação dos primeiros itens do que dos intermediários. No entanto, os itens de uma lista de 10 palavras tiveram uma probabilidade de recordação maior do que itens de uma lista de 40 palavras independentemente de sua posição (início, meio e fim) (Deese e Hulse, 1967).

Em outra série de experimentos, Murdock (1962, citado em Deese e Hulse, 1967) mostrou que o número de palavras foi uma função do tempo total de apresentação (número de itens x taxa de apresentação) das listas de itens. Murdock postulou que o número de palavras recordadas seria uma função do tempo total de apresentação, ou seja, uma combinação da taxa de apresentação e o comprimento da lista. Desse modo, se fosse apresentada, à mesma taxa de duas palavras por segundo, uma lista de 40 itens e uma lista de 20 itens, a recordação seria maior para a lista de 40 itens. No entanto, se o período de tempo entre os itens na apresentação da lista de 20 itens fosse dobrado, a recordação para as duas listas seria a mesma, pois o tempo total de apresentação seria idêntico.

Murdock propôs que haveria uma relação linear entre tempo total de apresentação e número de palavras recordadas, a saber, $N = KxT + M$, onde N é o número de palavras recordadas, K é uma constante que varia de indivíduo para indivíduo e de um material para outro, T é o tempo total de apresentação e M é a extensão da memória.

Em um procedimento de recordação livre de uma tentativa, Roberts (1972) combinou fatorialmente quatro comprimentos de listas de palavras comuns (10, 20, 30 e 40 palavras) com cinco taxas de apresentação (0.5, 1, 2, 4 e 8 segundos). Contrariamente à hipótese do tempo total, observou-se que a equiparação do tempo total, através da combinação do comprimento da lista e a taxa de apresentação, não produziu igual nível de recordação. Recordação foi uma função negativamente acelerada inversa do tempo total de apresentação quando este foi aumentado via adição de palavras ou por diminuição da velocidade da taxa de apresentação.

Raaijmakers e Shiffrin (1992) avaliaram os modelos de ativação de redes semânticas (ACT*) de Anderson (1983); de pesquisa associativa na memória (SAM) de Guillard e Shiffrin (1984) e da teoria da memória associativa distribuída (TODAM) de Murdock (1982).

Estes modelos visam resumir os dados obtidos nas tarefas de *recordação livre*, *pares*

associados (onde a tarefa do sujeito pode ser: antecipar o segundo item de cada um dos pares de uma lista ou, após estudar toda a lista de pares associados, responder qual o segundo item do par para toda a lista de pares estudados), *extensão da memória* (ou *aprendizagem serial*) e *reconhecimento* (onde a tarefa do sujeito é responder se os itens apresentados na fase de estudo reaparecem, misturados a outros itens que não foram apresentados na fase de estudo, na fase de teste)

Raaijmakers e Shiffrin (1992) observam que, embora expressos em termos diferentes, estes modelos fazem previsões muito similares, pelo menos sob a escolha dos parâmetros apropriados, tornando difícil gerar testes críticos destes modelos. Além disso, “esses modelos geralmente incorporam um grande número de processos e parâmetros, o que incapacita-os de prever quase qualquer tipo de resultado empírico” (Raaijmakers e Shiffrin, 1992, pag. 229). Os autores avaliam os modelos em relação aos parâmetros e processos subjacentes.

Em relação aos parâmetros, os modelos quantitativos de memória empregam uma dúzia ou mais de parâmetros que são estimados a partir dos dados, os quais refletem aspectos estruturais (taxas de decaimentos e tempo de processamento) e aspectos relacionados à tarefa (peso das dicas e critério de término da tarefa). Em relação aos processos, “a maioria das dificuldades com modelos quantitativos tem a ver com o grande número de processos que são geralmente propostos. Isto ocorre especialmente quando os modelos tentam aplicar-se a um grande número de paradigmas experimentais” (pag. 230). Desse modo, os autores apontam um abismo entre a generalidade e simplicidade dos modelos teóricos e concluem que os modelos de memória existentes podem ser classificados como semi-quantitativos pelo fato de não envolverem uma medida de ajustamento mas apenas o tamanho do efeito predito e o efeito observado (Raaijmakers e Shiffrin, 1992).

Na tentativa de criar testes críticos para os diversos modelos de memória, Ratcliff e Shiffrin (1990) investigaram o efeito da “força” da lista sobre as tarefas de reconhecimento, recordação com

dica e recordação livre. Eles definiram o efeito da força da lista como um decréscimo na recuperação de um conjunto de itens da lista quando outros itens da lista são fortalecidos, ou um aumento na recuperação quando itens são enfraquecidos. Os autores variaram a "força" da lista através da manipulação no tempo de apresentação ou no número de repetições. Força da lista influenciou o desempenho em tarefas de recordação livre e recordação com dica, e não teve efeito em tarefas de reconhecimento. Estes resultados contrastam com o efeito do comprimento da lista que tem efeito sobre os três tipos de tarefa. Os dados foram discutidos em termos de estratégias cognitivas possíveis de ocorrer na situação de reconhecimento.

Em resumo, as investigações básicas iniciais de Ebbinghaus sobre o efeito da extensão da lista possibilitou a criação de variações no procedimento original resultando em tarefas de memória tais como recordação serial, recordação livre, pares associados, reconhecimento etc. O efeito encontrado de que aumento da extensão da lista aumenta o tempo de memorização por item não foi abordado sistematicamente, não havendo consenso entre os pesquisadores da área. Com o advento do cognitivismo duas mudanças podem ser observadas na pesquisa sobre memória: 1) crítica ao trabalho com material arbitrário com base no argumento de que tais materiais não são válidos ecológicamente; e 2) o fato de que questões básicas, tais como o efeito do aumento da lista, deixaram de ser problemas a serem investigados sistematicamente, e passaram a ser variáveis de manipulação para a investigação de processos cognitivos. Os achados em aprendizagem organizacional invalidam o argumento de relevância ecológica, e a avaliação negativa de Raaijmakers e Shiffrin (1992), acerca do poder preditivo dos modelos cognitivistas, mostra que nem a inclusão de materiais significativos, nem a suposição de estágios intermediários (os processos cognitivos), substituíram a contento o modelo de estudo baseado nas relações funcionais entre as variáveis independentes e dependentes tal como delineado por Ebbinghaus.

1.2) Complexidade da Tarefa e Motivação

Após os clássicos trabalhos de Ebbinghaus, encontra-se, historicamente, referência à “complexidade da tarefa” como uma variável a ser manipulada, nos trabalhos decorrentes da “lei de Yerkes-Dodson” enunciada em 1908. No estudo de Yerkes e Dodson ratos foram submetidos a uma discriminação simples de cores, classificadas, conforme a rapidez de aprendizagem, em fácil (discriminação preto/branco) média ou difícil (discriminação entre cores cinzas de intensidade ligeiramente diferentes). Para cada nível de dificuldade, choques de diferentes intensidades foram aplicados. Observou-se que, para discriminações fáceis, níveis mais altos de choques produziram aquisição mais rápida, enquanto que, para discriminações mais difíceis, níveis mais baixos de choque foram melhores para aquisição. Estes resultados têm sido tomados como implicando que há um nível ótimo de estimulação para qualquer tipo de tarefa, sendo que quanto mais difícil a tarefa mais baixo o nível de estimulação (ou motivacional) ótimo (Broadhurst, 1959; Boakes, 1984).

O status de “lei” atribuído por Yerkes e Dodson ao seu achado experimental foi criticado tendo em vista a falta de padronização do choque elétrico como estímulo aversivo e por apresentar escores médios sem oferecer medidas de dispersão e teste de significância (Broadhurst, 1959). Broadhurst (1959) testou a generalidade da lei alterando o tipo de estimulação (privação de ar ao invés de choque). Ratos foram submersos na água e soltos em um aparato em forma de Y com três níveis de complexidade de discriminação de brilho e com quatro níveis de estimulação (0, 2, 4 e 8 segundos de privação de ar). O número de erros em 100 tentativas foi utilizado como medida de aprendizagem. Observou-se um efeito significativo de ambas as variáveis, sendo que uma função em “V” descreveu o ponto ótimo de estimulação.

Pode-se argumentar que a lei de Yerkes-Dodson com estímulo aversivo somente não é interessante, pois, no caso de prolongada privação de ar ou de intenso choque elétrico tem-se como

consequência a impossibilidade da emissão da resposta especificada e, desse modo, o organismo não terá condições de resolver o problema. Fantino, Kasdon e Stringer (1970) testaram a lei de Yerkes-Dodson utilizando privação de alimento para explorar a relação entre motivação e habilidade de resolução de problemas. Pombos foram apresentados, sob diferentes níveis de privação (85%, 75% e 65% do peso), a três níveis de complexidade da tarefa de resolução de problemas, criada pelo psicólogo alemão Wolfgang Kohler, denominada desvio. Nesta tarefa o alimento é colocado atrás de uma tela de arame e a tarefa do sujeito é dar a volta em torno da tela (o insight, na explicação de Kohler) para ter acesso ao alimento. Complexidade foi manipulada aumentando o número de telas (uma, três ou cinco telas) que circundavam o sujeito. A lei de Yerkes-Dodson previa que com aumento no estado de privação o organismo falharia em emitir a resposta adequada dado que a resposta prevalente seria a de se mover diretamente para o alimento visível atrás da tela. Observou-se que para cada um dos níveis de complexidade aumento de privação aumentou monotonicamente a rapidez da solução do problema. Desse modo, privação fortaleceu o comportamento de resolução de problemas (pelo menos da tarefa de desvio de Kohler).

Eysenck (1955) assevera que a lei de Yerkes-Dodson, ao lado de outras dimensões psicológicas, tais como introversão e extroversão, as quais determinam a suscetibilidade do sujeito adquirir resposta condicionada, seria um importante conceito da teoria da aprendizagem aplicada a problemas de personalidade. Em uma revisão sobre a aplicação de teorias de aprendizagem a problemas de personalidade, Jones (citado em Broadhurst, 1959) ressalta a importância da lei de Yerkes-Dodson afirmando que a dificuldade da tarefa é uma variável importante no estudo da personalidade por estabelecer diferenças claras entre os desempenhos dos sujeitos.

Desse modo, a lei de Yerkes-Dodson descreveria, de acordo com Eysenck (1955), os resultados de neuróticos e não-neuróticos em tarefas de condicionamento respondente de piscar os

olhos e de aprendizagem verbal de sílabas sem sentido. Neuróticos seriam condicionados mais rapidamente do que não-neuróticos à resposta condicionada de piscar os olhos dado um tom, e adquiririam mais lentamente do que não-neuróticos o conjunto de sílabas sem sentido (Broadhurst, 1959). Segundo Broadhurst (1959), o nível de desempenho ótimo de neuróticos em tarefas simples (condicionamento respondente) e a interrupção de desempenho em tarefas de sílabas sem sentido (tarefa mais complexa) revelaria efeito de drive (nível de estimulação) sobre o desempenho da tarefa, i.e., dado que neuróticos supostamente teriam um drive alto, em tarefas complexas este drive teria o efeito disruptor de desempenho na tarefa, o que não aconteceu com o grupo de não-neuróticos.

Desse modo, as pesquisas que relacionam nível de estimulação e complexidade da tarefa têm uma estrutura comum: manipula-se uma variável de tal forma que se produza dois ou mais níveis da variável sob os quais compara-se o desempenho dos sujeitos sob certo nível de estimulação (neuroticismo e não-neuroticismo, por exemplo). A manipulação da variável produz uma diferença maior no desempenho entre os sujeitos no nível mais difícil da tarefa. Conclui-se que a diferença de desempenho provém do tipo de manipulação da variável.

Analisando as pesquisas que comparam o efeito da dificuldade da tarefa no desempenho de esquizofrênicos e normais, Miller, Chapman, Chapman e Collins (1995) mostraram que sob tarefas relativamente simples (desempenho acima de 50% de acertos) indivíduos normais e esquizofrênicos tornam-se menos acurados à medida que a tarefa se torna mais difícil, contudo, desempenho de esquizofrênicos difere mais do desempenho de normais nas tarefas mais difíceis. Em tarefas relativamente difíceis (desempenho abaixo de 50% de acertos) o maior déficit de esquizofrênicos em relação a sujeitos normais tende a ser sob tarefas mais fáceis.

Miller e colaboradores (1995) argumentaram que as diferenças entre os grupos podem ter sido decorrentes de características da tarefa mais do que por diferenças ou déficits cognitivos (hipótese

prevalente no caso da esquizofrenia), isto é, “os investigadores, muitas vezes inadvertidamente, escolhem níveis de dificuldade tais que, por razões psicométricas, os grupos diferiram mais no desempenho das tarefas mais difíceis” (pag. 251). Os autores baseiam seu argumento no conceito de variância verdadeira do escore (proporção de variância do escore que é replicável, isto é, não é devido a procedimentos de imperfeita mensuração). O tamanho da diferença de desempenho entre indivíduos em diferentes habilidades é determinado pela magnitude da variância do escore verdadeiro. Indivíduos esquizofrênicos tendem a desempenhar pior do que indivíduos normais em quase qualquer tarefa e, portanto, mostram um maior déficit sob tarefas com maior variância verdadeira do escore.

A teoria psicométrica postula outra relação entre variância e dificuldade do item: dado que a variância representa diferenças individuais e que quanto maior a variância maior a dispersão dos sujeitos pode-se afirmar que o item que deverá produzir maior dispersão é aquele de dificuldade média, pois, teoricamente, é o item em que metade dos sujeitos deverá ter acertado e metade deverá tê-lo errado (Guillford, 1973). A proposta de Miller e colaboradores (1995) é que 1) se determine, empiricamente, para o grupo de indivíduos normais a complexidade (fácil, médio e difícil) de cada tipo de material, e, a seguir, 2) proceda-se à comparação com a população a ser estudada (esquizofrênicos, por exemplo).

Em resumo, a relação entre complexidade da tarefa e motivação descrita pela lei de Yerkes-Dodson possui problemas tanto na especificação do tipo de estimulação a ser utilizada quanto na definição dos níveis de complexidade, que podem enviesar os resultados na escolha de níveis de complexidade em que, por razões psicométricas, os grupos diferiram mais no desempenho das tarefas mais complexas. A proposta de Miller e colaboradores (1995) de se determinar empiricamente o nível de complexidade para cada tipo de tarefa pode ser vista como um paliativo que apenas adia a discussão sobre a necessidade de uma Teoria de Complexidade das tarefas que possibilitaria que 1)

se eliminasse a necessidade da determinação empírica dos níveis de complexidade; e 2) tornariam comparáveis os resultados de diversas tarefas utilizadas nos estudos motivacionais tanto com humanos quanto com infra-humanos.

1.3) Complexidade e Neuropsicologia da Memória

Após o clássico trabalho de Yerkes-Dodson, encontra-se referência à complexidade como uma variável independente no estudo das relações cérebro/comportamento no programa de pesquisa de Lashley (1927, citado em Broadhurst, 1959). Lashley é apontado como um dos poucos pesquisadores a incluir complexidade como uma variável nos estudos sobre o efeito das lesões cerebrais em ratos. Lashley elaborou três tipos de labirintos de graus diferentes de complexidade conforme o número de becos sem saída, oferecendo, assim, maior possibilidade de erro. Observou-se que o efeito da lesão cerebral foi mais pronunciado quanto maior a dificuldade do labirinto. Os estudos posteriores sobre a relação cérebro/comportamento não seguiram a lógica dos experimentos delineados por Lashley ao estudarem as relações entre a complexidade da tarefa e a área lesionada.

A estrutura mais amplamente estudada e relacionada às pesquisas sobre memória é o hipocampo. O hipocampo é uma das estruturas do telécefalo que junto com a amígdala, o hipotálamo e o giro cingulado constituem o sistema límbico. Unido ao cortex entorhinal, complexo subicular e o giro dentado constitui a formação hipocampal, que recebe projeções da amígdala (O'Keefe e Nadel, 1978).

A lógica da pesquisa básica nesta área é simples: verificar a função destas miríades de conexões (quais são aferentes e quais são eferentes) com o hipocampo processo de memória, isto é, quais são as condições necessárias para que a memorização ocorra. Os tipos de tarefas utilizadas são de suma importância, pois representam o conjunto de condições suficientes para que se determine que

condições são necessárias para que a memorização ocorra (Oliveira-Castro, 1993).

Os modelos animais possibilitam a compreensão de quais estruturas e/ou vias estão relacionadas com o fenômeno da memória por meio da metodologia experimental com base em lesões. Os modelos de lesão em animais corroboram a hipótese (Squire, 1992) de que o córtex entorhinal é a maior fonte de inervações para o hipocampo e giro dentado. Este tipo de evidência experimental aponta para a importância do funcionamento normal do hipocampo e suas regiões corticais adjacentes no processo de memorização.

Em modelos animais que utilizam macacos, a tarefa mais amplamente utilizada, por ser sensível a lesões do hipocampo, tem sido a de *delayed nonmatching-to-sample* (doravante DNMTS) elaborada por Mishkin e Delacour (1975). Na primeira tentativa apresenta-se um estímulo qualquer (uma concha emborcada, por exemplo) sob o qual há alguma consequência (um amendoim, por exemplo). A tarefa do sujeito é retirar o estímulo que está sobre a consequência. Após um intervalo maior ou igual a 10 segundos, o estímulo apresentado na primeira tentativa aparece ao lado de um estímulo novo sob o qual está a consequência, desse modo a tarefa do sujeito é responder ao estímulo novo de cada tentativa. Macacos com lesão no hipocampo tem o desempenho prejudicado nesta tarefa (desempenho abaixo de 60%) comparados com macacos não lesionados (desempenho acima de 90%). O desempenho melhora quando o atraso entre a apresentação do objeto modelo e a escolha é curto e torna-se mais pobre à medida que ocorrem aumentos nos atrasos (Squire, 1992; Wixted, 1989). Sujeitos humanos descritos no quadro de síndrome de Korsakoff (tipo de amnésia anterógrada causada por dano cerebral resultante de alcoolismo crônico ou malnutrição), sob a tarefa de DNMTS, obtiveram desempenho próximo ao nível do acaso (Squire, Zola-Morgan e Chen, 1988).

Em modelos animais que utilizam ratos, a diversidade de procedimentos é ainda maior, embora a tarefa seja sempre de reconhecimento, mesmo quando são utilizados procedimentos

característicos de tarefas de recordação como pares associados. O objetivo geral destes procedimentos é lidar com a situação de reconhecer (ou não, no caso dos lesionados) lugares já vistos. O'Keefe e Dostrovsky (citados em O'Keefe e Nadel, 1978) registraram a atividade de neurônios individuais no hipocampo à medida que o animal se movia no ambiente. Observou-se que alguns neurônios disparavam somente quando estavam em determinados lugares (daí sua denominação de células de lugares). Diferentes neurônios teriam diferentes campos receptivos, guiando-se por estímulos visuais externos visto que seus campos receptivos mudam conforme mudança no ambiente.

Baseada no referencial cognitivista, a noção prevalente na área de neuropsicologia da memória atualmente é a de que há sistemas múltiplos de memória (Sherry e Schacter, 1987). As primeiras evidências para sistemas múltiplos de memória surgiram com o trabalho de Brenda Milner, quando a autora verificou que o paciente H.M. era capaz não só de aprender habilidades percepto-motoras de coordenação olho-mão (desenhar uma estrela com *feedback* apenas por meio de um espelho) assim como melhorar o seu desempenho dia a dia nesta tarefa. A partir deste resultado positivo, várias pesquisas foram realizadas testando o desempenho de amnésicos em tarefas motoras e/ou cognitivas. Cohen e Squire (1980) testaram pacientes amnésicos (Korsakoff, lesionados do diencéfalo, pacientes submetidos a terapia eletroconvulsiva) em leitura espelhada. O desempenho dos pacientes melhorou progressivamente ao longo das tentativas, não diferindo do grupo controle quando as palavras foram apresentadas apenas uma vez, e os pacientes mantiveram a mesma taxa de acerto no teste de retenção três meses após.

Outra tática usada em neuropsicologia da memória é adaptar algumas tarefas de memória utilizadas com seres humanos a infra-humanos e, após a lesão da formação hipocampal, testar o desempenho do sujeito na tarefa. A tarefa de aprendizagem serial (ver seção 1.1) tem como um de seus efeitos principais, em humanos (normais, doentes de Alzheimer e Korsakoff), o efeito de

primazia e recência (isto é, os sujeitos tendem a lembrar do primeiro e do último item de uma lista serial, gerando uma função em forma de um U invertido). Baseados neste tipo de resultado, Harper, Dalrymple-alford e Mclean (1993) investigaram o efeito de lesões do septo medial e corpo mamilar (que recebe projeções do hipocampo) sob a tarefa de aprendizagem serial. Vale dizer que ambas as regiões estão lesionadas em pacientes Korsakoff. O objetivo foi determinar quais aspectos neuropatológicos influenciam a disrupção da memória. Ratos foram apresentados a uma "lista" de sete braços de um labirinto que possuía 12 braços no total. Após o rato ter visitado cada braço recebia um pedaço de chocolate. O teste de reconhecimento da "lista" foi avaliado proporcionando uma escolha entre um braço da lista e outro novo. Após completar a tarefa de visitar cada braço correto recebia três unidades de chocolate. A seguir, iniciava-se um intervalo de 10 segundos e começava nova tentativa seguida por um teste. Uma resposta era computada quando a tampa do labirinto escolhida se fechava imediatamente após a entrada do rato. Cinco tentativas com uma das seis combinações da "lista" de sete braços compunham a sessão diária.

Lesões no septo medial e corpo mamilar resultaram em disrupção no desempenho do sujeito para lista de itens. As lesões no septo medial resultaram em decréscimo na acuracidade em todas as posições seriais da lista de sete braços. Contudo, um efeito de recência reemergiu após 30 tentativas no treino pós lesão. Lesões no corpo mamilar removeram o efeito de primazia ou recência mas não afetaram o desempenho como um todo dos sujeitos nos sete braços. Dado que doenças como Korsakoff e Alzheimer causam disrupções permanentes da memória, um modelo destas doenças deve produzir deficits robustos. Desse modo, os sujeitos foram submetidos, após a lesão, a 120 tentativas (septo medial) e 90 tentativas (corpo mamilar) de teste. Durante treino subsequente o efeito da curva de posição não reemergiu e a acuracidade não variou como função da posição serial.

Uma alternativa à concepção de se basear em quadros amnésicos para estabelecer sistemas

de funcionamento, estrutura e organização da memória seria estabelecer tipos de tarefas como variável independente. Considere-se, por exemplo, o bom desempenho de pacientes amnésicos em certas tarefas relativas à memória procedural e declarativa; e o fato destes desempenhos serem baixos quando comparados com sujeitos normais. Duas perspectivas de investigação empírica que podem emergir destes dados são: algumas tarefas podem ser menos complexas que outras possibilitando seu aprendizado por amnésicos; e a seleção de tarefas apropriadas, assim como sua hierarquização dos níveis "mais simples" para os mais complexos, pode possibilitar a aquisição de habilidades ditas "mais complexas". Squire e col. (1993) afirmam que "se uma tarefa é suficientemente simples e a informação a ser adquirida torna-se acessível à consciência então o desempenho pode ser aumentado usando memória declarativa" (pag. 471). Vale ressaltar, ainda, que os termos simples e complexo têm sido usados nas pesquisas em seu sentido vago da linguagem cotidiana, não havendo parâmetro para a comparação das tarefas em termos de complexidade.

Embora Squire e col. (1993) argumentem que "a ênfase apropriada é sobre processos e estratégias que os sujeitos usam, não sobre as tarefas usadas para medir a memória" (pag. 483), permanece uma lacuna (com implicações práticas importantíssimas relacionadas à reabilitação de pacientes) acerca do tipo de habilidades que amnésicos podem adquirir. De grande auxílio neste tipo de pesquisa de reabilitação das funções cognitivas são os estudos de caracterização (via testes padronizados) de pacientes amnésicos para estudo neurocomportamental. Squire e Shimamura (1986) investigaram o problema de como avaliar a severidade e a seletividade de obstrução da memória em pacientes amnésicos usando 11 testes de memória: Wechsler, QI, recordação de textos em prosa, pares associados, recordação de desenhos complexos, reconhecimento com uma ou duas escolhas, escala de demência de Coblenz e teste de nomeação de Boston. Observou-se que a severidade da obstrução da memória pode ser adequadamente descrita por usar uma combinação de testes

neuropsicológicos que compreendem um espectro de complexidade ou dificuldade. Mesmo os testes que têm problemas na elaboração dos itens (o teste Wechsler, por exemplo, possui medidas de funções cognitivas que não são afetadas por amnésia, tais como memória imediata e orientação) proporcionam um índice de severidade de obstrução da memória. Testes de recordação com atraso e pares associados revelaram-se altamente sensíveis à amnésia, com o escore dos sujeitos próximo a zero.

As tarefas de memória para avaliação dos quadros neurológicos de amnésia formam um mosaico de informações cuja utilização como técnica de reabilitação não parece ser adequada visto que a reabilitação assim como a aquisição de habilidades envolve a hierarquia de habilidades a serem automatizadas. Um caminho mais promissor parece ser a decomposição de tarefa em passos como fez Brenda Milner na tarefa de desenhar a estrela olhando somente através do espelho. Parece-nos que este tipo de tarefa se assemelha à tarefa de pressionar teclas em uma máquina de escrever ou em um teclado de computador, onde o *feedback* de certo ou errado advém apenas da resposta de olhar o papel ou a tela respectivamente. A tarefa de Milner se insere dentro da tradição psicológica de aquisição de habilidade de tarefas motoras (Noble, 1968; Newel, 1991) a ser descrita posteriormente.

Capítulo 2

Complexidade e Teoria da Informação

Segundo Miller (1953) e Coren e Ward (1989), psicólogos e engenheiros eletrônicos partilhavam problemas análogos na década de 40. O engenheiro precisava medir a quantidade de informação (a mensagem) que era transmitida através de um canal de comunicação, o qual deveria transmitir tal informação com fidelidade (sem distorção em relação à fonte emissora). Por outro lado, o psicofísico tentava especificar a dificuldade ou a complexidade de uma tarefa de reconhecimento (e.g., reconhecer que um matiz apresentado corresponde à cor verde) onde necessariamente dever-se-ia levar em consideração a complexidade do material e o fato de se ter um sistema visual com certas peculiaridades. Deu-se o nome de “teoria da informação” para a técnica de mensuração de incerteza ou, mais tecnicamente, entropia do sistema. Entropia ou incerteza definida como o número de alternativas possíveis em uma dada situação.

Desse modo, “informação” tem aqui um significado extremamente restrito de redução de incerteza que em nada se assemelha ao uso cotidiano do termo onde troca-se, envia-se, recebe-se, sonega-se, obscurece-se ou clareia-se uma informação. Não faz sentido, na linguagem cotidiana, por exemplo, dizer que uma pessoa troca uma informação consigo mesma. Teoria da informação corresponde a um tratamento puramente sintático (estrutural) dos aspectos do ambiente: número de ângulos, números de elementos, número de formas etc. Informação, na linguagem cotidiana, não se reduz à sintaxe de modo algum, pois, ao se asseverar que uma informação é verdadeira ou falso parte-se para uma análise semântica da informação.

A teoria da informação considera como determinante da complexidade ou dificuldade de se reconhecer ou identificar um estímulo o número de alternativas de respostas ou de estímulos possíveis na situação (Coren e Ward, 1989). Utiliza-se um sistema binário para medir a quantidade de

informação, isto é, o número de questões que podem ser respondidas apenas por “sim” ou “não” na tarefa de reconhecimento necessárias para especificar completamente determinado estímulo no conjunto das alternativas. Cada questão define um *bit* de informação. Desse modo, com duas alternativas tem-se um *bit* de informação (e.g., é a letra A ou B ?) E com quatro alternativas tem-se dois *bits* de informação (A ou B em oposição a C ou D). O número de *bits* de informação necessários para se determinar exatamente um estímulo é o logaritmo na base dois do número total de alternativas de estímulos possíveis.

Enquanto a teoria da informação toma como unidade de análise o dígito binário, Miller (1956) mostrou que, em estudos de extensão da memória o sujeito pode recordar a informação em blocos (*chunks*). A maior série que se consegue recordar, independentemente do tipo de material, parece ser sete (podendo variar entre cinco e nove). Daí o caráter mágico do número sete: sete palavras, sete dígitos, sete cores etc. Traduzindo em linguagem da teoria da informação os observadores humanos conseguiriam “receber” apenas 2,3 *bits* de informação, isto é, poderiam lidar simultaneamente com aproximadamente sete estímulos diferentes pertencentes a um mesmo contínuo sensorial. Este limite é denominado capacidade do canal “sensorial”. Os dados obtidos por Ebbinghaus (1885) acerca da extensão da memória ganham aqui roupagem nova.

Miller (1956) compara a noção de quantidade de informação com a noção estatística de variância, isto é, quando se tem uma grande variância é-se muito ignorante sobre o que vai acontecer, e, nesse caso, ao se fazer a observação esta dá muita informação. Por outro lado, se a variância é pequena saber-se-á de antemão como as observações vão ser e obter-se-á pouca informação ao fazer-se a observação. A vantagem que a quantidade de informação possui, em relação à variância, reside no fato de não ter dimensão, podendo estender o conceito a situações em que não se tem nenhuma métrica, possibilitando, desta forma, a comparação de resultados obtidos em situações experimentais

diferentes.

Nos estudos sobre julgamentos absolutos de sons, os sujeitos não identificavam sons acima de seis timbres. Este valor corresponderia à sua capacidade de canal. Miller (1956) confessou não saber explicar o fato de pessoas musicalmente sofisticadas (ouvido absoluto) serem capazes de identificar um som dentre 50 e 60 sons diferentes. “Felizmente eu não tenho tempo para discutir essas notáveis exceções. Digo felizmente porque não sei como explicar sua performance superior” (pag. 344). Em experimento clássico, Sidney Smith (citado em Miller, 1956) mostrou que, via recodificação em blocos, os sujeitos tornam-se capazes de dobrar a capacidade de memorizar sequência de dígitos binários, aumentando de uma sequência composta de nove dígitos para uma sequência de dezoito dígitos binários.

Tentar estabelecer o *chunk* como unidade básica da memória humana é uma tarefa difícil devido à falta de precisão do conceito. “O contraste entre os termos *bit* e *chunk* serve também para enfatizar o fato de que não somos muito precisos quanto ao que constitui um *chunk* de informação...estamos lidando aqui com um processo de organização ou agrupamento da informação de entrada em unidades ou *chunks* e muito aprendizado entrou na formação dessas unidades conhecidas” (Simon, 1972). Devido a histórias de aprendizado distintas, a letra, ou a sílaba, ou a palavra ou a sentença podem tornar-se *chunks* ou unidades de análise. Sem especificar as condições necessárias e suficientes para que cada um destes aspectos da linguagem torne-se uma unidade e ao limitar seus dados aos estudos sobre extensão da memória, Miller (1956) não proporciona evidência para o conceito de *chunk* que não seja uma suposta concordância entre número de sílabas recordadas e uma vaga noção apriorística do que venha a ser familiaridade, isto é, o termo *chunk* permanece como um vago substituto para o quão familiar é um evento para um determinado indivíduo.

Baseado na noção de *chunk*, Simon (1974) elabora uma teoria de complexidade em que toma-

se “o comprimento do código como a medida básica de complexidade da sequência. É postulado que a maioria dos sujeitos em nossa cultura usa aproximadamente os mesmos alfabetos e procedimentos de códigos. O comprimento do código de uma sequência, então, significa o número de símbolos na codificação quando alfabetos e processos de codificação comuns à cultura são usados” (pag. 371). Um postulado tão generoso possibilita que se limite drasticamente sistemas de *chunks* a certos padrões culturais “comuns” evitando *chunks* desmesuradamente grandes como sentenças, por exemplo. Se a complexidade é medida pelo comprimento do código em símbolos, ao invés de *bits* então, a complexidade das sequências pode ser reduzida ao se usar um alfabeto de codificação onde cada símbolo contém vários *bits* de informação. Se os códigos podem ser aumentados de letras até sentenças e períodos então este alfabeto de codificação permite reduzir a complexidade a qualquer nível desejado. Não resta outra saída senão “admitir qualquer coisa como codificável em um único símbolo que tenha se tornado familiar através da aprendizagem prévia. Qualquer coisa reconhecível pelo sujeito como *chunk*, resultante de treino ou experiência prévia, é assumido ser codificável em um símbolo. O objeto de codificação consiste de um conjunto de tais símbolos” (pag. 371).

Revisando a literatura, Simon (1972) mostra que os experimentos tentam dar conta da complexidade de sequência de padrões de diversos materiais (dígitos binários, letras, figuras etc) e utilizando tarefas de reprodução de sequências apresentadas (recordação), completar sequências e julgamento de complexidade de padrões elaborados a partir da definição de complexidade como comprimento e/ou incerteza da sequência. Elaboram-se modelos de parâmetro livre que descrevem as altas correlações (entre 0,90 e 0,95) entre o julgamento de complexidade e a medida definida aprioristicamente. Torna-se difícil escolher entre os modelos e as teorias subjacentes porque as previsões são muito semelhantes.

A noção de complexidade como número de alternativas de respostas elaborada pela teoria da

informação subjaz às diversas definições elaboradas em psicologia: número de feições discrimináveis de um objeto quando comparado a outro; quantidade de informação irrelevante presente quando somente porções da informação requerem uma resposta ou número de estímulos de uma dada configuração (Goldstein, 1966).

Baseado nesta última concepção, Goldstein (1966) investigou o efeito do aumento no número de estímulos e da limitação ou não do tempo de resposta do sujeito sobre a eficiência em categorizar itens. Após a apresentação de slides que mostravam veículos típicos de transporte, os sujeitos em diferentes grupos deveriam contar o número de veículos de uma ou mais subcategoria (e.g., carro, aeroplano, carreta, avião). Os grupos diferiram em termos do número de exemplos de cada categoria. Por exemplo, os sujeitos do Grupo 1 deveriam contar quantos veículos de transporte em geral haviam sido apresentados, enquanto que, no Grupo 2, os sujeitos deveriam contar quantos veículos de cada subcategoria haviam sido apresentados. Observou-se que aumentos na quantidade de estímulos, sem aumentos correspondentes no tempo de observação, resultaram em aumentos na frequência de erro.

Um outro conceito adotado nesta linha de pesquisa é o de *redundância*. Redundância é definida como o excesso de sinais sobre o número estritamente necessário para transmitir-se uma determinada quantidade de informação. Nesse caso, a informação média por elemento é máxima quando todos os elementos têm a mesma probabilidade (Garner, 1962). Attneave (1955) reanalisou a noção gestaltista de “boa continuidade” ou simetria conforme a noção de redundância. Os estímulos foram conjuntos de pontos apresentados em matrizes retangulares. Cada matriz foi definida pelo produto do número de caselas, de mesmo tamanho, horizontais e verticais (3x4, 5x4 e 5x7). As matrizes, preenchidas por pontos em ordem simétrica e aleatória, foram apresentadas aos sujeitos durante um segundo e a tarefa dos sujeitos consistiu em reproduzir (tarefa de recordação), numa folha com o desenho da matriz, a distribuição dos pontos. A outra tarefa foi reproduzir a distribuição dos

pontos na matriz como resposta numa tarefa de pares associados (itens estímulos foram letras do alfabeto). Variou-se o tempo de exposição ao estímulo e intervalo entre a exposição e sua reprodução. Nas duas situações os padrões simétricos foram lembrados mais rapidamente do que padrões assimétricos.

A concepção de Attneave (1955) de complexidade como número de elementos constituintes de cada estímulo influenciou inclusive pesquisa com animais. Dember, Earl e Paradise (1957) e Berryman, Fullerton e Sluckin (1970) relataram a preferência de animais por padrões de estímulos complexos (números de linhas e cores, por exemplo) em situações de escolha mantidos constantes os níveis de saciação, novidade e apresentação dos estímulos. No experimento de Dember e colaboradores (1957) postulou-se que linhas verticais da parede do labirinto seriam estímulos mais complexos do que linhas horizontais visto que, intuitivamente, o movimento do rato ao longo do labirinto resulta em rápida mudança se as linhas são verticais e pouca mudança se as linhas são horizontais. Dos dezessete animais no estudo nove mostraram preferência significativa estatisticamente para a linha vertical no primeiro dia. No segundo dia dezesseis mostraram preferência pelo lado com linhas verticais. Desse modo, mudança na preferência foi sistematicamente do menos para o mais complexo. Os autores discutiram os resultados em termos da teoria que postula que dada uma situação de livre escolha o sujeito deverá dar atenção a um estímulo na proporção inversa da diferença entre sua complexidade medida e sua complexidade medida mais um incremento. Garner (1962; 1972) propôs que a redundância é uma propriedade de conjuntos de padrões (e não de um único padrão apresentado num dado instante como propôs Attneave), e sugeriu que cada padrão fosse considerado como um elemento de um conjunto de padrões equivalentes. Garner propôs que a "boa forma" de um padrão é inversamente relacionada ao tamanho do conjunto de padrões equivalentes ou do número de alternativas de respostas possíveis de serem geradas por uma figura

assimétrica. Quanto menor o número de alternativas melhor a figura, mais próxima de sua boa forma.

Baseados no conceito de *redundância*, Garner e Whitman (1965) analisaram o efeito de padrões simples (maior redundância ou alta correlação entre os elementos que formam o padrão) e complexos (menor redundância ou baixa correlação entre os elementos que formam o padrão) sobre a *recordação livre* de palavras. A tarefa do sujeito consistia em escrever, em qualquer ordem, a sequência de palavras apresentadas. Após recordar duas vezes consecutivas a sequência apresentada iniciava-se outra bateria de palavras. Cada tentativa foi definida como a apresentação de cada subconjunto ou conjunto de palavras. Ao fim de dez tentativas encerrava-se a apresentação do conjunto de palavras.

Elaborou-se um grupo contendo as 16 possíveis palavras que podem ser formadas a partir de todas as combinações de cada uma de duas letras em cada uma das quatro posições possíveis de serem assumidas por cada letra. A primeira letra podia ser "b" ou "p", a segunda "r" ou "l" e a terceira "a" ou "o" e a quarta "j" ou "z". As dezesseis palavras foram divididas em quatro subgrupos de quatro palavras cada um. Estes quatro subgrupos foram combinados de várias modos para formar quatro subconjuntos de oito palavras. Denominou-se subconjunto fácil aquele onde as duas primeiras letras são perfeitamente correlacionadas (broz, braj, ploz, plaj e braz, broj, plaz, ploj) e subconjunto difícil aquele onde não há correlação entre os dois grupos de quatro palavras cada um (broz, braj, ploz, plaj e bloj, blaz, proj, praz).

Os sujeitos foram divididos em cinco grupos. Nos Grupos 1 e 2 os sujeitos recordaram livremente as dezesseis palavras e dois subconjuntos de oito palavras. O Grupo 3 recordou livremente as dezesseis palavras e dois subconjuntos de oito palavras difíceis. Nos Grupos 4 e 5 os sujeitos recordaram livremente as dezesseis palavras, dois subconjuntos com quatro palavras e um subconjunto com oito palavras.

Observou-se que subconjuntos de letras correlacionadas tiveram porcentagem de acertos maior do que subconjuntos onde não houve correlação entre as letras. Considerando a apresentação total de palavras e erros totais dos Grupos 1, 2 e 4 (onde foi manipulado o aprendizado da lista total e dos subconjuntos parcelados) não houve diferenças significativas entre os dois métodos. Subconjunto difícil necessitou mais do que dezesseis tentativas para atingir o critério de recordação.

Estes resultados fortalecem o argumento de Garner (1962) de que um subconjunto difícil necessita de mais tentativas para ser aprendido porque exige que o sujeito aprenda alguma coisa sobre a estrutura do conjunto; isto não acontece, segundo Garner, em relação ao conjunto total. Desse modo, estudos sobre o comprimento da lista deveriam incluir estes dois fatores que atuam em direções opostas: haveria uma relação simples entre quantidade do material e dificuldade de aprendizagem de tal forma que com aumento da lista mais tentativas são necessárias para seu aprendizado. Por outro lado, dadas certas características do subconjunto torna-se mais difícil a aprendizagem devido à maior quantidade de informação em sua estrutura interna.

Seria interessante poder aplicar esta mesma linha de raciocínio aos diversos tipos de tarefas utilizados em psicologia com vistas, por exemplo, a uma possível classificação de tarefas conforme seu grau de complexidade. Considere-se, por exemplo, as tarefas de julgamento absoluto e pares associados. Em julgamento absoluto, uma série de estímulos é apresentada, um estímulo de cada vez em ordem aleatória. O sujeito deve fazer um julgamento de categoria para cada estímulo. Em pares associados, como visto no capítulo 1, um conjunto de itens é apresentado como estímulo e o sujeito deve usar um item de um outro conjunto como resposta.

Segundo Garner (1962), "quando o experimento de julgamento de categoria é utilizado nós assumimos que o experimento diz respeito primariamente à discriminação porque os estímulos são ordenados em um contínuo simples, as respostas são super aprendidas e os pareamentos ocorrem por

ordenamento simples de estímulo e resposta. Desse modo, espera-se efeitos de redundância conforme as discriminações a serem efetuadas tornem-se super aprendidas” (pag. 169).

Contudo, ao tentar analisar a tarefa de pares associados do ponto de vista da teoria da informação, Garner (1962) afirmou que neste tipo de tarefa “há uma mistura de recordação livre e discriminação [entre o item estímulo e o item resposta], sendo que a quantidade relativa de cada um depende da natureza particular dos estímulos e respostas. Desse modo, na maioria de tais tarefas é difícil, senão impossível, prever acuradamente quais os efeitos da redundância. Contudo, se aspectos da discriminação e da recordação livre são separados, tais previsões tornam-se possíveis” (pag. 170). Tomando como exemplo o aprendizado de sílabas sem sentido o autor afirma que “há certamente um efeito considerável no que diz respeito às coerções internas visto que devem ser aprendidos tanto os itens estímulo e os itens resposta como as relações entre ambos” (pag. 169).

Utilizando a noção de alternativas de respostas foram feitas várias tentativas de se determinar a natureza da curva de aprendizagem como função da complexidade do par associado dentro da lista. Em um delineamento denominado “equivalência” uma resposta comum é associada a dois ou mais estímulos durante a aprendizagem inicial (paper-I, soldier-I; music-2, ocean-2...). Na condição de transferência de aprendizagem, uma nova resposta é aprendida para os mesmos estímulos (paper-dob, soldier-dob; music-ral, ocean-ral...). Calculam-se as tentativas necessárias para se atingir o critério de aprendizagem inicial e a porcentagem de acertos por tentativa. Em geral, nesses experimentos procura-se testar diversos modelos de mediação: encadeamento (A-B; B-C; A-C); equivalência de estímulos (A-B; C-B; A-C); equivalência de respostas (B-A; B-C; A-C) e o efeito do aumento do número de estímulos sobre a porcentagem de acertos por tentativa nos diversos modelos de mediação (Jenkins, 1963; Foss e Jenkins, 1966).

No estudo de Foss e Jenkins (1966) variou-se o número de estímulos e manteve-se constante

o número de respostas (20:2; 10:2; 6:2) em diferentes condições de transferência de aprendizagem. Os resultados indicaram diferenças significativas entre as condições, sendo que a magnitude do efeito variou diretamente com o número de estímulos (aumento no número de estímulos aumentou a dificuldade de aprendizagem de pares associados). Resultados semelhantes foram obtidos por Richardson (1969) que manteve constante o número de estímulos e variou o número de respostas (12:2; 12:4; 12:12) embora para uma das três condições de transferência o aumento no número de estímulos não tenha resultado em um aumento na dificuldade da aprendizagem de pares.

Atkinson e Crothers (1964) propuseram um modelo de três estágios distinguindo entre memória de curta e longa duração e admitindo esquecimento entre as sucessivas apresentações de cada par associado. Este modelo possui três parâmetros: c (a probabilidade de que o estímulo é codificado numa dada tentativa), a (probabilidade que a associação entre um estímulo codificado e a resposta correta é transferida para a memória de longa duração) e f (probabilidade de que a associação entre um estímulo codificado e a resposta correta é esquecida entre as sucessivas apresentações do par). Para obter estimativa dos parâmetros a , c e f utilizar-se-ia o método do qui-quadrado mínimo, o qual consiste em descobrir os valores dos parâmetros que minimizam a soma dos valores qui-quadrados computados da proporção de respostas corretas observadas e previstas em função das tentativas.

Usando o procedimento de antecipação serial, Hall (1969) investigou a memorização de oito letras associadas a dois, quatro ou oito respostas (8:2; 8:4; 8:8). A latência da resposta foi uma função crescente do número de alternativas de respostas. Seguindo a idéia de organização subjetiva, Hall e Wenderoth (1972), além de manterem as condições 8:4 e 8:8, estudaram o efeito da instrução ou estratégia de aprendizado da lista dividindo a condição 8:2 em três sub-grupos. O Grupo 1 foi instruído a aprender apenas uma das duas alternativas de respostas; O Grupo 2 foi instruído a não

usar tal estratégia e o Grupo 3 não recebeu nenhuma instrução. O Grupo 1 obteve menos erro e menor variância, o Grupo 2 obteve mais erro e o Grupo 3 obteve maior variância. Valores dos parâmetros a e c foram maiores no Grupo 1. A maior diferença entre o Grupo 1 e os demais grupos ocorreu no valor do parâmetro codificação, c . Os autores discutiram os dados de acordo com a hipótese de que o uso de uma heurística eficiente resulta em mais rápida recordação.

No estudo de Underwood (1982) lista de pares de palavras, compostas de cinco letras, menos frequentes na língua inglesa foram aprendidas. Como medida de complexidade utilizou-se o número médio de respostas corretas a cada três tentativas. A média variou entre 7,8 (DP = 2,56) para o par mais difícil (e.g., rouse-creef) e 27,2 (DP = 0,98) para o par mais fácil (e.g., kappa-fussy). O autor discute a facilidade e dificuldade de aprendizagem dos pares em termos do quão concretas ou abstratas são as palavras. O único fator que parece ter influenciado a dificuldade de aprendizagem dos pares foi o número de sílabas das palavras, pois, palavras dissílabas foram aprendidas mais rapidamente que palavras monossílabas.

Contemporaneamente, a teoria da informação foi substituída por teorias de processamento de informação que negaram vários pressupostos básicos (e.g., a mensuração em *chunks* ao invés de *bits*) e substituíram a metáfora do canal sensorial pela metáfora dos estágios de processamento (Cutting, 1987). Contudo, pode-se verificar pelo trabalho de representantes da abordagem de processamento de informação (Simon, 1972, por exemplo) que a noção de complexidade (em termos de *chunk*) continua sendo imprecisa, e não proporcionando, por exemplo, qualquer padronização ou taxonomia das tarefas utilizadas.

Capítulo 3

3.1) Complexidade e Classificação de Tarefas

Em Psicologia Organizacional, o status da variável complexidade é dúbio, pois ora enfatiza-se o seu caráter de pedra angular na classificação de tarefas e no desenvolvimento da taxonomia do desempenho humano (Wood, 1986), ora considera-se complexidade como apenas mais uma manipulação afim de se investigar diferenças individuais (Fleishman, 1975).

Sabendo que a falta de acordo acerca de como descrever tarefa tem sido responsável pela maior fonte de variabilidade não controlada em estudos comportamentais (Hackman, 1969), os especialistas têm procurado determinar o que há em comum entre os diversos tipos de tarefas: tarefas de aprendizagem, tarefas de resolução de problemas, tarefas de criatividade, tarefas de formação de conceitos etc. Na resolução de tal quebra-cabeça os estudiosos têm procedido aristotelicamente na análise de tarefas e de sua complexidade: 1) procura-se definir o que é uma tarefa (componentes e características); 2) classifica-se os tipos de tarefas baseando-se na definição adotada; 3) e busca-se inter relações entre as características das tarefas e as habilidades requeridas daquele que irá desempenhá-la. Neste ponto a variável complexidade é introduzida, pois dado que as variações na tarefa apontam para a habilidade requerida, um dos modos de realizar variações nas tarefas é via complexidade (Hackman, 1969; Fleishman, 1975; Wood, 1986).

Procurar “a” definição para um conceito qualquer (ácido, aprendizagem, psicologia, jogo...) é um comportamento comum dos cientistas desde Aristóteles e a história da ciência está repleta de exemplos que mostram que 1) ou uma definição funcional substitui a definição estrutural que busca a diferença específica entre os conceitos ou 2) o conceito permanece indefinido por ser muito geral ou por outro motivo qualquer embora as relações (funcionais) estudadas sob o rótulo (e.g., aprendizagem) sejam especificadas com rigor (Bunge, 1975).

No caso da definição de *tarefa* os autores oscilam entre definir 1) tarefa como "o que os membros de um grupo definem subjetivamente como tarefa quando eles respondem à situação em que se encontram... Em sentido mais amplo a definição de tarefa é a definição da situação" (Hare, 1962, citado em Hackman, 1969, pag. 99-100) ou 2) adota-se uma definição intuitiva e vaga de tarefa como um problema ao qual um indivíduo responde (neste caso não se tenta definir o que vem a ser um problema). Na definição 1) tarefa é a redefinição subjetivamente pelos indivíduos do que vem a ser "a" tarefa. Contudo, "se tarefas são iguais a situações o desenvolvimento de uma teoria sistemática dos efeitos da tarefa deve esperar pelo desenvolvimento de uma teoria das situações e uma tal teoria não existe no momento" (Hackman, 1969, pag. 100). Pode-se unir as duas definições (tarefa como um problema e tarefa como uma redefinição subjetiva da situação) ao definirem tarefa como um problema a que o indivíduo responde e, de acordo com as características deste problema, tenta-se prever quais os tipos de redefinição da tarefa o sujeito realizará (Hackman, 1969).

Wood (1986) distingue duas abordagens na análise de tarefas: a abordagem empírica e a abordagem teórica. Na abordagem empírica as características das tarefas são derivadas da percepção dos indivíduos de uma amostra de tarefas via análise fatorial ou outra técnica multifatorial. Visto que as características da tarefa descrita são obtidas indutivamente e não se assentam sobre uma definição formal de tarefas confunde-se elementos da tarefa e atributos dos indivíduos, por exemplo. Esta confusão torna-se empecilho para a validade de construto nos estudos de tarefas e seus efeitos dada a instabilidade das características identificadas. Desse modo, a abordagem empírica falha em fornecer as condições necessárias e suficientes para a classificação de tarefas com validade de construto e prever os efeitos que são devidos a variâncias nas tarefas (Wood, 1986).

A abordagem teórica baseia-se na definição formal de tarefa onde as características são especificadas a priori e, a seguir, medidas empiricamente. Hackman (1969) conceitua e discute as

quatro abordagens que procuram classificar as tarefas: *tarefa qua tarefa*, *comportamento requerido*, *tipo de comportamento emitido*, *tarefa como habilidade requerida*.

Em *tarefa qua tarefa* as tarefas são definidas como aspectos psicofísicos dos estímulos (clareza das instruções, modalidade sensorial a que o estímulo pertence etc). Segundo Hackman (1969) "o principal argumento contra a descrição das tarefa qua tarefas é que não é factível, pois é quase ilimitado o número de possíveis dimensões descritivas avaliáveis"(pag. 100). Wood (1986) concorda com esta crítica ao afirmar que "os estímulos da tarefa em muitos locais de trabalho consistem de fluxos de informação e recursos altamente dinâmicos de variados meios e diferentes formas. O número de estímulos com os quais o indivíduo é confrontado em qualquer situação é muito grande, assim como o número de características que podem ser derivadas para descrever estes estímulos. Muitas tarefas não são passíveis de definição em termos quantitativos ou qualitativos. Na ausência de uma teoria geral de situações não há base teórica para escolher estímulos ou dimensões analíticas para guiar a mensuração ou manipulação de tarefas. Portanto, enquanto a abordagem tarefa qua tarefa claramente separa efeitos devidos a características da tarefa de efeitos individuais, a definição operacional de características objetivas da tarefa é um problema muito difícil" (pag. 62-63).

Em *tarefa como comportamento requerido* as tarefas são definidas em termos das respostas comportamentais que uma pessoa deve emitir para atingir um nível especificado de desempenho. Segundo Hackman (1969) "Visto que a natureza destes comportamentos deverá diferir de tarefa para tarefa e dependerá somente da demanda da tarefa, comportamento requerido pode ser visto como característica da tarefa" (e não do indivíduo que desempenha a tarefa; pag. 111).

Em *tarefa como descrição do tipo de comportamento emitido pelo indivíduo* numa determinada situação em que desempenha a tarefa tem-se um inconveniente, a saber, se se está interessado nos efeitos das tarefas e características das tarefas sobre o comportamento é essencial que

se desenvolva meios de descrever e classificar variáveis independentes (tarefas) em outros termos que não sejam aqueles usados para a variável dependente que se deseja prever (comportamentos emitidos), (Hackman, 1969).

Em tarefa como *habilidade requerida* para o desempenho da tarefa elegem-se aspectos mais duradouros (habilidade) daquele que desempenha a tarefa. Contudo, se se está interessado na análise do impacto de tarefas e características sobre o comportamento, essa abordagem não é de muito auxílio, pois, estar-se-ia usando uma variável dependente para se descrever a variável independente de interesse (tarefas). Esta tática sofre o mesmo tipo de crítica feita à abordagem empírica, i.e., falta validade de construto aos estudos.

Em resumo, Wood (1986) e Hackman (1969) rejeitam as abordagens baseadas em descrição do comportamento e habilidade requerida devido à falta de validade de construto que propiciam e adotam um arcabouço que une as abordagens baseadas em comportamento requerido e tarefa qua tarefa. Embora tenha feito a restrição acerca da dificuldade em definir operacionalmente as características da tarefa, Wood (1986) reconhece que "o grau de dificuldade na operacionalização (das características objetivas das tarefa) dependerá, contudo, do tipo de tarefa analisada"(pag. 63).

Esta última afirmação gera dúvida, pois parece que o autor possui de antemão uma taxonomia de tarefas para poder determinar a dificuldade de operacionalização das características objetivas da tarefa. O autor não explicita, mas, pelos exemplos utilizados (remarcar preços em latas de supermercado e controlar o tráfego aéreo), parece estar utilizando a taxonomia que cinde as tarefas em motoras e mentais. Por exemplo, ao citar *tomada de decisão* como uma área onde a análise de tarefa tem envolvido a operacionalização de características objetivas da tarefa: neste tipo de tarefa a descrição dos estímulos (pois trata-se da abordagem tarefa qua tarefa) tem sido limitada às características das dicas de informação que são utilizadas nas tarefas de julgamento e inferências.

Contudo, “estas descrições das dicas de informação não são facilmente aplicáveis a tarefas que envolvem altos níveis de atividades motoras e físicas em relação aos níveis de atividade cognitiva. Atividades motoras e físicas são muitas vezes desempenhadas de maneira automática que não inclui o processamento consciente de qualquer dica de informação” (pag. 63). Desse modo, torna-se difícil especificar e descrever as dicas de informação que a pessoa usa no desempenho da maioria das atividades motoras. A distinção entre níveis de atividades motoras e atividades cognitivas é que parecem estar subrepticiamente servindo de base para a determinação da dificuldade de operacionalização das características objetivas da tarefa.

Segundo Fleishman (1975), a distinção motor/mental foi durante anos a distinção favorita dos psicólogos e foi abandonada por ser ampla demais para os objetivos da taxonomia do desempenho humano. Segundo o autor, a taxonomia do desempenho humano deve ter as seguintes características: correlatos com achados da área de aprendizagem, critérios de nível de desempenho, possibilitar a distinção de diferenças individuais e ser aplicável a tarefas de laboratório e a situações de trabalho.

A união das duas abordagens, tarefa qua tarefa e comportamento requerido, leva Wood (1986) a postular que todas as tarefas contêm três componentes essenciais: dicas de informação, atos requeridos e produtos. Estes três componentes possibilitariam a formulação de uma teoria geral de tarefas e a definição de complexidade de tarefa.

Dicas de informação são propriedades dos estímulos sobre os quais um indivíduo baseia o seu julgamento acerca do que é requerido para o desempenho da tarefa. Wood (1986) afirma que “nem todos os estímulos da tarefa agem como dicas e nem todos as dicas são dicas de informação. Estímulos que são usados para fazer discriminações durante o desempenho de uma tarefa são dicas, e quando estas dicas são apresentadas em forma de fatos que podem ser processados para fazer discriminações conscientes, isto é, julgamentos, então eles são o que nós referimos como dicas de

informação” (pag. 65).

Wood (1986) não detalha o que se deve entender por *fatos que podem ser processados para se realizar discriminações conscientes*, mas, pelos exemplos fornecidos na exemplificação dos tipos de complexidade (colocar preço em lata de conserva de produtos industrializados e controlar o tráfego aéreo), pode-se concluir que dicas de informação são declarações, i.e., uso de sentenças para se afirmar ou negar algo (Austin, 1990). Desse modo, os diversos tipos de aprendizagem por observação ou modelagem não são tarefas, pois não atingem o critério mínimo de possuir o componente dica de informação, embora na área de aprendizagem possam ser passíveis de análise funcional sistemática, i.e., uma análise que possibilita as determinações das condições antecedentes e consequentes à realização de um evento ou emissão de um comportamento. A análise funcional, por exemplo, possibilitaria uma delimitação da abordagem *tarefa qua tarefa* dado que os estímulos e os comportamentos requeridos seriam determinados conforme as relações funcionais estabelecidas entre ambos de tal forma que, à emissão de um comportamento requerido, dado um estímulo antecedente, segue-se uma consequência de certo ou errado, por exemplo. Poder-se-ia determinar os efeitos da consequência sobre desempenho da tarefa especificado como sendo as condições de estímulo antecedente e comportamento requerido.

A não inclusão de achados de laboratório e de taxonomia de aprendizagem significa que três dos critérios de Fleishman (1975) acerca do desenvolvimento de taxonomia não estão sendo atendidos. As noções de *ato e produto* são igualmente eivadas de confusão conceitual. Após definir vagamente ato como comportamento com algum propósito ou direção, Wood (1986) afirma que “a direção ou propósito do ato pode ser descrita independentemente do indivíduo que desempenhe o ato e de qualquer contexto no qual o ato é desempenhado” (pag. 65).

Oliveira-Castro (1989) mostra que o uso de termos tais como propósito e meta necessitam do

contexto como condição necessária para que se identifique uma meta ou o propósito de alguém. Geertz (1979), seguindo análise conceitual de Ryle (1949/1963), afirma que sem a especificação do contexto não há, por exemplo, como diferenciar um piscar de olhos diante de breve jato de ar de uma piscar de olhos malicioso entre dois namorados. Parece que com o objetivo de enfatizar que o ato (e o seu atributo fundamental, o propósito) é um componente da tarefa e não uma característica do indivíduo (e aí retornar-se-ia a uma abordagem de descrição do comportamento), Wood (1986) reduz, numa vaga definição, o propósito do ato a “um tipo específico de atividade ou processo que é levado a cabo quando o ato é desempenhado” (pag. 65). Contudo, o que define este “tipo específico de atividade” não fica claro. Não se sabe, por exemplo, se o autor se refere a um processamento de informação.

A noção de *produto* também possui ambiguidades em sua definição: ora define-se produto como “entidade produzida por comportamentos que podem ser observados e descritos independentemente dos comportamentos que o produziram” ora define-se produto como “uma qualidade abstrata de uma tarefa”. Além de ser estranho observar e descrever uma qualidade abstrata, atividades como balé e resolução de problemas deixam de ser considerados tarefas. No balé o produto do comportamento (um tipo específico de movimento, por exemplo) não pode ser descrito e observado independentemente dos comportamentos que o produziram. No caso de resolução de problemas, definindo-se o produto como o proferimento ou enunciação da solução não há tarefa no caso em que os problemas são resolvidos “de cabeça”, pois, novamente comportamento e produto do comportamento são os mesmos.

Desse modo, o arcabouço teórico, que pressupõe que, dadas certas *dicas de informação*, ocorre a emissão de determinados *atos* que produzem o *produto* especificado, deve ser alterado, pois nem todas as tarefas preenchem o requisito exigido pelos três componentes. Além disso, os termos

são mal definidos tornando temerário utilizá-los como base para o desenvolvimento de uma teoria geral de tarefas.

A despeito destes problemas conceituais básicos, Wood (1986) define complexidade da tarefa como o construto que descreve as relações entre atos e dicas de informação (número de atos e dicas de informação da tarefa) e produto estabelecendo três tipos de complexidade: componente, coordenativa e dinâmica.

Wood (1986) define complexidade componente de uma tarefa como "função direta do número de atos distintos que necessitam ser executados no desempenho da tarefa e do número de dicas de informação que devem ser processados no desempenho dos atos" (pag. 66). Baseado na noção de *redundância* da teoria da informação o autor afirma que quando o conhecimento ou habilidade requerida para o desempenho de um ato se generaliza para outro ato então a habilidade ou conhecimento requerido para o desempenho da tarefa é reduzido (e.g., no caso em que o desempenho de uma tarefa requer múltiplas execuções do mesmo ato). Desse modo, serrar uma madeira é mais simples do que construir um banco de madeira. Um índice geral de complexidade componente é definido como o somatório do número de sub tarefas na tarefa (montar um carburador pode ser considerada uma tarefa em si mesma com o produto definido, o carburador montado. No entanto pode ser considerada uma sub tarefa de montar um veículo) e o número de dicas de informação a serem processadas no desempenho de todas as sub tarefas.

Baseados na definição de complexidade componente Argote, Insko, Yovetich e Romero (1995) examinaram os efeitos de mudança de turno e complexidade da tarefa sobre o desempenho de grupo. Sujeitos foram divididos em grupos de três conforme o sexo, a complexidade da tarefa, com ou sem substituição de um membro do grupo. A tarefa simples consistiu em fazer chapéis de papel que requeriam seis passos para a sua completa realização. A tarefa complexa consistiu na construção

de pássaros de papel que requeriam, cada um, 13 passos para a sua completa realização. Observou-se que: o desempenho dos grupos aumentou significativamente ao longo das tentativas e este aumento no desempenho ocorreu numa taxa decrescente replicando o padrão ebbinghausiano de curva de aprendizagem; grupos com mudança de turno produziram significativamente menos produtos do que grupos sem mudança de turno; grupos produziram mais sob tarefa simples do que sob tarefa complexa e esta diferença aumentou ao longo dos períodos; a diferença no desempenho de *com mudança de turno* versus *sem mudança de turno* foi maior para tarefa simples do que complexa; grupos usaram mais atalhos (*short-cut innovations*) na construção de produtos complexos do que na construção de produtos simples. Segundo os autores, o efeito menos deletério de mudança de turno em tarefa complexa pode ser explicado pelo fato de que os grupos que desempenharam tarefas complexas produziram mais “atalhos” do que aqueles que desempenharam tarefas mais simples, sendo que estes atalhos reduziram o número de passos requeridos para a confecção do produto. Desse modo, “algum conhecimento que membros de grupos experientes na realização da tarefa tenham adquirido torna-se obsoleto desde que certos passos não são requeridos e o procedimento usado na produção mudou” (pag. 524).

Complexidade coordenativa refere-se à natureza das relações entre inputs da tarefa (dicas de informação e atos) e produtos da tarefa, isto é, a sincronização, a frequência, a intensidade, e a localização das dicas para o desempenho dos atos requeridos. A análise de duas tarefas tais como pintar paredes e montar um rádio mostra que, na primeira tarefa, exige-se uma combinação linear simples de atos comportamentais necessários para pintar uma parede e, na segunda tarefa, os atos desempenhados em uma parte da tarefa são condicionais aos atos desempenhados em outras etapas da tarefa e aos vários atos desempenhados simultaneamente. Um índice geral de complexidade coordenativa é definido como o somatório do número de atos na tarefa e do número de relações entre

todos os atos na tarefa.

Complexidade dinâmica compreende as tarefas onde é necessário adaptar-se às mudanças numa cadeia causa-efeito ou hierarquia meio e fim durante o desempenho da tarefa. Tarefas classificadas como dinâmicas requerem conhecimento sobre mudanças nas complexidades componente e coordenativa de uma tarefa ao longo do tempo. Um índice geral de complexidade dinâmica deve ser o somatório das diferenças, através de períodos de tempos especificados, das complexidades componente e coordenativa. Exemplos característicos de complexidade dinâmica é a situação de aprendizagem de probabilidade (Simon e Kotovsky, 1963) e a de tomada de decisão (Sundström, 1987). Em aprendizagem de probabilidade manipula-se complexidade alterando a probabilidade dos estímulos ao longo das tentativas. Nas tarefas de tomada de decisão dinâmica as tarefas mudam ao longo das tentativas em função dos inputs, dos resultados obtidos e de valores aleatórios pré-definidos pelo experimentador. Análise das áreas de aprendizagem de probabilidade (ver seção complexidade e teoria da informação) e tomada de decisão (a seguir, na seção carga de trabalho) mostra que o conceito de complexidade carece de maior sistematicidade.

A dificuldade, segundo Wood (1986), com a taxonomia de complexidade diz respeito à impossibilidade de se “especificar a forma exata da relação entre os diferentes tipos de complexidade e a complexidade total da tarefa” (pag. 74), ou seja, não é possível determinar o peso relativo de cada um dos tipos de tarefa para que se possa afirmar que a complexidade total da tarefa é uma combinação linear dos três tipos de complexidade (componente coordenativa e dinâmica). Desse modo, as tarefas podem ser dinamicamente complexas sem ser coordenativamente complexas, isto é, complexidade dinâmica pode resultar somente de mudanças na complexidade componente sem qualquer implicação para a coordenação dos inputs; o nível de cada complexidade pode variar consideravelmente sem afetar os níveis das outras duas complexidades, isto é, altos níveis de

complexidade componente pode tornar a tarefa mais complexa do que moderados níveis de complexidade coordenativa ou moderados níveis de complexidade coordenativa pode tornar a tarefa mais complexa do que baixos níveis de complexidade dinâmica.

Wood (1986) finaliza traçando as possíveis relações entre complexidade da tarefa e desempenho ao hipotetizar que “as relações entre diferentes tipos de complexidade e desempenho deverão ter a forma curvilínea básica. Aumentos no nível de complexidade podem inicialmente levar a altos níveis de mudança e ativação e ter um efeito positivo sobre desempenho. Contudo, em altos níveis de complexidade as demandas resultantes sobre o indivíduo podem começar a exceder suas capacidades de responsividade criando uma condição de sobrecarga que leva a diminuição no desempenho. Obviamente, o ponto no qual esta sobrecarga ocorre será função das capacidades do indivíduo assim como do nível de demanda da tarefa para o tipo de complexidade que está sendo estudada” (pag. 79-80). Pode-se observar nesta afirmação de Wood (1986) 1) o ressurgimento da lei de Yerkes-Dodson na forma curvilínea entre complexidade, ativação e desempenho e 2) a reintrodução, inadvertidamente, da abordagem de *habilidade requerida* (descartada por falta de validade de construto e por usar uma variável dependente para se descrever a variável independente) com a introdução do postulado de que a condição de sobrecarga é função das *capacidades do indivíduo e do nível de demanda da tarefa*.

Em resumo, o conceito de complexidade possui um status dúbio em psicologia organizacional ora sendo considerado central para o desenvolvimento de uma taxonomia de tarefas e desempenho humano ora sendo considerado apenas uma variável no estudo das habilidades e capacidades dos indivíduos (Fleishman, 1975). A tentativa de Wood (1986) em sistematizar os tipos de tarefas e suas respectivas complexidades segue a tradição (que poderia ser denominada de “estruturalista”) na área de procurar tanto “a” definição de tarefa quanto “as” características que definem um certo tipo de

tarefa (e.g., tarefa qua tarefa). A análise de Wood (1986) segue a tradição também nos resultados obtidos: muita confusão conceitual na definição dos termos *dicas de informação*, *atos* e *produtos* e nas interrelações entre eles, isto é, os tipos de complexidades de tarefas (componente, dinâmica e coordenativa). A dificuldade em especificar a forma exata da relação entre os diferentes tipos de complexidade e a complexidade total da tarefa pode ser vista como uma dificuldade semelhante à de Argote e colaboradores (1995) em explicar os resultados do experimento que mostraram o efeito menos deletério de mudança de turno em tarefa complexa. A explicação de Argote e colaboradores (1995), em termos de *atalhos* produzidos pelos grupos que desempenharam tarefas complexas reduzindo o número de passos requeridos para a confecção do produto, a rigor, poderia ser adicionada à taxonomia de Wood (1986) numa tentativa de salvar a noção de complexidade total da tarefa. Contudo, não parece claro qual seria o status desse novo conceito introduzido às pressas, e sem maiores explicações, por Argote e colaboradores (1995): atalho afeta o desempenho (isto é, é uma variável independente) ou é afetado pelo tipo de complexidade da tarefa (isto é, é uma variável dependente)? Se o atalho ocorre sob diferentes níveis de complexidade então é de se supor que ele é função desses diferentes níveis, isto é, uma variável dependente. Dado que os tipos de tarefas (tarefa qua tarefa e comportamento requerido) adotados por Wood (1986) não aceitam variáveis dependentes na descrição da variável independente, logo *atalho* não é uma característica da tarefa nem um comportamento requerido (isto é, necessário) ao desempenho da tarefa. Por outro lado, o desempenho dos sujeitos alterou ao longo da tarefa. As teorias psicológicas têm lidado com noções semelhantes à de *atalho* sob o nome de *automatismo*. Dado que automatismo tem sido estudado conjuntamente com a noção de carga de trabalho, vale a pena investigar se esta área de pesquisa pode trazer alguma explicação acerca da relação entre complexidade de tarefas e desempenho. Wood (1986) introduziu a noção de carga de trabalho ao ressaltar a relação entre complexidade e desempenho afirmando que

“o ponto no qual esta sobrecarga ocorre será função das capacidades do indivíduo assim como do nível de demanda da tarefa para o tipo de complexidade que está sendo estudada” (pag. 79-80).

Portanto, o objetivo precípua ao se estudar as relações entre carga de trabalho e automatismo é, em última instância, o de tentar especificar a forma exata da relação entre os diferentes tipos de complexidade e a complexidade total da tarefa (Wood, 1986) em termos de *atalho* ou *automatização* que ocorre no desempenho de tarefas que reduzem o número de passos requeridos para a elaboração do produto final.

3.2) Complexidade e Carga de Trabalho

A partir do avanço tecnológico alcançado nos últimos 30 anos, tornou-se parte da rotina de operadores humanos tomar decisão e monitorar atividades em centros de sistemas altamente automatizados. Esses trabalhadores são confrontados com múltiplas e diversificadas fontes de informação a cada momento. Este contexto de trabalho coloca a questão da “carga” ou dos “limites da capacidade humana” em lidar com quantidades de informações, pois estes operadores tanto podem ser pilotos de aviões cujo cockpit está equipado com até cem funções ou um operador de uma usina nuclear ou refinaria. Segundo Howell (1993), os acidentes recentes em usinas nucleares e em quedas de aviões têm levado particularmente os EUA e Israel a substanciosos investimentos em pesquisa básica acerca dos limites da habilidade humana em atentar para fontes de informações assim como o tempo para reagir a uma dada situação emitindo a resposta necessária (Roths, Woods e Pople Jr., 1992). A noção de limites de capacidade surge sistematicamente com a área de pesquisa a partir do trabalho de Simon (1955) sobre tomada de decisão.

Três linhas de pesquisa básica podem ser divisadas no estudo de carga de trabalho ou dos limites da capacidade humana: tomada de decisão, a abordagem computacional e a abordagem

baseada em teorias de atenção.

A questão principal nas pesquisas sobre tomada de decisão é o quanto as estratégias usadas por um indivíduo ao fazer um julgamento são invariantes através das tarefas (Payne, 1982; Payne, Beaman e Johnson, 1992). Segundo Simon (1955), as limitações de processamento de informação do tomador de decisão interagem com a complexidade da tarefa e produzem um limite na capacidade de tomar decisão. Trata-se, portanto, de um programa de pesquisa fundamentado em uma *abordagem de habilidade*, na classificação de Hackman (1969), abordagem que foi discutida acima e descartada por falta de validade de construto e por usar uma variável dependente para se descrever a variável independente. Segundo Payne (1982) “o maior determinante de qual estratégia deverá ser utilizada em uma tarefa é a complexidade da tarefa” (pag. 386). A hipótese primária decorrente da análise de Simon (1955) acerca de como as pessoas adaptam seus processos de decisão para lidar com complexidade é que aumento na complexidade aumenta o uso de estratégias que reduzem demandas de processamento de informação. Três características da tarefa determinam sua complexidade: número de alternativas, número de dimensões e pressão de tempo.

Em relação ao número de alternativas, quando o sujeito está diante de duas alternativas ele tende a usar estratégias de decisão denominadas compensatórias. Neste tipo de estratégia os atributos são ordenados em termos de importância. A seguir, o item mais importante é usado como referência e, a partir deste item, os demais atributos são eliminados ou selecionados. Diante de “várias alternativas” o sujeito tende a usar estratégias de escolha que eliminem as alternativas que têm aspectos comuns porque este tipo de estratégia tem um custo mais baixo em termos de processamento de informação (Payne, 1982). O uso de uma estratégia compensatória implica que um número igual de aspectos são considerados para cada tomada de decisão. Se as alternativas diferem no número de diferentes aspectos que o tomador de decisão considera durante o processo de escolha a estratégia

inferida é denominada não compensatória. Payne (1982) ressalta que há grandes diferenças individuais no uso de estratégias nos dados das pesquisas que lidam com número de alternativas. Além disso, a expressão “várias alternativas” mostra que o ponto de partida para a definição de complexidade nesta área é uma noção intuitiva de complexidade.

Em relação ao número de dimensões, os estudos são controversos mostrando que aumento na quantidade de informação acima das alternativas acarreta aumento na variabilidade das respostas, decréscimo na qualidade das escolhas e aumento da confiança do sujeito em seus julgamentos. Payne (1982) não encontrou evidência de que aumento no número de dimensões afetasse as estratégias de decisão.

Estudos sobre pressão de tempo têm tido como efeito, em tarefas de escolha entre pares de dados, a diminuição de escolha em situação de risco sob alta pressão de tempo e com tendência a gastar mais tempo observando informação negativa (quantidade perdida e probabilidade de perda) (Payne e col., 1992).

Segundo Kerstholt (1992) a maior parte da pesquisa sobre processos cognitivos subjacentes à tomada de decisão utiliza o procedimento de quadro de informação. Um quadro de informação representa uma matriz que especifica as alternativas (nas colunas) e seus atributos (nas linhas). A tarefa do sujeito é indicar sucessivamente combinações de atributos e alternativas que resultam no valor associado que aparece na casela correspondente à coordenada de atributo e alternativa. Este processo continua até que o sujeito considere ter informação suficiente para tomar a decisão.

Sundström (1987) variou o formato do quadro de informação contendo a forma padrão descrita acima e duas variações que ressaltavam ora as alternativas na coluna ora os atributos na coluna. Foi construído um conjunto de oito alternativas (apartamentos) cada um com quatro ou oito dos seguintes atributos: tipo de aquecimento, cozinha, sanitário, vizinhança, distância em relação ao

mercado, distância em relação à universidade, e inconveniente devido à poluição ou ruído. Variou-se alternativas e atributos: 4 alternativas e 4 atributos; 8 alternativas e 4 atributos; 4 alternativas e 8 atributos; 8 alternativas e 8 atributos. Observou-se que número de alternativas e o tipo de informação não afetaram a proporção de informação requerida (número de informação requerida pelo menos uma vez/número total de informação) para decisão. Contudo, aumento no número de atributos acarretou diminuição na proporção de informação requerida para decisão. Segundo o autor, os resultados apontam para o uso de estratégias não compensatórias em situações com muitos atributos.

Kerstholt (1992) manipulou complexidade da tarefa variando o número de atributos (4 ou 8), o número de alternativas (3 ou 6) e o tipo de tarefa (escolha de apartamentos e cestas de alimentos). A tarefa do sujeito foi escolher o melhor apartamento e a cesta de menor preço. O quadro de informação aparecia na tela do computador com as alternativas na coluna (apartamentos ou cestas) e atributos (características dos apartamentos e alimentos que estavam contidos na cesta) na linha. Toda a informação permanecia na tela até que a escolha fosse feita. Características do apartamento foram: aluguel, número de cômodos, localização, distância do trabalho e dos shoppings, ruído, estado geral do apartamento, varanda. A cesta de alimentos tinha diversos produtos de mercearia devendo o sujeito requerer o preço de cada produto (fixado arbitrariamente pelo experimentador entre 0 e 10). Foi predito que não haveria efeito de complexidade sobre este tipo de tarefa, pois, o uso de estratégias não compensatória poderia acarretar em escolha de cestas de preços altos. Observou-se que a proporção de informação requerida foi diferencialmente afetada pela complexidade em ambas as condições de número de alternativas e número de atributos. A proporção de informação requerida diferiu significativamente entre os tipos de tarefas com mais informações tendo sido requeridas nas tarefas de cesta de alimento. O autor conclui sugerindo que "mais pesquisa é necessária com diferentes tipos de tarefas para que se possa diferenciar entre efeitos gerais de complexidade da tarefa

e sua interação com tipos específicos de tarefas” (pag. 196).

As situações de tomada de decisões, denominadas dinâmicas, caracterizam-se por 1) requererem seqüências de decisões, 2) as seqüências não são independentes, 3) o problema se altera (autônômamente e como consequência das decisões do sujeito) de uma decisão para outra e 4) a decisão deve ser tomada em tempo real (Brehmer, 1992).

Este tipo de pesquisa tem sua origem na análise da tomada de decisão em contextos aplicados (conflito militar, tratamento de pacientes hospitalizados, trabalhos em usinas nucleares, incêndios em florestas etc). O paradigma experimental utilizado é a simulação em computador (denominadas “micromundos”) de um problema observado em contexto aplicado. Tais micromundos simulam alguns aspectos mas não todos os detalhes de um sistema (um incêndio na floresta, por exemplo) e a tarefa do sujeito é controlar este sistema num determinado período de tempo. Segundo Brehmer (1992), estes micromundos são delineados para refletir três características de problemas dos contextos aplicados que, intuitivamente, chamam a atenção: complexidade, dinâmica e opacidade. São problemas complexos na medida em que requerem que os sujeitos considerem muitos elementos diferentes (e.g., muitas metas diferentes e, às vezes, conflitantes); são dinâmicos em uma ou todas as características de tomada de decisão dinâmica citadas acima; são opacos porque não revelam todas as suas características automaticamente para o sujeito. Desse modo, requerem que o sujeito formule e teste hipóteses sobre seu estado e características. As variáveis independentes são as características do sistema e a variável dependente principal são as estratégias ou táticas do tomador de decisão.

Segundo Brehmer (1992), se a meta é avaliar os efeitos das características do sistema sobre o comportamento dos sujeitos em tarefas dinâmicas com vistas a possibilitar inferências sobre como os sujeitos desenvolvem modelos mentais e formulam metas, então deve-se ter uma taxonomia de tarefas que permita descrever a tarefa em termos daqueles aspectos que afetam o desempenho. Isto

significa que “a taxonomia é o primeiro passo para uma teoria. É importante que o conjunto de dimensões escolhido para a taxonomia tenha algum significado psicológico” (pag. 228).

Brehmer e Allard (1991a, citado em Brehmer, 1992) propuseram seis dimensões que descreveriam as características de tarefas dinâmicas: *complexidade* (número de elementos do sistema e suas relações); *feedback atrasado* (intervalo entre a decisão e as informações sobre os efeitos ou consequências da decisão); *taxa de mudança* no processo a ser controlado (e.g., a taxa de mudança de um incêndio no cerrado num período de estiagem é maior do que as decisões de um ministro sobre o controle da economia de um país); *características do processo* a ser controlado (e.g., incêndio); *processos de controle* (e.g., carro de bombeiros); *extensão da tomada de decisão* no sistema entre as pessoas do sistema.

Após definir *complexidade* como o número de elementos do sistema e suas relações, Brehmer (1992) ressalta que nem todos os elementos e suas relações podem ser relevantes para o controle de uma determinada tarefa. Além disso, nem todos os elementos podem contribuir igualmente para a dificuldade de um sistema dinâmico. Na tentativa de distinguir entre elementos diferentes em relação aos objetivos do sujeito na tarefa, Brehmer e Allard (1991a, citados em Brehmer, 1992) distinguiram quatro tipos de elementos: metas, processos que devem ser controlados para atingir a meta, processos de controle e efeitos colaterais. Visto que trata-se de uma distinção conceitual, é uma questão em aberto se tal distinção possui algum valor empírico.

Segundo Brehmer (1992), “a despeito da posição central do conceito de complexidade na tradição germânica de *komplexes problemlösen*, tem havido poucas tentativas de estudar os efeitos da complexidade sistematicamente. Ao invés, a estratégia tem sido criar uma simulação que possa ser dita complexa e então usá-la para comparar o comportamento de diferentes grupos de sujeitos” (pag. 231). O parco trabalho experimental sobre efeitos de complexidade torna difícil interpretar

alguns dos resultados encontrados na literatura. Sterman (1989, citado em Brehmer, 1992) mostrou que sujeitos não costumam considerar o *feedback* entre suas respostas e o ambiente em uma simulação econômica. Especificamente, os sujeitos não levam em conta que sua demanda por capital afetará sua demanda total por capital levando-o ao longo do jogo-simulação a problemas financeiros. Este efeito pode ser visto como um indicio de que uma das dimensões fundamentais da tomada de decisão dinâmica (o estado da tarefa muda autonomamente e como consequência do comportamento do indivíduo) é de difícil compreensão. Contudo, "não está claro se os problemas que as pessoas têm com os efeitos colaterais devem ser vistos como uma característica inerente [da tarefa] ou se os resultados simplesmente expressam dificuldades dos sujeitos ingênuos em trabalhar com sistemas sobre os quais conhecem pouco"(pag. 232).

Em alguns estudos, os sujeitos são divididos em grupos conforme o seu desempenho em simulações. A seguir, estes grupos são comparados sob algum teste padronizado de inteligência ou personalidade. Desempenho não se correlaciona com qualquer um dos testes aplicados. Por outro lado, em pesquisas sobre características da tarefa, desempenho foi afetado pelo atraso no *feedback* e pela presença ou ausência de efeitos colaterais (Brehmer, 1992).

Partindo da noção de complexidade de Simon (1981), como número de elementos ou partes do sistema e a natureza da interrelação entre eles, Mackinnon e Wearing (1980) criaram uma simulação onde o sujeito deveria gerenciar um projeto de alocação de recursos de bem estar social. Utilizou-se um delineamento intra sujeitos em que se deveria alocar recursos entre três municípios com o objetivo de manter ou aumentar o bem estar nos municípios ao longo de trinta anos, cada ano caracterizando uma tentativa. A taxa total de recursos disponíveis foi fixa. A tarefa simples envolvia a distribuição de recursos dentre os três municípios sem considerar as relações entre os três municípios. A tarefa complexa envolvia a distribuição de recursos dentre três municípios

considerando-se as áreas carentes de recursos do município (programas de cuidado infantil, saúde comunitária, crédito educativo) e relações entre os municípios (taxa de migração determinada pelo bem estar relativo de cada região). Foi estabelecida uma medida convencional de bem estar de valor 1, sendo que valores abaixo caracterizaram decréscimo de bem estar na região e valores acima representavam aumento de bem estar no município. Observou-se que aumento na complexidade da tarefa não foi acompanhada de decréscimo no bem estar das regiões. Não houve diferenças significativas entre tarefas simples e complexas. O fator relações entre municípios produziu um efeito significativo na direção oposta ao esperado. As condições com conexão entre os elementos obtiveram maiores índices de bem estar do que aquelas sem conexão entre os elementos. Os autores discutem os dados apontando para a necessidade de se reformular as teorias sobre os efeitos de complexidade e lamentando, “do ponto de vista da tomada de decisão, a dificuldade de predizer comportamento em situações mais representativas da vida real do que em experimentos mais simples de laboratório” (pag. 296).

A crítica de Brehmer (1992) aponta para o fato de que “não há estudos diretos sobre, por exemplo, os efeitos do número de metas sobre o desempenho do sujeito. Novamente, isto é devido à estratégia de pesquisa de construir um sistema que é complexo o bastante e então usá-lo sem qualquer variação experimental do número de metas ou do número de metas conflitantes” (pag. 232).

A abordagem computacional, com o predomínio do modelo de processamento distribuído paralelo (PDP) de Rumelhart e Norman (1982), procura simular e modelar o processo cerebral correspondente às diversas situações em que o ser humano está resolvendo problemas. Analisando, por exemplo, os erros e tempo de reação de datilógrafos especialistas, Rumelhart e Norman (1982) modelaram um sistema que obtém os mesmos resultados do expert, inclusive os tipos de erros. Este modelo é considerado o precursor dos modelos conexionistas que atualmente estão em voga

(Rosenbaum, 1991). Contudo, mesmo que todos os pressupostos dos modelos conexionistas fossem aceitos (ou seja, o modelo representa a atividade do cérebro, o conhecimento está nas conexões entre os neurônios, estas conexões têm atividade inibitória e excitatória conforme o peso das conexões...), este modelo em nada contribuiria, por exemplo, para a elucidação do papel de dicas do ambiente e das modalidades sensoriais nos erros e acertos do expert: um erro seria mais provável devido à disposição das teclas no teclado QWERTY ou a aspectos relacionados à detecção do estímulo visual ? Mesmo que pretensamente lide com a implementação computacional de atividade do cérebro, os modelos conexionistas acabam obscurecendo aspectos psicofísicos e ambientais relacionados aos fenômenos a serem estudados (Massaro, 1990).

A outra linha de pesquisa, onde a pluralidade de conceituações sobre o que vem a ser "limite da capacidade humana" é maior do que a anterior, investiga o processo de atenção humana. Atenção é caracterizada como aspectos da cognição humana que o sujeito pode controlar assim como todos os aspectos da cognição que têm a ver com "recursos" do sujeito (capacidade de memória, por exemplo) (Shiffrin, 1988). A metáfora mais ou menos explicitada por Kahneman (1973) concebe a atenção como um ministério de estado que aloca recursos financeiros a áreas carentes da intervenção estatal. Seguindo esta metáfora, uma pessoa diante de uma tarefa a ser realizada "alocaria recursos" mentais a fim de realizar a tarefa. O problema maior, ao nosso ver, que se esconde sob esta metáfora de atenção como um "ministério do planejamento" diz respeito ao obscurecimento da noção de que atenção refere-se ao modo como a tarefa é executada pelo indivíduo, portanto o conceito é usado adverbialmente na linguagem cotidiana (Ryle, 1979). Por outro lado, a concepção de atenção como um órgão estatal subverte o uso do conceito, de qualificativo de uma ação, de tal forma que atenção é concebida como uma ação que é realizada pelo indivíduo (ou independentemente do indivíduo, no caso em que uma tarefa está automatizada) paralelamente à tarefa propriamente dita.

É muito comum encontrar entre os especialistas da área (e.g, Shiffrin, 1988; Logan, 1988) referência à atenção como se fosse uma atividade independente que ocorreria dentro do ser humano. Desse modo, será feita referência a essa "coisificação" ou "petrificação" do uso do conceito colocando entre aspas estes desvios do uso do conceito.

Embora as pesquisas sobre atenção tenham como meta aspectos que o sujeito pode "controlar" (i.e., manipular conscientemente), cumpre determinar também o momento em que uma atividade que era realizada conscientemente passa a ser realizada automaticamente, pois, normalmente as ações humanas não estão sendo "governadas" o tempo todo por processos de atenção (Logan, 1988). Desse modo, historicamente a pesquisa em atenção esteve relacionado ao estudo de aquisição de habilidades, a qual permite acompanhar o processo em que a "alocação de recursos", por parte do sujeito, deixa paulatinamente de ser realizada e processos automáticos tornam a tarefa mais rápida e eficiente. No clássico estudo de Bryan e Harter em 1899 sobre a aquisição da habilidade de mandar e receber mensagem no telegrafo, eles concluíram que "não há liberdade, exceto no automatismo" (citado em Shiffrin, 1988), ou seja, o automatismo libera a atenção para outras atividades que podem inclusive ser realizadas simultaneamente à tarefa principal, como por exemplo, receber uma mensagem telegrafada e escrevê-la ao mesmo tempo.

No estudo de Duncan, Williams e Brown (1991) automatização torna-se um estudo fundamental acerca das funções que compõem a habilidade de dirigir carros visto que em condições de pouco *feedback* (iluminação noturna, por exemplo) motoristas experientes, ao contrário de novatos, recorrem pouco às instruções de redução de velocidade e às dicas ambientais (olhar o espelho retrovisor, por exemplo) e relatam terem confiado apenas na experiência.

Harms (1991) mediu a carga mental de motoristas pelo tempo levado para completar tarefas aritméticas enquanto dirigiam em auto estradas e em vilarejos. Tempo de cálculo aritmético foi maior

na vila do que em auto estrada e o valor médio de rapidez em dirigir foi mais baixo na vila do que na auto estrada. A autora discute os dados à luz do limite de velocidade imposto às duas áreas.

O estudo da aquisição de duplas tarefas mostra que a prática continua acarreta aumento no desempenho e diminuição de atenção ou consciência na tarefa. A técnica de tarefa secundária requer que o sujeito desempenhe uma segunda tarefa para que se avalie o tempo necessário para automatização da primeira tarefa. A segunda tarefa deve ser elaborada de tal forma que afete o mínimo possível o desempenho na primeira tarefa. Sujeitos são instruídos a responder à segunda tarefa sem permitir que esta interfira com a primeira. Quando o desempenho na segunda tarefa é menos acurado do que o desempenho do grupo controle que realiza apenas a segunda tarefa, os autores afirmam que a primeira tarefa requer uma certa capacidade de processamento. Tarefas contínuas (seguimento de pistas ou *tracking*), discretas (tempo de reação para pressionar uma chave a um tom ou flash de luz) ou uma bateria de testes de reconhecimento de padrões sonoros (Wickens, 1984) podem funcionar como tarefa secundária. O aumento de erros em tarefas de tempo de reação acima do desempenho do grupo controle em tarefas secundárias indica o grau de interferência causada pela primeira tarefa e reflete a demanda por processamento que essa tarefa exige (Ogden, Levine, Eisner, 1979; Williges e Wierwille, 1979; Gopher e Kimchi, 1989; Wickens e Kramer, 1985).

Apesar da desvantagem de não impedir um inevitável efeito sobre a primeira tarefa, a técnica de tarefa secundária tem sido a medida de comportamento mais amplamente utilizada no estudo de carga de trabalho. Duas outras medidas muito utilizadas são as medidas fisiológicas (eletroencefalograma, dilatação da pupila, pestanejar, tensão muscular, batimento cardíaco, pressão sanguínea, resposta galvânica da pele, dentre outras) correlacionadas com o desempenho em tarefas secundárias (Wierwille, 1979) e medidas subjetivas (escalas psicométricas de percepção de carga de trabalho) de relato verbal do sujeito ou resposta a um questionário após a realização de uma tarefa

(Yeh e Wickens, 1988).

No estudo de Sirevag, Kramer, Wickens, Reisweber, Strayer e Grenell (1993), examinou-se a demanda por processamento imposta a pilotos de helicóptero por dois formatos de comunicação, digital ou verbal, numa situação simulada de reconhecimento. O objetivo imediato deste tipo de pesquisa foi o de desenvolver um dispositivo de comunicação para uma nova geração de helicópteros. Cada piloto desempenhou quatro missões de reconhecimento, duas com comunicação digital e duas com comunicação verbal, sendo que nas duas condições de comunicação uma missão exigia baixa frequência de comunicação de dados e a outra exigia alta frequência de comunicação. A cada uma dessas frequências corresponde teóricamente o constructo de carga mental leve e pesada.

A carga de trabalho mental imposta pelo formato e magnitude de comunicação (frequência de comunicações requeridas do piloto) foi avaliada por uma bateria de medidas fisiológicas, tarefas secundárias e escala subjetiva. Um dos resultados obtidos refere-se à maior dificuldade em esclarecer ao comando alguma dúvida quando a informação era recebida em forma digital do que quando era recebida em forma verbal. Maior número de respostas incorretas ocorreram quando o sistema verbal foi usado, principalmente quando a missão de reconhecimento exigia uma frequência maior de informações (carga mental pesada).

Poucas pesquisas utilizam o desempenho sob uma única tarefa como medida de carga de trabalho. Este tipo de pesquisa tem a vantagem de não impor uma tarefa adicional ao sujeito. Contudo, os autores encontram dificuldade em afirmar precisamente como a dificuldade da tarefa influencia a carga de trabalho visto que dois sujeitos podem produzir o mesmo desempenho tendo cada um deles "investido recursos" em proporções desiguais, ou seja, como efeito de diferentes experiências com o material a ser estudado secundariamente, os sujeitos teriam diferentes repertórios no início da tarefa (Wierwille e Connor, 1983).

Sternberg (1969) desenvolveu um tipo de tarefa secundária que tem sido utilizada como índice de carga de trabalho de piloto de avião (Wickens, Hyman, Dellinger, Taylor, Meador, 1986), dada a sua similaridade com a tarefa de comunicação do piloto, a qual representa uma tarefa secundária à tarefa de controle de voo. Neste tipo de tarefa o sujeito na fase de estudo memoriza uma série de estímulos (letras ou dígitos) de um a seis, por exemplo. Na fase de teste é apresentado ao sujeito um conjunto de estímulos. Olhando (ou ouvindo) um estímulo por vez o sujeito decide, o mais rápido possível, se o estímulo pertence ou não ao conjunto da fase de estudo. Observa-se que o tempo de reação aumenta linearmente com o número de itens que compõe o conjunto da fase de estudo. A inclinação da função relacionando tempo de reação e conjunto é interpretada como refletindo inversamente a eficiência de busca na memória, e o intercepto descreveria processos de codificação da informação. A pergunta que se coloca é o que acontece ao intercepto e à inclinação quando se manipula condições de voo (tarefa primária) tornando-a mais ou menos complexa (características do display do cockpit, nível de treinamento do piloto, condições do tempo). Observou-se que aumento na complexidade das condições de voo prolonga o processo de memorização e acarreta um aumento no intercepto.

Segundo Kahneman (1973) três modelos procuram dar conta dos resultados de tarefas secundárias: o modelo de Broadbent propõe que a capacidade do canal sensorial-cognitivo é limitada em receber informação, sendo necessário postular o automatismo, para que seja possível a realização de tarefas simultâneas. Um dos problemas desse modelo está justamente no fato de não especificar o ponto limítrofe onde supostamente estaria a capacidade limitada do canal sensorial-cognitivo. Voltando às diferenças individuais obtidas em experimentos com tarefas secundárias e de somente uma tarefa: onde estaria o limite de capacidade? Ao invés de limite seria então uma banda ou faixa que limitaria o canal sensorial. Mal se escondem atrás desse argumento ad hoc aspectos do material

a ser estudado e história passada de contato com o material a ser estudado (que na grande maioria dos experimentos de atenção são letras e números).

Kahneman (1973) propõe um modelo de capacidade de alocação variável de recursos, o qual nega a existência de limitação do canal sensorial. O que ocorreria é que a capacidade total de alocação de recursos aumenta em função da demanda. Contudo este aumento ocorre numa taxa mais lenta do que o tamanho da demanda, resultando num decréscimo na capacidade de armazenamento à medida que mais capacidade é requerida. Smith (1968) propõe uma terceira classe de modelo que postula uma série de estágios de processamento (codificação do estímulo, categorização, seleção de resposta e execução de resposta), sendo que associado a cada estágio haveria uma capacidade de processamento de informação (assim como existem gerações de computadores cada qual com uma capacidade de "memória").

O problema geral desses modelos, ao nosso ver, se situa em dois níveis: 1) o uso de termos vagos tais como "capacidade limitada do canal" dificultam a análise acerca das limitações e potencialidades de tais modelos, pois estes termos não definem se se trata apenas da limitação de um suposto canal cognitivo ou de aspectos neurofisiológicos de transmissão sináptica, por exemplo. Dado esse caráter vago dos termos que constituem esses modelos, 2) os resultados dos experimentos podem ser explicados e adequados com "pequenas" modificações no modelo, o que os tornam impossíveis de serem falseados e com limitadas possibilidades de previsões.

Em resumo, a noção de *carga* carece de definição precisa ora sendo definida como característica inerente ao indivíduo ora sendo definida como característica da tarefa. A conceituação de *automatismo* também é imprecisa, pois, ao definir-se o conceito como um processo interno (um tipo de processamento de informação inconsciente), a tarefa dos pesquisadores passa a ser a de determinar o momento em que uma atividade que era realizada conscientemente passa a ser realizada

automaticamente. No entanto, sem especificar os critérios de identificação de processamento automático não há como determinar o momento em que uma atividade deixa de ser realizada conscientemente. Por exemplo, como saber se os sujeitos do experimento de Argote e colaboradores (1995) automatizaram a tarefa? Seriam os atalhos "índices" de automatismo? Questões básicas deste tipo ficam sem respostas precisas das teorias de atenção, pois trata-se de um processo interno o qual conhece-se apenas indiretamente através de alguns "índices" ou "manifestações". Contudo, no processo de aquisição de habilidades pode-se observar que tarefas tidas como *automatizadas* podem voltar a requerer a *atenção*, isto é, o indivíduo retorna ao padrão de desempenho quando iniciou o aprendizado da tarefa - no caso de datilografia, por exemplo, um erro cometido pode fazer com que o datilógrafo diminua a velocidade, olhe mais vezes para o teclado etc. Desse modo *automatismo* torna-se um conceito, no mínimo, relativo a características da tarefa e às consequências do desempenho do indivíduo. A noção de *carga*, que deveria dar conta dos aspectos relativos à tarefa, carece de maior clareza conceitual de tal forma que nenhum dos autores apresentados acima trabalha com uma taxonomia que relaciona carga de trabalho e automatismo.

Portanto, as relações entre carga de trabalho e automatismo não fornecem nenhuma taxonomia ou conceitos teóricos que possibilitem a especificação da forma exata da relação entre os diferentes tipos de complexidade e a complexidade total da tarefa que Wood (1986) deixou em aberto. A hipótese possível seria em termos de *atalho* ou *automatização*, processos estes que reduziriam o número de passos requeridos para a elaboração do produto final. Dado que no processo de aquisição de habilidades pode-se observar que tarefas tidas como *automatizadas* podem voltar a requerer *atenção*, isto é, o indivíduo retorna ao padrão de desempenho quando iniciou o aprendizado da tarefa, vale a pena verificar se esta área fornece alguma taxonomia ou conceitos teóricos que possibilitem especificar a relação entre os diferentes tipos de complexidade e a complexidade total da tarefa.

questão deixada em aberto por Wood (1986).

3.3) Complexidade e Aquisição de Habilidades

Na área de aquisição de **habilidades**, o conceito de complexidade da tarefa é fundamental, e está implícito na maior parte dos **conceitos** básicos (e.g., hierarquização) e paradigmas experimentais (e.g., aprendizagem seletiva), além de ser sinônimo de carga de trabalho. Os dois resultados mais robustos compreendem 1) **mudanças** físicas daquele que desempenha a tarefa (compare-se o braço de um tenista e um não tenista) e 2) hierarquização de funções decorrente de progressiva automatização da tarefa (Logan, 1988; Rosenbaum, 1991).

É consensual na área de **aquisição** de habilidades que o trabalho de Bryan e Harter em 1897 é um dos marcos tanto no estabelecimento deste tipo de pesquisa quanto na proposição do conceito de hierarquização de tarefas (Rosenbaum, 1991; Bilodeau, 1966). Baseados em entrevistas de funcionários em fase de **treinamento** para especialização em código Morse, Bryan e Harter observaram que, no curso do **treinamento**, ocorreu uma hierarquia na aquisição de habilidades da tarefa: pontos e traços eram **discriminados** inicialmente; a seguir **descri-minavam-se** as "letras"; e por fim as "palavras". Sugeriram que **aprendizes** de Morse primeiro **emparelham** pontos e traços para formar "letras"; e a seguir **emparelham** "letras" para formar "palavras". Estudos posteriores mostraram que **seqüência** semelhante de **automatização** ocorre no treino de envio de mensagem em Morse (Shiffrin, 1988; Rosenbaum, 1991).

Contudo, Keller (1958) mostrou que não havia uma distinção tão característica de desempenho, como hipotetizaram **Bryan e Harter**, dos sujeitos à medida que o desempenho muda do envio para o recebimento de **mensagens**. Keller (1958) argumentou que o platô de Bryan e Harter para a curva de **recepção** era um **artefato** de mudanças de condições no meio do experimento. Segundo

Keller (1958), a noção de hierarquia, embora atraente, deixa de lado aspectos do processo de aprendizagem do código telegráfico (recodificação fonológica, por exemplo) e postula uma relação simples entre mudanças no nível de eficiência descrito pelas curvas de aprendizagem e mudanças qualitativas no aprendizado de uma habilidade.

Crossman (1959) verificou em uma fábrica decréscimo na taxa de enrolar cigarros ao longo de sete anos. Este decréscimo é descrito pela função potência de aprendizagem $T = a + bN^{-c}$, onde T é o tempo para completar a tarefa, a representa a assíntota, o limite de aprendizagem determinado pelo tempo mínimo requerido para perceber o estímulo e emitir a resposta, b é a diferença entre desempenho inicial e desempenho assintótico (a quantidade a ser aprendida); N é o número de tentativas de prática; e c é a taxa de aprendizagem. Outras tarefas estudadas por Crossman (1959) que seguem decréscimo semelhante e são inspiradas em atividades do contexto de aplicação são separar e classificar cartões em compartimentos, cancelar letras em sílabas sem sentido francesas, substituir códigos por letras e perfazer um labirinto com olhos vendados.

A função potência, segundo Newel (1991), descreve os dados melhor do que funções exponenciais para um leque de tarefas cognitivas em que tempo de desempenho é a variável dependente crítica. Contudo, a função potência não pode acomodar efeitos de prática onde a variável dependente da tarefa está em escala ordinal como costuma acontecer na produção de um conjunto de movimentos relativos e sequenciais. Nesta situação as propriedades qualitativas de coordenação podem mudar a cada tentativa, levando a mudanças descontínuas no tempo de prática em medidas de desempenho.

Noble (1966) divide as tarefas utilizadas em aquisição de habilidade conforme a ênfase em percepção, aprendizagem seletiva ou atividades motoras. Uma tarefa tipicamente perceptual conforme esta classificação seria o *Discrimination Reaction Timer* (DRT), em que o sujeito é exposto a um

conjunto formado por dois pares de cores (e.g., verde e vermelho). A tarefa do sujeito é retirar os pinos em uma sequência corretamente em resposta à apresentação simultânea das cores. A posição relativa da cor vermelha em relação à verde determina qual a sequência a ser seguida. *Feedback* para respostas corretas é proporcionado por uma luz branca na parte superior do aparato experimental. Uma tarefa tipicamente motora é denominada *complex coordinator* (CC) em que o sujeito deve alinhar um padrão de luz vermelha com um padrão de luz verde por meio de joystick ou pedais. Uma tarefa tipicamente de aprendizagem seletiva é o *selective mathometer* (SM) em que o sujeito é exposto a 19 chaves em semicírculo, simulando uma cabine de avião, e deve apertar a chave correta conforme um modelo apresentado no slide. A função que melhor descreve os dados neste tipo de tarefa é a dupla exponencial $R_p = a(1 - i)^{rN}$, onde R_p é a probabilidade de resposta correta baseada no conjunto de respostas do grupo de sujeitos; a é a assíntota de respostas corretas ou limite de probabilidade da escolha correta, a qual seria afetada pelo *feedback* de correção, idade e sexo do sujeito; i é a probabilidade inicial de respostas corretas na tentativa inicial, influenciado pela complexidade e fatores de transferência de treino; r é o parâmetro de ajustamento da curva, também influenciado pelas variáveis supracitadas; N é o número de tentativas. Em geral a curva resultante desta equação exibe uma inclinação positiva com forma assimétrica e sigmoidal.

Nessa perspectiva, complexidade, enquanto um tipo de variável, é concebida como variável de desempenho não associacional. Suporte para essa concepção advém dos trabalhos de Noble (1966) em que o número de respostas na tarefa de SM foi variado entre quatro e 10 chaves gerando um conjunto de sete itens com quatro elementos por item. Houve diferenças significativas entre os conjuntos com quatro e 10 elementos tal que os conjuntos com quatro respostas tiveram probabilidade de resposta correta maior do que conjuntos com 10 respostas.

Gagné (1968) propôs uma hierarquia de aprendizagem em termos de seis níveis de

complexidade: conexão estímulo-resposta, encadeamento motor e verbal, discriminações múltiplas, conceitos, regras simples (princípios), e regras complexas (solução de problemas). Fox e Taylor (1969, citados em Stanton e Keats, 1986) construíram uma bateria de testes para as forças armadas seguindo a classificação de Gagné (1968). A média de desempenho de recrutas, agrupados conforme escores altos e baixos em testes de inteligência, aumentou com aumentos na complexidade da tarefa (à medida que caminha-se de tarefas estímulo-resposta a solução de problemas). Segundo Eysenck (1979, citado em Stanton e Keats, 1986) esses dados dão suporte para a tese de que o QI torna-se melhor preditor de desempenho em níveis mais altos de complexidade, ou seja, quanto mais complexa a tarefa de aprendizagem maior a associação entre QI e desempenho para a sua realização. Stanton e Keats (1986) testaram a hipótese de Eysenck de que escores no teste de matrizes progressivas de Raven mostrariam um aumento de correlação com desempenho em tarefas que aumentam de complexidade. Sujeitos pressionaram uma tecla do computador conforme quatro níveis de complexidade da tarefa: pressionar caso fosse detectado um objeto na tela, pressionar repetidamente contando o número de objetos apresentados, pressionar repetidamente contando quantos estão na posição transversal, e contar os objetos sem considerar as repetições do mesmo. Mediu-se o tempo de reação entre o aparecimento do objeto e a primeira pressão da tecla. Após o término da tarefa os sujeitos completaram as matrizes progressivas de Raven. Observou-se que o tempo de reação médio foi uma função crescente do nível de complexidade da tarefa. Apesar das correlações entre QI e tempo de reação para cada nível de complexidade terem sido inversas e significativas estatisticamente, elas foram muito similares em tamanho. Stanton e Keats (1986) propuseram que se distinga entre nível de complexidade da tarefa (o que corresponderia aos tipos de tarefas de Gagné) e nível de dificuldade da tarefa (número de alternativas dentro da tarefa). Visto que a pesquisa manipulou apenas a variável complexidade, pode-se supor que a hipótese de Eysenck, de que escores nas matrizes de Raven e

complexidade da tarefa mostrariam um aumento na tendência correlacional, seja o produto de um aumento na dificuldade da tarefa ou de uma interação entre complexidade e dificuldade.

Embora, conforme atesta Bilodeau (1966), as pesquisas em aquisição de habilidade fossem planejadas com fito de contribuir para uma teoria geral de aprendizagem (e, nesse caso, tarefas motoras eram apenas um pretexto), o que de fato ocorreu é que permaneceram restritas, em sua maior parte, ao objetivo para que foram delineadas: seleção e treinamento de militares da aviação norte-americana. Excetuando os trabalhos de Gagné e colaboradores (cf. Gagné e Dick, 1983), não houve extensão dos resultados obtidos em laboratório para situações de aquisição de habilidades em outros contextos de aplicação, proporcionando uma classificação de tarefas. Gagné e Briggs (1979, citados em Gagné e Dick 1983) propuseram uma hierarquia de aprendizagem, em substituição à proposta anterior de Gagné (1968), em termos de seis áreas: informação verbal, habilidades intelectuais, estratégias cognitivas, habilidades motoras e atitudes. Esta nova classificação, segundo Gagné e Dick (1983), baseia-se na distinção entre conhecimento procedural e declarativo que será discutida posteriormente. A falta de uma adequada classificação das tarefas tem gerado consequências desastrosas em termos de estancar a produção teórica e de desenvolver tecnologias para o contexto de aplicação (Gopher e Kimchi, 1989). Na falta de uma teoria de complexidade de tarefas, os pesquisadores da área aplicada têm usado o expediente de reunir diversas tarefas (atenção dividida, tarefas duplas, pares associados, etc) que avaliam diversas habilidades para se ter uma noção de que tipo de treinamento deve ser concebido. A seguir o estado em que se encontra a área de aplicação relativa a treinamento com simuladores é exemplificado.

Segundo Gopher e Kimchi (1989), a área de tecnologia de treinamento carece de conhecimento ou princípios formais de aquisição de habilidade para a construção de simuladores de treinamento. Na ausência de informação suficiente sobre aquisição e transferência de habilidade, a regra tem sido

a fidelidade física: maior similaridade entre características do simulador e o ambiente operacional. Contudo, como as tarefas e os sistemas tornaram-se extremamente complexos, torna-se inviável construir simuladores com base em fidelidade física.

Este tipo de pesquisa baseia-se no arcabouço teórico desenvolvido por Anderson (1982; 1987) para a área de aquisição de habilidade em que é postulada a divisão do conhecimento em dois sistemas de aprendizagem: o conhecimento procedural e o declarativo. Segundo Gopher e Kimchi (1989), o foco das pesquisas tem sido sobre a representação e organização do conhecimento na memória de longo prazo, assim como a sua recuperação. O especialista (em física, programação, pilotar avião, datilografar) teria um conjunto de esquemas sobre sua área de domínio.

Baseados na distinção entre memória procedural e declarativa, os estudos sobre os determinantes da aquisição de habilidade dividem-se na de aquisição e representação de estratégias *top-down* (desenvolvimento de modelos mentais da situação problema) e *bottom-up* (estratégias de assimilação e codificação de informação durante o processo de treinamento). Half, Hollan e Hutchins (1986) desenvolveram um conjunto de tarefas específicas para treinamento militar baseados na suposição geral de que muitas das dificuldades em aprender tarefas cognitivas estão relacionadas à articulação dos conhecimentos abstratos (declarativos) e implícitos (procedurais) que estão sendo adquiridos. A tarefa do cientista cognitivo passa a ser a de controlar as informações básicas necessárias para o aprendizado. Desse modo, em uma tarefa de reconhecimento aparece na tela um navio soviético. O sujeito recorre a um dicionário denominado "rede semântica" que informa de que tipo de navio se trata (um cruzador, por exemplo) e se ele tem ou não radar. Ao final do jogo o sujeito é submetido a uma bateria de testes. A ideia é que o sujeito desenvolva uma habilidade (portanto, um conhecimento procedural) de fazer as perguntas essenciais no contexto real de desempenhar a tarefa. Quatro táticas são sugeridas para encorajar o uso de modelos mentais na aquisição de habilidades:

1) descoberta, utilização e elaboração durante o treinamento de modelos mentais que os treinandos podem produzir para o ambiente de treinamento; 2) explicitação dos tipos de modelos mentais que os treinandos desenvolvem durante o treinamento e 3) submissão a situações de teste e contra-exemplos; e 4) introdução deliberada de modelos "bons", isto é, modelos padrões.

A estratégia *bottom-up* tem influenciado a área de análise de tarefa orientada para treinamento. A tática prevalente tem sido a análise de base de conhecimento final, i.e., o especialista (através de sucessivas entrevistas e proposição de problemas a serem resolvidos) (Craigier e Covert, 1994). A seguir decompõe-se a tarefa em princípios, regras, metas e submetas. Esta técnica tem o grave defeito de não possibilitar a generalização para todos os casos devido a fatores idiossincráticos da aquisição de habilidade de cada especialista (Craigier e Covert, 1994).

A seguir mostrar-se-á o equívoco principal subjacente a este tipo de pesquisa, que tem influenciado a pesquisa sobre aquisição de habilidades a partir da década de oitenta com a proposição de Anderson (1982; 1987) de que a aquisição de uma habilidade envolve a cooperação de dois sistemas de memória: a memória (ou conhecimento) declarativo e a memória procedural.

Ao nosso ver o erro ou equívoco em distinguir entre memória procedural e declarativa encontra-se na concepção de que se tratam de dois sistemas de aprendizagem, sendo que um é avaliado pela consciência (declarativo) e o outro não (procedural) (Willingham e col., 1989).

Ryle (1963), no entanto, tinha outro objetivo ao introduzir a distinção entre "saber como" (conhecimento procedural) e "saber que" (conhecimento declarativo). De modo algum houve uma preocupação em delinear empiricamente dois sistemas de aprendizagem como afirmam Squire (1992) e Willingham e col. (1989). Ryle introduziu esta distinção com fito de atacar a postura racionalista em filosofia da mente. Como se vê, trata-se de uma questão puramente conceitual.

A postura racionalista em filosofia da mente tem como meta investigar a natureza e as

credenciais das teorias que as pessoas utilizam para conduzir as suas ações inteligentemente e para conhecer os estados de consciência delas próprias e dos seus dessemelhantes. A questão que se coloca é como posso conhecer a mente de outras pessoas se ela se encontra, em seus aspectos principais, privada ? Como acessar o intelecto que distingue o homem insano do ponderado e que pode permanecer também privado ?

Ryle (1963) procura mostrar com a distinção entre "saber como" e "saber que" que existem inúmeras outras atividades nas quais aparecem as qualidades ditas mentais, que não estão sob a rubrica de "intelectual" tampouco se enquadram em um esquema hipotético dedutivo, como a dona de casa que procura descobrir se o tapete se adequa ao tipo de piso de sua casa. "Prática inteligente não é um passo infantil de uma teoria. Ao contrário, teorização é uma prática entre outras e pode ser em si mesma conduzida inteligente ou estupidamente" (pag. 26).

Contrariamente à postura racionalista, o conceito de "saber como" chama a atenção para um fato ignorado até então: a importância de se observar o desempenho de uma pessoa numa tarefa. Na vida cotidiana e no mundo das relações de trabalho leva-se muito mais em consideração o desempenho efetivo na realização de uma tarefa (datilografar um texto num determinado período de tempo, por exemplo) do que os repertórios cognitivos (o relato verbal do indivíduo acerca de suas capacidades percepto-motoras, por exemplo).

"Saber como" é uma disposição. Quando se diz que alguém sabe como fazer e apreciar piadas, nadar, jogar futebol, falar gramaticalmente correto, está-se subsumindo dois tipos de situações: 1) quando as pessoas realizam estas atividades, elas tendem a realizá-las bem; e 2) sabem como aplicar critérios na detecção e correção de lapsos de outra pessoa. Na linguagem cotidiana usa-se a expressão "é uma ação inteligente" para casos em que o agente está pensando no que ele está fazendo enquanto está desempenhando uma ação. Racionalistas poderiam contra argumentar que este

desempenho inteligente pressupõe seguimento de regras ou aplicação de critérios. Decorrendo daí que uma ação inteligente pressupõe uma consideração intelectual (ou proposicional) acerca de que regras ou critérios a seguir. No entanto, que regras seguiria um humorista em sua habilidade de fazer e apreciar piadas? A consideração de proposições é em si mesma uma parte da ação inteligente, e que em si mesma pode ser conduzida mais ou menos estupidamente ou mais ou menos inteligentemente. Se para que uma ação seja inteligentemente executada seja necessária uma consideração intelectual cai-se numa regressão ao infinito dado que a ação inteligente pressupõe a reflexão acerca de como agir, a qual pressupõe reflexão acerca dos critérios de decisão entre os tipos de decisão, e assim ad infinitum (Ryle, 1949/1963).

Essa pequena digressão em filosofia da linguagem visa mostrar apenas que os conceitos de “saber como” e “saber que” têm função tão somente elucidativa e não apontam para questões empíricas acerca de um ou outro sistema de aprendizagem. Chamam a atenção para a necessidade de se ter clareza acerca dos tipos de tarefas que as pessoas desempenham, e critérios de desempenho utilizados. Parece-nos que essa distinção aponta para uma pesquisa empírica em torno de uma classificação de tarefas (Warrington e Weiskrantz, 1968; 1970).

Evidentemente, a habilidade para aprender ou agir requer um mínimo de capacidade intelectual, no sentido de que a habilidade para fazer coisas conforme a instrução requer compreensão das instruções. Dessa forma, alguma competência proposicional é condição necessária para adquirir uma competência qualquer. Mas daí não se segue que o exercício destas competências requiera ser acompanhado pelo exercício da competência proposicional. Se alguém não é capaz de compreender as aulas de natação não é possível dizer que tenha aprendido a nadar. Não se segue daí que a pessoa tenha que recitar as lições quando está nadando.

Em resumo, a área de aquisição de habilidades não logrou uma taxonomia de desempenho

pois, como afirma Bilodeau (1966), as pesquisas em aquisição de habilidade permaneceram restritas, em sua maior parte à seleção e treinamento de militares, não havendo extensão dos resultados obtidos em laboratório para situações de aquisição de habilidades em outros contextos de aplicação, proporcionando uma classificação de tarefas. Enquanto as pesquisas em motivação, aprendizagem e tomada de decisão procuram determinar empiricamente a complexidade para um determinado grupo de indivíduos, e para certos tipos de material, na área de aquisição de habilidades, na falta de uma teoria de complexidade de tarefas, o expediente tem sido reunir diversas tarefas (atenção dividida, tarefas duplas, pares associados, etc) que avaliam diversas habilidades para se ter uma noção de que tipo de treinamento deve ser concebido.

Portanto, as relações investigadas na área de aquisição de habilidades não fornecem nenhuma taxonomia ou conceitos teóricos que possibilitem a determinação das condições necessárias e suficientes para que se observe, no processo de aquisição de habilidades, a automatização ou *atafho*, na expressão de Argote e colaboradores (1995), das tarefas pelos indivíduos. Sem a determinação dessas condições, como foi mostrado nas seções anteriores, não é possível a especificação da forma exata da relação entre os diferentes tipos de complexidade e a complexidade total da tarefa na classificação proposta por Wood (1986).

Capítulo 4

Análise conceitual do uso do termo *complexidade* na linguagem cotidiana.

Segundo o dicionário Aurélio, *complexo* é aquilo que encerra muitos elementos ou partes ou é observável sob muitos aspectos. O mesmo dicionário define *difícil* como algo delicado, embaraçoso (como quando alguém diz que está em uma situação que é difícil) ou obscuro (no sentido de que um texto ou autor é difícil). Partindo-se de um uso qualquer dos conceitos *complexo* e *difícil*, pensando sobre diversos tipos de tarefas executadas por diversos tipos de profissionais, parece que os dois conceitos são usados para distinguir, globalmente, conjuntos de tarefas que exigem habilidade (onde o uso *difícil* se impõe) das que exigem a realização de um conjunto de passos (onde o uso *complexo* é prevalente).

No caso da tarefa de um ascensorista, um lavador de carros, um vigia, um ajudante de cozinha, um faxineiro ou um carpinteiro, à primeira vista parece ser indiferente se usarmos a classificação simples / complexo ou fácil / difícil para caracterizar os diferentes tipos de tarefas. Contudo, por que no caso de um marceneiro, um manobrista e um afiador de ferramentas o uso difícil se impõe? Parece que o que separa estes dois conjuntos de tarefas diz respeito aos critérios de execução da tarefa. Pode-se tornar a atividade do ascensorista mais complexa aumentando o número de botões, o número de vezes que devem ser apertados, o número de cores dos botões etc. (nesse caso os critérios seriam o número de alternativas de respostas, o número de passos ou sequências e feições dos estímulos). No entanto, tal tarefa tornada complexa não necessariamente torna-se mais difícil dado que um ascensorista pode dizer que "se eu tiver um pouco mais de tempo eu aprendo esta nova

“tarefa”. No caso de um manobrista, um marceneiro, ou afiador de ferramentas o critério usado é a precisão no ato de resolver ou executar a tarefa, nesse caso é uma tarefa que poucos realizam. Pode-se dizer que a maior parte do uso do conceito *complexo* parece referir-se disposicionalmente a características (ou passos) da tarefa enquanto o uso em termos de dificuldade refere-se aos critérios de resolução da mesma.

A literatura psicológica apresentada parece se deter somente neste aspecto do uso do conceito de complexidade na linguagem cotidiana: a distinção geral entre *complexo* e *difícil*. Considera-se que estes termos delimitam tarefas, classificam obras de arte e argumentos precisamente. Norman (1978), por exemplo, define operacionalmente complexidade de um assunto como a existência de um expert no assunto, pois, “a existência de um expert requer que um assunto tenha suficiente complexidade e que razoável estudo esteja envolvido” (pag. 39).

A definição de dicionário para o termo *complexo* torna-se vaga no momento em que oferece uma definição fora de um contexto específico de uso. Ao invés de procurar algo em comum entre os diversos usos, Wittgenstein (1989) analisa a lógica do uso dos conceitos *complexo* e *difícil* na linguagem cotidiana. Segundo Wittgenstein (1989), fora de um jogo de linguagem específico, responder à pergunta “este objeto é complexo ?” é colocar-se na situação da pessoa que deve distinguir verbos ativos de passivos e se desespera para decidir se dormir é um verbo ativo ou passivo (Parágrafo 47). A definição de *complexo* supracitada não explicita, por exemplo, qual (ou quais) seria(m) o(s) termo(s) oposto(s) a *complexo* ou *difícil* (“simples” e “fácil”, respectivamente ?).

Wittgenstein (1989), ao analisar as bases em que se assenta a doutrina de que os nomes próprios designam objetos simples, pergunta-se quais seriam as partes constituintes simples de que a realidade se compõe, quais são as partes que constituem uma cadeira ? Os pedaços de madeira de cuja reunião ela resulta ? Ou as moléculas, ou os átomos ? Simples significa: não composto. E a

questão é esta: “composto” em que sentido? Não tem qualquer sentido falar nas partes constituintes de uma cadeira ou se a imagem visual da árvore é complexa (pag. 208-209).

A análise de Wittgenstein vale para a literatura psicológica sobre complexidade, onde procura-se uma delimitação dos conceitos em abstrato, fora de qualquer contexto. Desse modo, inicialmente procura-se a definição de tarefa em geral, o que há em comum entre todos os tipos de tarefas (Wood, 1986; Hackman, 1969), e, a partir destas características gerais, define-se complexidade.

Uma característica comum a ambos os termos, *complexo* e *difícil*, menos ressaltada, é que tratam-se de termos disposicionais abertos (Ryle, 1949/1963). São termos disposicionais porque resumem os eventos sob uma série de cláusulas “se...então” tal que pode-se fazer previsões a partir da resposta às perguntas “esta tarefa é complexa?” e “esta tarefa é difícil?” (relativas a tempo para executar ou aprender a tarefa, preço a ser cobrado, material a ser gasto etc.). Dizer que uma tarefa é complexa não quer dizer que em um determinado momento alguém a esteja realizando e obtendo determinado resultado para que se diga que de fato se trata de uma tarefa complexa. Embora a tarefa seja constituída de certas ocorrências do tipo: condições iniciais (e.g., um sinal sonoro ou luminoso indicador de início da tarefa), determinadas ações requeridas pela tarefa e um produto final especificado, a complexidade da tarefa não constitui uma ocorrência.

Quando se diz de alguém que é um fumante não se quer dizer que em um determinado momento o indivíduo está fumando tampouco a partir de uma única ocorrência se afirma que se trata de um fumante. Ser fumante não constitui uma ocorrência, e sim, uma propensão, isto é, se o indivíduo está nervoso então fuma; se é proibido fumar no recinto então se impacienta ou tenta burlar a proibição; se não tem cigarros então anda três quarteirões até a tabacaria mais próxima. A expressão “ele está fumando agora” não tem o mesmo significado de “ele é um fumante”.

Ryle (1949/1963) resalta que existem diversos tipos de conceitos disposicionais. Alguns

termos disposicionais tais como ruminante, fumante, sabio, atacante, possuem verbos ativos correspondentes (ruminar, fumar etc). Contudo, outros termos disposicionais, tais como elástico, magnético e *complexo* não possuem verbos ativos correspondentes. Segundo o autor, a razão desta falta de paralelismo não é difícil de determinar: existem várias relações diferentes que se espera de um objeto elástico ou de uma tarefa enquanto que se espera um único comportamento de algo que ruma. Desse modo, muitos termos disposicionais são denominados abertos porque 1) há vários consequentes para o antecedente, e.g., “se x é uma tarefa complexa, ou difícil, então..”; ou 2) há vários tipos de antecedentes que afetam o consequente (e.g., “se x é uma tarefa complexa, ou difícil, que deve ser executada sem nenhuma pressão de tempo, então...”). O caráter *disposicional aberto* do uso dos termos *complexo* e *difícil* na linguagem cotidiana resulta em que estes termos podem ser tratados intercambiavelmente, pois são termos descritivos de condições de ações humanas, mais especificamente, das condições antecedentes e consequentes que determinam o uso dos termos *complexo* e *difícil* (Outros termos disposicionais, tais como *amável* e *gentil*, sob certos contextos, também tornam-se sinônimos).

Embora a sinonímia seja uma característica comum dos termos da linguagem cotidiana, não parece aos psicólogos que este processo possa ocorrer no uso de termos relacionados ao desempenho de tarefas. A definição de complexidade de um assunto proposta por Norman (1978), baseada na identificação de um expert, não dá conta do fato de que mesmo nas atividades que exigem instrução formal, os assuntos tornam-se, gradativamente, menos complexos (isto é, não são mais restritos ao expert) à medida que o assunto é sistematizado. O resultado obtido por Argote e colaboradores (1995), de que mudança de turno afetou menos o desempenho sob tarefas complexas do que sob tarefas simples, exemplifica o quebra-cabeça gerado pela concepção de que uma tarefa com um determinado rótulo (e.g., complexo ou difícil) não pode sofrer alteração e, por exemplo, alterar o

rótulo (e.g., ser julgada como simples ou fácil), mesmo quando certas condições do antecedente ou consequente da cláusula “se...então” não são atendidas. No caso do resultado de Argote e colaboradores (1995), o aprendizado da tarefa pelos sujeitos alterou o modo como a tarefa era desempenhada, e em outros tipos de tarefas o aprendizado pode alterar o julgamento do sujeito acerca do seu desempenho conforme a tarefa torna-se mais complexa ou simples (Oliveira-Castro, 1989).

Portanto, a análise do uso dos termos *complexo* e *difícil* na linguagem cotidiana mostra que

1) são usados para afirmar, grosso modo, determinadas características das tarefas ou do desempenho sob as tarefas; 2) estes conceitos são intercambiáveis, sob certos contextos, de tal modo que nenhum dos usos é exclusivo; 3) tornam-se substituíveis por termos tais como *simples* e *fácil* conforme alteração no desempenho da tarefa, e 4) *a análise de complexidade como um termo disposicional mostra que ele é descritivo do processo de aquisição de uma habilidade ou automatização de uma tarefa*, possibilitando que alterações no modo como as tarefas são aprendidas sejam acompanhadas por alteração no uso dos conceitos. Foi ressaltado também que a literatura psicológica se deteve apenas no primeiro uso dos termos, traçando delimitações rígidas entre os termos. De fato, pode-se pensar em gradações tanto do complexo para o difícil quanto do difícil para o complexo. Por exemplo, o cálculo da distância entre a terra e a lua ou a altura de uma pirâmide inicialmente fora uma tarefa difícil dado que se exigia o resultado com um certo grau de precisão e poucos sabiam realmente como equacionar o problema. Atualmente, trata-se apenas de uma tarefa complexa onde o aluno deve saber determinados passos para se chegar ao resultado. A previsão do tempo por um leigo ou um xamã pode envolver a consideração de um certo número de passos ou alternativas mais ou menos complexos (considerar em estação se encontra, quão estável esteve o tempo na semana, tipos de nuvens no céu etc), no entanto, se é fixado um critério de previsão da ordem de 95%, claramente está-se tornando a tarefa mais difícil para o xamã, o leigo, ou o metereologista.

Contudo, tendo em vista que no processo de aquisição de uma habilidade os termos podem tornar-se intercambiáveis e indistinguíveis, pouco importando falar-se de tarefa difícil ou complexo, pode-se tornar a tarefa de um estatístico, um astrônomo, um médico, um sociólogo, um engenheiro, um biólogo, mais difícil (fixando critérios de precisão, previsão, formalização...) ou mais complexa (aumentando o número de alternativas a serem consideradas, o número de feições...). Claramente, os conceitos de complexidade e dificuldade parecem se entrecruzar novamente visto que, ao pedir um engenheiro que construa uma estação de pesquisa no fundo do mar está-se aumentando a complexidade e a dificuldade da tarefa simultaneamente.

Dado que a tarefa desempenha um papel de condição necessária e suficiente para o uso dos termos complexo e difícil, o foco de investigação deve concentrar-se nos tipos de tarefas utilizadas em psicologia e no modo como estas tarefas são estruturadas em termos de graus de complexidade.

O conceito de carga de trabalho discutido anteriormente, por exemplo, possui várias características do conceito de complexidade, ou seja, conceitua-se "carga" como característica da tarefa e/ou como consequência de se submeter a um certo tipo de tarefa. (Lepiat, 1978). Contudo, por não atentar para o uso do termo na linguagem cotidiana, os autores se defrontam com quebra-cabeças do tipo: como esta tarefa que antes exigia mais *recursos atencionais* (usando o linguajar das teorias sobre atenção, e.g., Kahneman, 1973) ou mais carga mental agora não exige mais? A simples consideração do uso do termo na linguagem cotidiana seria suficiente para mostrar que não há mistério ou quebra-cabeça algum para ser resolvido se o desempenho sob a tarefa alterou devido à aprendizagem. Poucos autores que estudam o desempenho sob tarefas duplas, embora sejam em sua maioria cognitivistas, analisam a *validade ecológica* das tarefas que avaliam carga mental ou atenção, e não conseguem explicar como, em contextos aplicados, as pessoas podem lidar sem problemas com tarefas duplas (e.g., uma telefonista que atende a várias chamadas), embora em

laboratório os resultados não sejam conclusivos.

Além disso, como afirmado acima, os autores são unânimes em afirmar que o conceito de carga de trabalho é impreciso e carente de um tratamento mais rigoroso. Wierwille (1979) conceitua carga de trabalho como o nível de estimulação do operador; Sheridan (1980) conceitua como a experiência subjetiva da pessoa; Wickens (1979) conceitua como demanda imposta sobre a capacidade limitada de processamento do operador. Tal imprecisão do conceito acarreta dificuldade, por exemplo, em distinguir entre carga de trabalho e *stress* visto que ambos os conceitos são vagamente definidos a ponto de permitirem sobreposição (Guillard, 1993). Ambos compreendem tanto demandas do ambiente quanto reações fisiológicas e psicológicas. Desse modo, ora as teorias assumem que alta carga de trabalho resulta em reações de *stress*, ora conceitua-se *stress* como um aspecto de carga de trabalho. Escalas subjetivas de carga de trabalho, em geral, compõem-se de tempo de carga de trabalho, esforço mental e *stress* psicológico.

Welford (1978) conceitua carga de trabalho como o tempo tomado para desempenhar uma tarefa levando-se em consideração o tempo mínimo requerido para desempenhar a tarefa e o tempo disponível para respondê-la. Este autor partilha da hipótese geral de que esforço físico e mental estão submetidos à mesma lei geral. No caso do esforço muscular, por exemplo, tem-se 1) a força máxima exercida numa tarefa particular e 2) a quantidade de trabalho realizado num dado tempo. Ambos aspectos dependem da demanda da tarefa e da capacidade máxima do sujeito em desempenhar a tarefa. No momento em que a capacidade excede a demanda, o desempenho é limitado pela demanda; quando a demanda excede a capacidade, o desempenho é limitado pela capacidade.

A hipótese de que esforço mental e físico estão submetidos a uma mesma lei geral tem recebido confirmações a partir de 1954 com o trabalho de Paul Fitts. Baseado na lei de Webber, Fitts mostrou que o tempo de movimento (MT) para uma leve pancada entre dois alvos de largura efetiva

W e com uma amplitude de variação possível A é descrito por $MT=a +b(ID)$, onde ID (índice de dificuldade da tarefa) é igual a $\log_2(2A/W)$. Esta função tem sido útil para avaliar a carga de trabalho de operadores que lidam com teleoperação (via braço mecânico) de combustível nuclear. Estuda-se influência de fatores como o tipo de superfície (vertical ou horizontal), peso dos objetos e direção do movimento sobre a tarefa de deslocar objetos rumo a alvos específicos.

Contudo, a maior parte das tarefas realizadas por operadores está longe de ser apenas como aquelas descritas pela lei de Fitts. Algumas tarefas exigem tarefas motoras que devem ser executadas em uma sequência de muitos passos, outras tarefas exigem além das tarefas motoras soluções para problemas decorrentes de se lidar com o equipamento (no caso da atividade de *troubleshooting*), outras tarefas exigem soluções para problemas em curto espaço de tempo (no caso do administrador de uma empresa). No meio destes três exemplos situa-se um conjunto de tarefas que resistem a vários tipos de descrições e tipologias (Sundström, 1993; Van der Schaff, 1993; Hoc, 1993). As tentativas de taxonomia de complexidade de tarefas (e.g., Wood, 1986) mostram que, além dos problemas de conceituação dos termos, há dificuldade em como determinar o peso relativo de cada um dos tipos de complexidade para a quantificação da complexidade total da tarefa. Foi apontado que a dificuldade em especificar a forma exata da relação entre os diferentes tipos de complexidade e a complexidade total da tarefa (Wood, 1986) poderia estar relacionada às mudanças (descritas pelos termos *atalho* e *automação*), devido à aprendizagem da tarefa, que ocorrem no desempenho de tarefas e que reduzem o número de passos requeridos para a elaboração do produto final. Foi mostrado que estes termos carecem de maior especificação tanto na área de carga de trabalho quanto de aquisição de habilidades.

A análise da lógica do uso do termo *complexo* na linguagem cotidiana e os resultados negativos da literatura em psicologia em classificar as tarefas e seus níveis de complexidade mostram

que para uma adequada fundamentação da taxonomia de tarefas parece necessário: 1) que se considere *complexidade* como um termo disposicional aberto cujo uso indica que, devido à *aprendizagem*, 2) a realização ou o desempenho sob a tarefa pode alterar-se, de tal forma que uma tarefa inicialmente difícil ou complexa passa a ser considerada fácil ou simples. A seguir, utilizando a análise conceitual do uso de expressões relativas a “operações mentais” tais como “fazer na cabeça”, “fazer de cabeça” ou “fazer mentalmente”, tentar-se-á apontar para um modo de se lidar com os dois aspectos que têm se mostrado importantes para a classificação de tarefas: complexidade e automatismo.

Análise conceitual da expressão “fazer na cabeça”

Oliveira-Castro (1992) acompanha Ryle (1949/1963) em sua análise do uso, na linguagem cotidiana, da expressão “fazer na cabeça”, e ressalta as confusões conceituais que decorrem em psicologia da não compreensão de que a expressão “fazer algo na cabeça” (uma operação aritmética, reconhecer rostos, cantarolar uma melodia...) possui um aspecto *metafórico e negativo*. Trata-se de um uso metafórico porque são sentenças do tipo “como se”: ao dizer que realizo cálculos aritméticos “de cabeça” é *como se* eu pudesse ver os números se sucedendo tal como numa calculadora e ninguém esperaria, por exemplo, que tais números pudessem ser radiografados (Oliveira Castro, 1992). A expressão “fazer na cabeça” tem um aspecto negativo por indicar que algo não ocorreu. Ao dizer que se sabe o número de um telefone “de cabeça”, o indivíduo está resumindo uma série de ocorrências tais como: é capaz de dizer o número *sem* precisar consultar a agenda, a lista telefônica ou alguém.

Segundo Oliveira-Castro (1992; 1993), a análise conceitual de “fazer na cabeça” pode ser exemplificada com a análise do uso do termo *memória*. Antes de ser um termo técnico da Psicologia,

memória é um termo da linguagem cotidiana e deixa de ser um conceito misterioso quando se explicita a lógica do seu uso na linguagem cotidiana e compreende-se o seu caráter de conceito disposicional aberto. A desconsideração desse aspecto metafórico e negativo conduziu, segundo Oliveira Castro (1992; 1993), a teorias que interpretam o conceito de memória positivamente indicando que algo está ocorrendo só que em outro lugar, isto é, substituiu-se a metáfora de “fazer na cabeça” por um lugar conceitual, onde se armazenariam melodias, números de telefones, rostos, significados (memória semântica), sensações (memória sensorial), fatos (memória para fatos) etc (Richardson e Bjork, 1988).

Embora não tenha sido elaborada para a análise de complexidade de tarefas, a análise conceitual proposta por Oliveira-Castro (1992; 1993) parece atender às duas condições apontadas como necessárias para uma adequada fundamentação da taxonomia das tarefas a partir da qual poder-se-ia elaborar uma classificação das tarefas, *a saber, complexidade concebida como um termo disposicional e descritivo do processo de mudança no desempenho sob uma tarefa*. A análise conceitual de complexidade discutida anteriormente parece se relacionar com alguns usos que caracterizam a realização de certas tarefas “de cabeça”, segundo a análise de Oliveira-Castro (1992; 1993). Considerando-se, por exemplo, a realização de uma tarefa de resolução de cálculos matemáticos complexos (e.g., a distância da terra à lua) pode-se afirmar que inicialmente esta tarefa fosse resolvida no papel por um aluno de colegial. Após resolver certo número de problemas afins o aluno descobre que a estratégia de resolução dos problemas é redutível a um conjunto de poucos passos a serem seguidos, o aluno pode vir a resolver os problemas “de cabeça”, isto é, sem o uso de papel e lápis. De acordo com o uso do termo na linguagem cotidiana, pode-se afirmar que algumas coisas deixaram de ocorrer quando o indivíduo resolveu os problemas “de cabeça” (não consultou o livro, não escreveu no papel, não perguntou ao professor etc). A interpretação positiva das teorias

psicológicas afirma que ao fazer os cálculos “de cabeça” o aluno está fazendo, privadamente, algo análogo ao que realizava anteriormente no papel, e a tarefa do psicólogo seria determinar como é possível realizar esses cálculos privadamente. Além de se desconsiderar o processo de aprendizagem (características da tarefa, por exemplo) ignora-se que o uso da expressão “fazer de cabeça” não se refere a nada dentro do indivíduo.

Como decorrência da análise conceitual proposta por Oliveira-Castro (1992; 1993), ao invés de se perguntar para qual “lugar” foram os números memorizados, dever-se-ia investigar quais as condições (antecedentes e consequentes) necessárias e suficientes para que alguém diga o número de um telefone sem olhar a lista telefônica. Consultar a lista telefônica pode ser considerada como uma resposta intermediária que diminui (podendo não mais ocorrer) dada certas condições de aprendizagem. A diminuição da resposta intermediária pode ser considerada como análoga aos atalhos introduzidos por Argote e colaboradores (1995) na explicação dos efeitos menos deletérios da mudança de turno sob o desempenho de tarefas complexas. Diferentemente do conceito de atalho ou automatismo, a noção de diminuição da resposta intermediária é parte integrante de quase qualquer tarefa, ao contrário do conceito de atalho que surgiu de observações assistemáticas de Argote e colaboradores (1995).

Questões empíricas decorrentes da análise conceitual

A nova conceituação mencionada acima engendra um procedimento que em parte segue o plano geral das experiências sobre memória (Woodworth e Marquis, 1968), isto é, segue a fórmula E-I-T, onde, estuda-se um determinado material (E), a seguir tem-se um intervalo de tempo (I) após o qual testa-se a retenção do material estudado (T). Os experimentos específicos dependerão do tipo de pergunta que se deseja responder. Se o interesse é descobrir as condições ideais para a

aprendizagem rápida, serão manipuladas as condições referentes a (E), durante um intervalo de tempo (T) de duração (D) e mantendo (T) constante como teste de aprendizagem. A tarefa do sujeito é aprender e recordar; o objetivo do experimentador é descobrir o que o indivíduo aprende, como aprende e quais são as condições necessárias e suficientes para a aprendizagem e a recordação. Esse novo procedimento possibilita a investigação do aspecto empírico da noção de memória como um conceito negativo, que vem a ser o desaparecimento da resposta intermediária de consulta à fonte onde está a informação a ser memorizada (Oliveira Castro, 1993).

O efeito da complexidade de uma tarefa pode ser estudada sistematicamente sob qualquer um dos paradigmas supracitados (extensão da memória, motivação, tarefas secundárias). Serão investigados, no presente experimento, os efeitos sistemáticos de complexidade sob uma tarefa de memorização. Tem-se a possibilidade de mapear a aquisição de uma sequência de respostas arbitrária (análoga à aquisição de sílabas sem sentido de Ebbinghaus) onde manipula-se a complexidade dos componentes desta sequência de respostas. O experimento conduzido insere-se no programa de pesquisa de Oliveira Castro e colaboradores sobre complexidade das tarefas de memorização. Neste tipo de tarefa o sujeito é apresentado a uma tarefa de pares associados onde somente o primeiro componente do par é apresentado; para saber qual é o segundo componente do par o sujeito deve emitir uma resposta de auxílio (pressionar a tecla com seta para cima). A seguir, o sujeito digita os caracteres correspondentes ao segundo componente do par. A tarefa do sujeito é, ao longo das tentativas, digitar corretamente todos os caracteres sem emitir a resposta de auxílio.

A Figura 1 mostra, para um sujeito, as variáveis consideradas e as medidas utilizadas. Observa-se que a razão entre a média do tempo da resposta de auxílio pela média de respostas corretas decresce como uma função semilogarítmica das tentativas, descrita por

$$\text{tempo/corretas} = b - a(\log \text{ tentativas}) \quad (1)$$

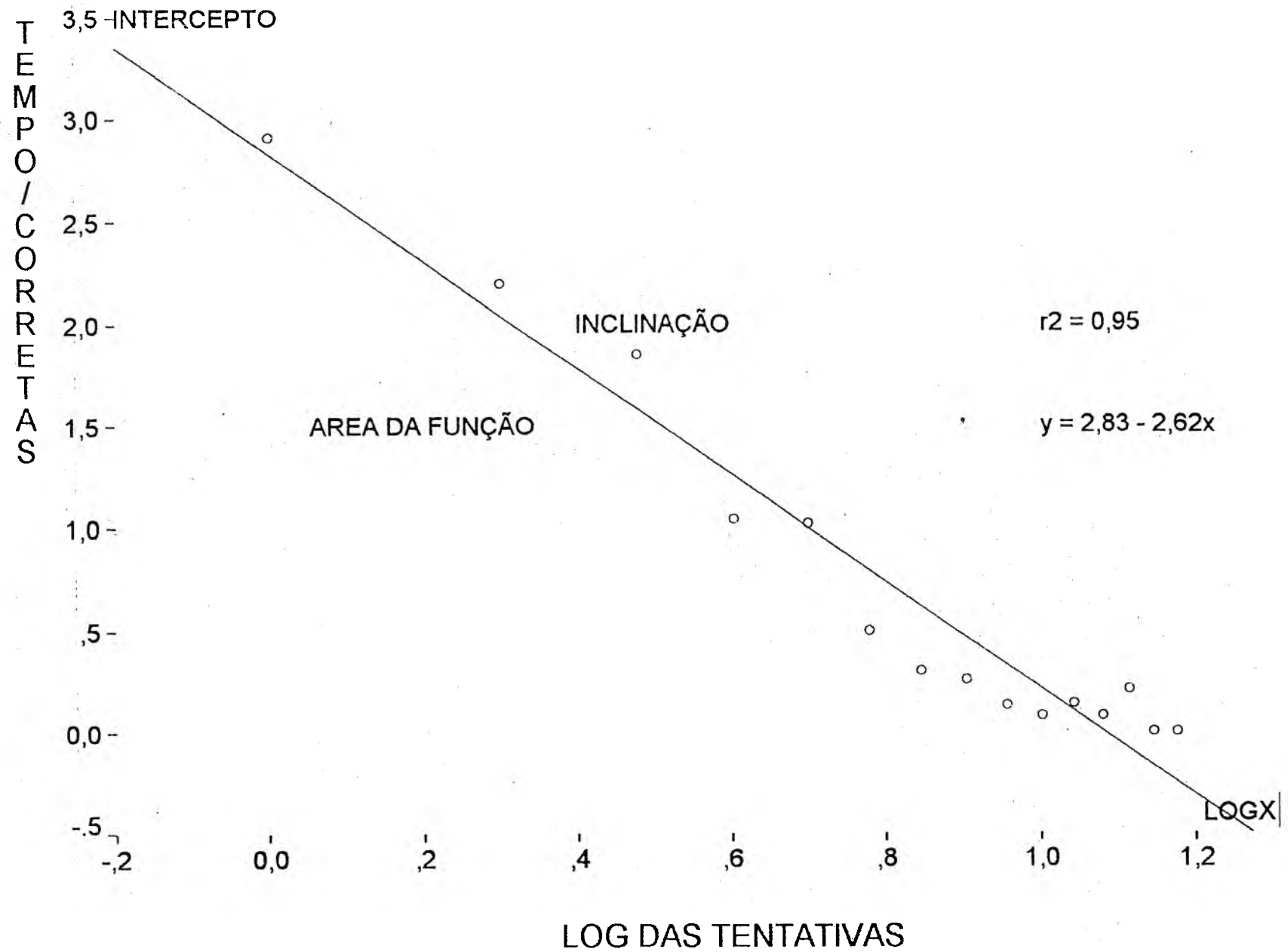


Figura 1 - RETA DE REGRESSÃO COM OS PARÂMETROS DA FUNÇÃO E A MEDIDA DE ÁREA DA FUNÇÃO PARA O SUJEITO 10.

A reta de regressão ligando os pontos é uma equação linear onde o intercepto, b , representa o tempo de auxílio na primeira tentativa; a inclinação, a , representa a taxa de decréscimo ao longo das tentativas; e $\log x$, razão entre intercepto e inclinação, fornece o valor da tentativa quando y (a média de tempo de auxílio/corretas) é zero, isto é, a tentativa onde ocorreria a memorização conforme predito pela regressão. A área sob a reta de regressão, representa o tempo total estimado para que ocorra a memorização, e é obtida quando tempo de auxílio/corretas na equação 1 é zero, resultando em $b^2/2a$.

No experimento de Oliveira-Castro, Coelho, e Abbad (1992), foram utilizados 8 pares de símbolo-números, sendo que quatro dos números eram formados de cinco dígitos variando de "1" a "9" e os outros quatro números iniciavam-se com três "0" (e.g., 000 __) e outros dois dígitos variando de "1" a "9". O número de tentativas necessárias para memorização foi maior para os números cujos dígitos variavam de "1" a "9" do que para os números que iniciavam com três zeros. Esse resultado se manteve mesmo substituindo, em experimentos posteriores, os números que iniciavam com "000 __" por números que iniciavam por "333 __" e intercalando o "3" no conjunto (3 3). Os autores discutem os resultados em termos de quanto maior o número de alternativas de respostas possíveis na situação mais complexa torna-se a tarefa.

Oliveira Castro, Coelho e Abbad (1993) utilizaram consoantes ao invés de números, sendo que um conjunto de quatro pares de consoante-símbolo foram formados por duas consoantes; e um conjunto de quatro pares de consoante-símbolo foram formados pela escolha com repetição de cinco dentre as 19 consoantes do alfabeto. Não houve efeito sistemático do número de alternativas sobre o número de tentativas necessárias para o desaparecimento da resposta intermediária. Contudo, para cinco crianças de 8 a 12 anos sob a mesma condição experimental, os resultados mostraram que o efeito do número de alternativas de respostas foi inversamente proporcional à idade dos sujeitos.

sugerindo que o efeito da experiência em lidar com letras pode ter afetado os resultados com adultos. Estes resultados sugerem a utilização de materiais arbitrários, o que foi realizado em experimentos subsequentes.

Utilizando dois conjuntos de códigos arbitrários formados por cinco elementos escolhidos aleatoriamente dentre quatro elementos diferentes, procurou-se verificar a função de diminuição da resposta intermediária. Houve diferença entre os dois conjuntos quanto à memorização dos códigos, possivelmente devido ao número de elementos diferentes que compõem cada código e ao número de elementos diferentes por posição (Oliveira Castro, Abbad-OC, Coelho, Souza, Flores e Pacheco, 1994). Em três experimentos subsequentes considerou-se os quatro pares de símbolo-código como uma matriz e manipulou-se, simultaneamente, o número de elementos diferentes na linha (isto é, o código) e na coluna (isto é, a posição relativa ocupada pelos cinco elementos dos quatro códigos) da matriz. Para quatro dos pares de códigos-símbolos com os seguintes valores de número de elementos diferentes no código e na posição foram respectivamente, 3x3, 2x4 e 4x2. Os outros quatro pares foram sempre de valor 4x4. Os aumentos no número de elementos diferentes acarretaram aumento do tempo necessário para memorização (Oliveira Castro, Abbad-OC, Coelho, Souza, Flores e Pacheco e Capone, 1994).

Mais recentemente, a análise dos dados tem sugerido que, ao invés do número de elementos diferentes que compõem cada código, pode-se manipular a taxa de associação de cada elemento ao símbolo (razão entre o total de ocorrências do elemento pelo número de símbolos em que ocorre) (TAS). Ao invés do número de elementos diferentes por posição, pode-se manipular a taxa e associação do elemento a cada posição no código (razão entre o total de ocorrências do elemento pelo número de posições nos códigos) (TAP).

Uma forma de descrever a complexidade da tarefa de memorização dos experimentos

supracitados é supor que o índice de complexidade da tarefa seria função 1) do número de pares associados ou códigos (há diferenças entre a memorização de um ou quatro pares associados); 2) do número de elementos que compõem os pares (como demonstrado por Oliveira-Castro e colaboradores (1992), há diferenças entre memorizar quatro pares associados de código-símbolos compostos com dois elementos e memorizar quatro pares compostos de cinco elementos diferentes); 3) e do número de posições que cada elemento do código pode ocupar (há diferenças entre memorizar pares associados onde os códigos são compostos por cinco elementos e pares associados onde os códigos são formados por 10 elementos).

O presente experimento visa determinar se o tempo total estimado pela equação de regressão (área da função = $b^2/2a$) é afetado pela manipulação de três dimensões da complexidade da tarefa: o número de elementos, a taxa de associação ao símbolo e a taxa de associação à posição.

Método

Sujeito

Participaram como sujeitos do experimento 24 alunos da Universidade de Brasília ($\bar{x} = 20$ anos, $s = 2,7$), sendo 13 do curso de psicologia e 11 de outros cursos. Oito sujeitos eram do sexo masculino ($\bar{x} = 21,12$ anos, $s = 3,9$) e dezesseis sujeitos do sexo feminino ($\bar{x} = 19,44$ ano, $s = 1,6$). Quatro alunos se voluntariaram e 20 alunos receberam pontos em disciplina proporcionalmente às horas de participação na pesquisa.

Material

O experimento foi integralmente executado em um computador Swan 586 SX; e o programa foi feito em Pascal, versão 5.5. Quarenta e sete caracteres e vinte e quatro símbolos foram criados a partir da tabela ASCII. Os caracteres foram colados sobre as teclas do teclado (Figura 2). A seleção dos caracteres para a composição dos códigos foi feita dividindo o teclado arbitrariamente em oito regiões. Sete regiões continham seis caracteres e uma três caracteres. Desse modo, dentre cinco regiões, retirou-se um caractere de cada para a composição de cada código. A regra adotada estabelecia que os caracteres que compunham os códigos deveriam ser de regiões diferentes do teclado, como uma tentativa de controlar o possível efeito da posição dos caracteres no teclado.

Procedimento

Antes de iniciar a sessão experimental, apresentou-se aos sujeitos as seguintes instruções na tela do computador:

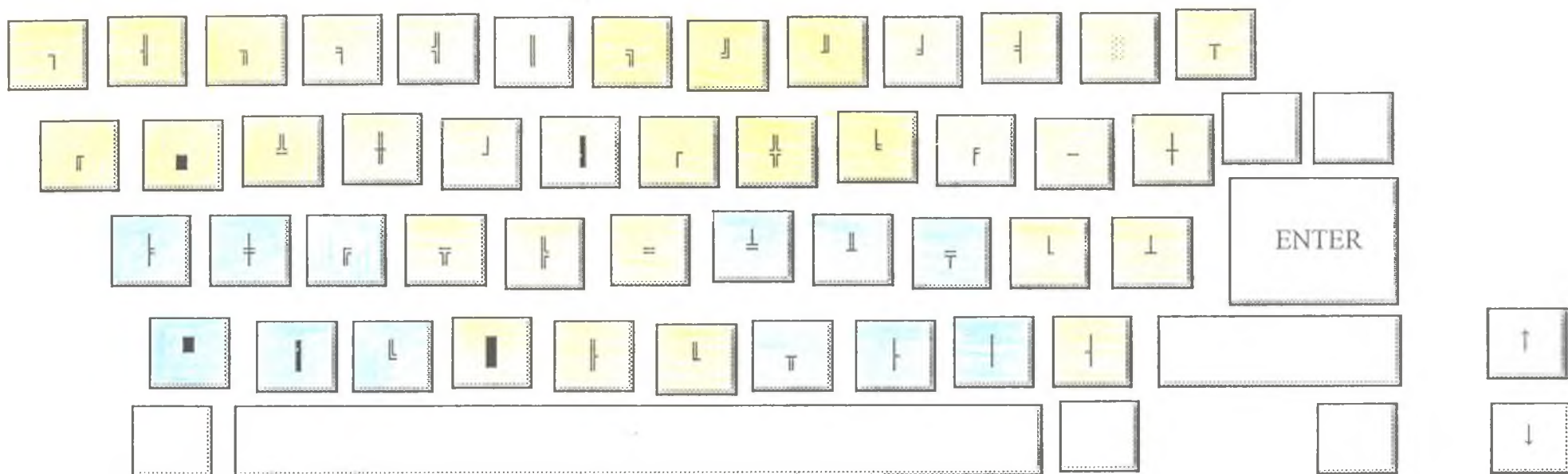


Figura 2 - Teclado utilizado nas cinco sessões experimentais dos 24 sujeitos. As oito regiões estão marcadas com cores distintas.

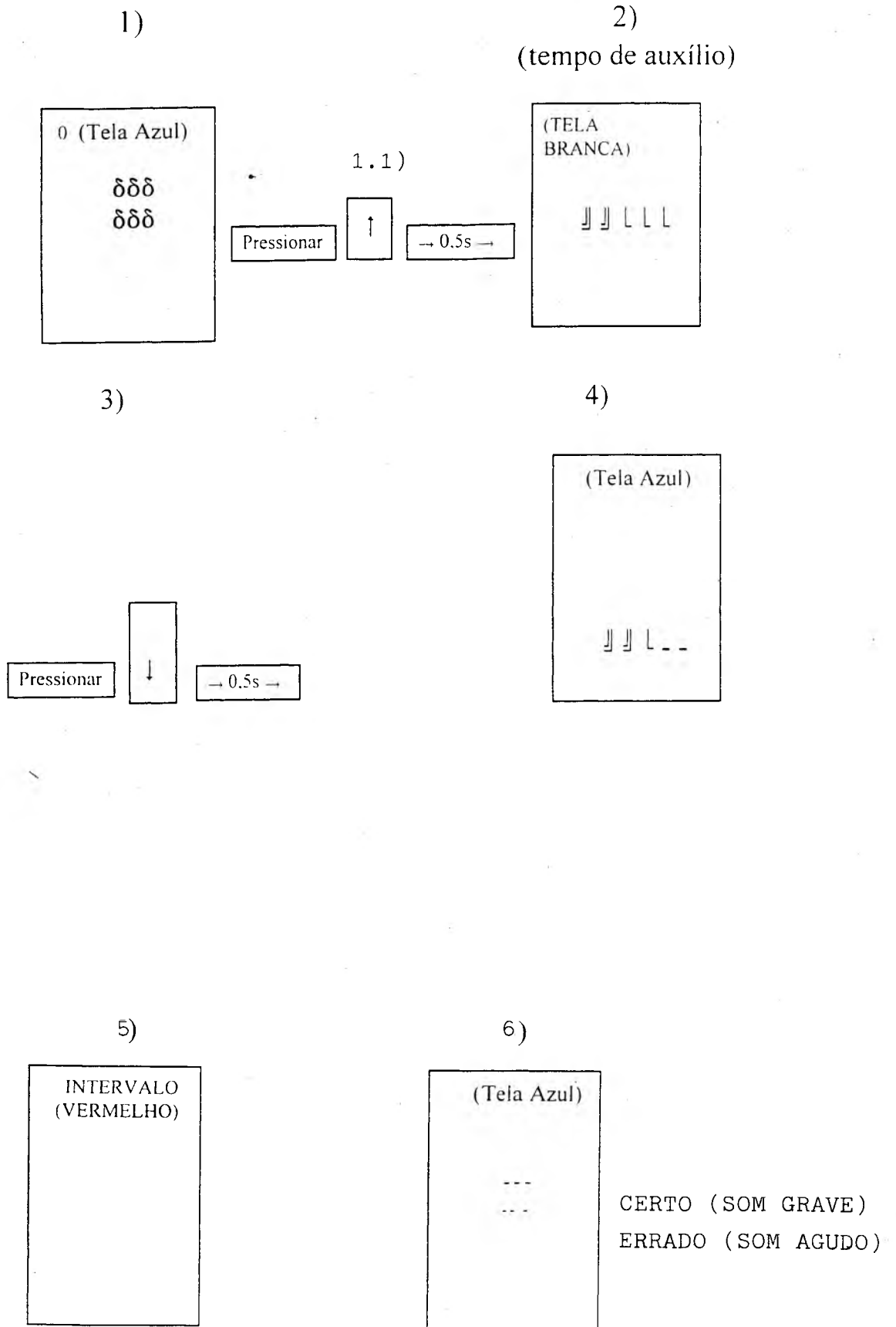
Agradecemos a sua participação neste experimento sobre memória. A sua tarefa consiste em memorizar alguns códigos, cada um associado a um símbolo. Leia com atenção as instruções a seguir.

*Um símbolo aparecerá numa tela azul. **PRESSIONE** a tecla contendo a seta para cima [↑] para ver o código correspondente ao símbolo, o qual aparecerá numa tela de cor branca. **PRESSIONE** a tecla contendo a seta para baixo [↓], para retornar à tela azul, quando estiver pronto para escrever o código. Para escrever o código, **DIGITE** um componente do código de cada vez, usando as teclas do teclado.*

*Atenção ! Você **NÃO** poderá corrigir as suas respostas. Se você digitar um componente errado, continue. Digite o próximo componente que compõe o código. Se você digitar todos os componentes do código corretos, aparecerá a palavra **CERTO** ! Na tela. Se qualquer dos componentes estiver errado, aparecerá a palavra **ERRADO** !*

*Os símbolos se repetirão no decorrer da sessão e estarão sempre associados aos mesmos códigos. A sua tarefa portanto é memorizar o código correspondente a cada símbolo. Você poderá consultar a tela branca sempre que julgar necessário. Porém, cada vez que você digitar um código corretamente **SEM** o auxílio da tela branca você ganhará um ponto no marcador à esquerda da tela. Após a apresentação do som, um novo símbolo será apresentado, e você deverá seguir os mesmos passos descritos acima. Pressione a tecla [Enter] para ver alguns exemplos.*

Uma tentativa foi definida como a apresentação dos oito pares de símbolo-códigos. Cada tentativa iniciou-se com a apresentação de um símbolo numa tela azul (ver Figura 3); o sujeito deveria pressionar a tecla [↑] para acessar o código correspondente ao símbolo apresentado na tela azul. Após 0,5 segundo o código aparecia no alto da tela, e o tempo de exposição ao código na



tela branca foi computado como tempo do auxílio. O sujeito deveria pressionar a tecla [1], e, após 0,5 segundo, retornava à tela azul onde deveria digitar os códigos da tela branca. Se todos os caracteres digitados estivessem corretos aparecia a palavra "CERTO" inscrita em verde na parte inferior da tela simultaneamente ao som agudo. Se pelo menos um dos caracteres digitados estivessem incorretos aparecia a palavra "ERRADO" inscrita em vermelho na parte inferior da tela simultaneamente ao som grave. Após 0,5 segundo à emissão do som grave ou agudo apresentava-se outro símbolo na tela azul. Um anteparo foi colocado sobre a tecla "CAPS LOCK" cuja função é selecionar as teclas específicas de letras maiúsculas, pois, o programa foi elaborado de tal forma que os caracteres só apareciam quando esta tecla estivesse acionada.

Inicialmente, como introdução à tarefa, apresentou-se ao sujeito dois exemplos de pares associados, onde reiterou-se o objetivo da tarefa: digitar os códigos sem recorrer à tela de auxílio. Tais pares não apareceram na sessão experimental. Caso o sujeito digitasse os códigos correspondentes sem consultar a tela de auxílio um ponto era adicionado no marcador na parte superior esquerda da tela. Na primeira sessão, após a instrução, oito símbolos e seus respectivos códigos, de 5 caracteres cada, apareciam na tela em 24 tentativas cada um, em ordem semi aleatória, numa sequência repetida três vezes. A sessão terminava após o sujeito obter 16 pontos consecutivos (ou seja, digitar corretamente todos os oito códigos correspondentes aos oito símbolos em quatro tentativas consecutivas) ou após as 24 apresentações de cada um dos oito pares. Nas segunda, terceira, quarta e quinta sessões, após a instrução, quatro símbolos e seus respectivos códigos, de 5 caracteres cada, apareciam na tela em 48 tentativas cada um, em ordem semi aleatória, numa sequência repetida três vezes. Uma tentativa foi definida como a apresentação dos quatro pares de símbolo-códigos. A sessão terminava após o sujeito obter 16 pontos consecutivos (ou seja, digitar corretamente todos os quatro códigos correspondentes aos

quatro símbolos em duas tentativas consecutivas) ou após as 24 apresentações de cada um dos quatro pares. Foram registradas todas as respostas corretas para cada item do código para todas as tentativas, todas as respostas de frequência de auxílio e todos os tempos de permanência na tela de auxílio. A sala onde o experimento foi conduzido não tinha isolamento acústico tendo sido utilizado, pelos sujeitos, um fone de ouvido através do qual foi emitido um ruído branco.

Delineamento

O experimento utilizou um delineamento intra sujeito 4x4x4 (condição x sessão x conjunto) e um balanceamento incompleto: os 24 sujeitos foram divididos em quatro grupos de seis sujeitos em cada um (ver Tabela 1).

Na Condição 1, que correspondeu à primeira sessão, igual para todos os sujeitos, os oito pares código-símbolo foram formados, cada um, por um único caractere. Esta condição teve por objetivo principal possibilitar o aprendizado da tarefa por parte do sujeito. Pode-se ver pela Tabela 2 que esta condição foi composta por oito pares associados de símbolo-códigos, sendo que cada código foi composto por um caractere repetido cinco vezes.

Em termos de complexidade, a Sessão 1 pode ser decomposta em, pelo menos, quatro dimensões: 1) a dimensão número de pares refere-se a quantos pares de símbolo-códigos compõem a tarefa. Desse modo, para a Sessão 1, que tinha oito pares de símbolo-códigos, o valor correspondente ao número de pares é 8; 2) a dimensão número de elementos refere-se ao número de caracteres que aparecem no conjunto de códigos apresentados. Desse modo, para a Sessão 1, que tinha oito caracteres na formação do conjunto dos oito pares de símbolo-códigos, o valor correspondente ao número de elementos foi 8; 3) a dimensão taxa de associação ao símbolo (TAS) refere-se à razão entre o número de caracteres ou componentes do(s)

Tabela 1 - Delineamento com balanceamento incompleto de sessão, conjunto e condição para os quatro grupos com seis sujeitos em cada Grupo.

Grupo 1	Grupo 2
Sessão 1 Conjunto 1 Condição 1	Sessão 1 Conjunto 1 Condição 1
Sessão 2 Conjunto 2 Condição 2	Sessão 2 Conjunto 2.1 Condição 3
Sessão 3 Conjunto 3 Condição 3	Sessão 3 Conjunto 3.1 Condição 2
Sessão 4 Conjunto 4 Condição 4	Sessão 4 Conjunto 4 Condição 5
Sessão 5 Conjunto 5 Condição 5	Sessão 5 Conjunto 5 Condição 4
Grupo 3	Grupo 4
Sessão 1 Conjunto 1 Condição 1	Sessão 1 Conjunto 1 Condição 1
Sessão 2 Conjunto 3.1 Condição 2	Sessão 2 Conjunto 3 Condição 3
Sessão 3 Conjunto 2.1 Condição 3	Sessão 3 Conjunto 2 Condição 2
Sessão 4 Conjunto 5 Condição 4	Sessão 4 Conjunto 5 Condição 5
Sessão 5 Conjunto 4 Condição 5	Sessão 5 Conjunto 4 Condição 4

Tabela 2 - Pares de simbolo-código na condição 1 indicando o número de elementos (NE), a taxa de associação ao símbolo (TAS), a taxa de associação à posição (TAP) e o número de pares (PARES).

Condição 1 (NE = 8; TAS = 5; TAP = 1; PARES = 8)

SÍMBOLO	CÓDIGO
£££ £££	ℓ ℓ ℓ ℓ ℓ
≡≡≡ ≡≡≡	π π π π π
ΦΦΦ ΦΦΦ	τ τ τ τ τ
øøø øøø	‡ ‡ ‡ ‡ ‡
¥¥¥ ¥¥¥	ℓ ℓ ℓ ℓ ℓ
JJJ JJJ	‡ ‡ ‡ ‡ ‡
]]]]]]	† † † † †
βββ βββ	‖ ‖ ‖ ‖ ‖

código(s) pelo número de símbolos em que estes caracteres aparecem. Desse modo, para a Sessão 1, que tinha para os oito pares, cinco caracteres associados a apenas um símbolo, o valor correspondente à taxa de associação ao símbolo foi 5; 4) a dimensão taxa de associação à posição (TAP) refere-se à razão entre o número de caracteres ou componentes do(s) código(s) pelo número de posições assumidas por estes caracteres. Desse modo, para a Sessão 1, que tinha, para todos os oito pares, cinco caracteres em cinco posições, o valor correspondente à taxa de associação à posição foi 1.

Pode-se ver, pela Tabela 3, que a Condição 2 foi composta por quatro pares associados de símbolo-códigos, sendo que cada código foi composto por dois caracteres que aparecem associados a dois símbolos resultando no valor da taxa de associação ao símbolo de 2,5 e o de taxa de associação à posição igual a 1.

Pode-se ver pela Tabela 4 que a Condição 3 foi composta por quatro pares associados símbolo-códigos, sendo que cada código foi composto por dois caracteres que aparecem associados a um símbolo de tal forma que o valor da taxa de associação ao símbolo resultante é a média do número de vezes que os dois caracteres aparecem associados ao símbolo, isto é, 2,5 e o de taxa de associação à posição 1. O que diferencia esta condição da condição 2 é o número total de elementos que o conjunto dos pares associados possui. Comparando as Condições 2 e 3 altera-se apenas o número de elementos; e, espera-se que aumento no número de elementos no conjunto formado pelos quatro códigos aumente o tempo total para a memorização.

Pode-se ver, pela Tabela 5, que a Condição 4 foi composta por quatro pares associados de símbolo-códigos, sendo que cada código foi composto por quatro caracteres que aparecem associados a quatro símbolos resultando no valor da taxa de associação ao símbolo de 1,25 e o de taxa de associação à posição 1. Comparando-a com a condição 2 altera-se o valor da taxa de

Tabela 3 - Pares de simbolo-código na condição experimental 2 indicando o número de elementos (NE), a taxa de associação ao símbolo (TAS), a taxa de associação à posição (TAP) e o número de pares (PARES).

Condição 2 (ne=4; tas=2,5; tap=1; pares=4)

SÍMBOLO	CÓDIGO
$\begin{matrix} \text{///} \\ \text{///} \end{matrix}$	$\begin{matrix} \text{ } & \text{ } & \text{ } & \text{ } \\ \text{ } & \text{ } & \text{ } & \text{ } \end{matrix}$
$\begin{matrix} \Sigma\Sigma\Sigma \\ \Sigma\Sigma\Sigma \end{matrix}$	$\begin{matrix} \text{ } & \text{ } & \text{ } & \text{ } \\ \text{ } & \text{ } & \text{ } & \text{ } \end{matrix}$
$\begin{matrix} P_t P_t P_t \\ P_t P_t P_t \end{matrix}$	$\begin{matrix} \text{ } & \text{ } & \text{ } & \text{ } \\ \text{ } & \text{ } & \text{ } & \text{ } \end{matrix}$
$\begin{matrix} \delta\delta\delta \\ \delta\delta\delta \end{matrix}$	$\begin{matrix} \text{ } & \text{ } & \text{ } & \text{ } \\ \text{ } & \text{ } & \text{ } & \text{ } \end{matrix}$

Tabela 4- Pares de símbolo-código na condição experimental 3 indicando o número de elementos (NE), a taxa de associação ao símbolo (TAS), a taxa de associação à posição (TAP) e o número de pares (PARES).

Condição 3 (ne=8, tas=2,5; tap=1; pares=4)

SÍMBOLO	CÓDIGO
ΩΩΩ ΩΩΩ	⌈ ⌈ ⌈ ⌈ ⌈
ΓΓΓ ΓΓΓ	= = ⌈ ⌈ ⌈
⊥ -- --	⊥ ⊥ ⌈ ⌈ ⌈
ζζζ ζζζ	⌈ ⌈ ⊥ ⊥ ⊥

Tabela 5 - Pares de simbolo-código na condição experimental 4 indicando o número de elementos (NE), a taxa de associação ao símbolo (TAS), a taxa de associação à posição (TAP) e o número de pares (PARES).

Condição 4 (ne=4; tas=1,25; tap=1; pares=4)

SÍMBOLO	CÓDIGO
YYY YYY	⌈ ℓ ⌋ ⌈
rrr rrr	ℓ ⌈ ⌋
fff fff	ℓ ⌋ ⌈ ℓ
666 666	⌋ ⌈ ⌋ ℓ

associação ao símbolo; e espera-se que diminuição na taxa de associação ao símbolo acarrete aumento no tempo total para a memorização.

Pode-se ver, pela Tabela 6, que a Condição 5 foi composta por quatro pares associados de símbolo-códigos, sendo que cada código foi composto por quatro caracteres que aparecem associados a quatro símbolos resultando no valor da taxa de associação ao símbolo de 1,25 e o de taxa de associação à posição 2,5. Comparando-a com a condição 4, altera-se o valor da taxa de associação à posição; e espera-se que aumento na taxa de associação à posição acarrete diminuição no tempo total para a memorização.

Tabela 6 - Pares de símbolo-código na condição experimental 5 indicando o número de elementos (NE), a taxa de associação ao símbolo (TAS), a taxa de associação à posição (TAP) e o número de pares (PARES).

Condição 5 (ne=4, tas=1,25; tap=2,5; pares=4)

SÍMBOLO CÓDIGO

888

| || | || |

888

∞∞∞∞

| || || || |

∞∞∞∞

ααα

| || | || |

ααα

|||||

| || || || |

|||||

Resultados

Análises preliminares dos dados não mostraram efeitos sistemáticos de frequência de auxílio, tempo de auxílio ou número de corretas, possivelmente devido às características do procedimento utilizado, pois, não há limite nem sobre a frequência de auxílio (podendo o sujeito consultar a tela de auxílio quantas vezes quisesse) nem sobre o tempo de auxílio (podendo o sujeito permanecer na tela de auxílio o tempo que quiser), além disso o tempo de auxílio poderia ser zero (situação onde o sujeito não consulta a tela de auxílio) enquanto ocorreriam erros, o que enviesaria os resultados, sugerindo, de forma enganosa, que o sujeito memorizou quando este ainda comete erros; número de acertos ou corretas também não parece ser uma boa medida, tomada isoladamente, pois o procedimento gera poucos erros produzindo um efeito de teto (*ceiling effect*). Em consonância com estudos anteriores (Oliveira Castro, Coelho e Abbad, 1993), foi utilizada como medida de desempenho a razão entre o tempo da resposta de auxílio dividido pelo número de respostas corretas para todos os pares de símbolo-códigos para cada tentativa.

A Figura 4 mostra o tempo da resposta de auxílio dividido pelo número de respostas corretas em função das tentativas para as cinco condições experimentais. Observou-se que o tempo de auxílio/corretas diminuiu com o aumento das tentativas para todos os sujeitos de todas as condições, sendo que este decréscimo foi maior nas primeiras tentativas. Replica-se, desse modo, os achados iniciais de Ebbinghaus sobre a curva de aprendizagem ou memorização que mostravam uma curva acelerada negativamente quando considerada a diferença entre a medida de tempo de aprendizagem e reaprendizagem em função das tentativas. Observou-se que a condição 1 apresentou um menor valor de tempo/corretas na primeira tentativa e número de tentativas necessárias para a diminuição da resposta intermediária; a condição 4 apresentou os maiores valores de tempo/corretas na primeira tentativa e número de tentativas necessárias para a diminuição da resposta intermediária.

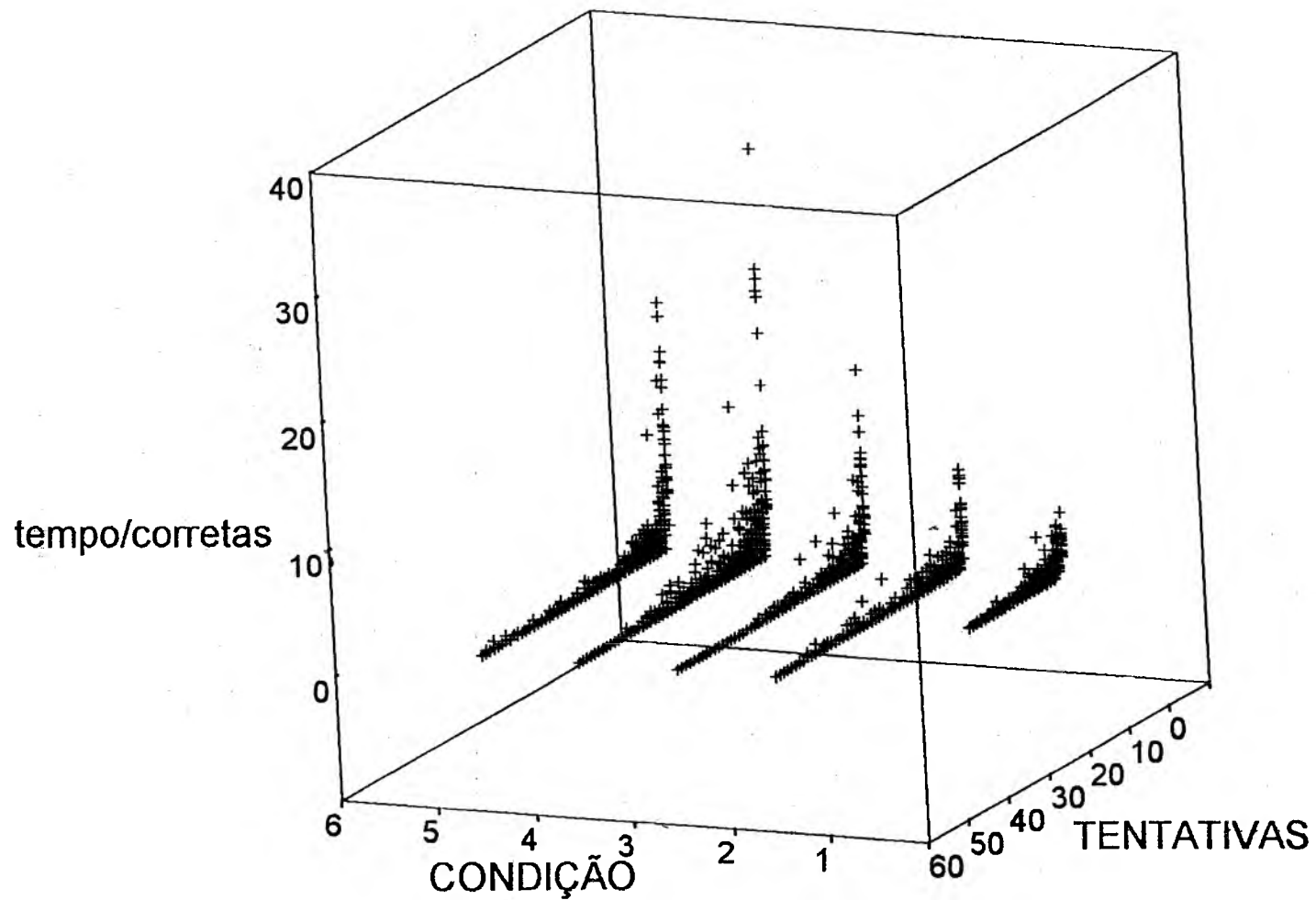


Figura 4. TEMPO/CORRETAS EM FUNÇÃO DAS TENTATIVAS PARA OS 24 SUJEITOS NAS CINCO CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS.

Com o objetivo de ilustrar o padrão de resposta individual, as Figuras 5, 6 e 7 mostram tempo/corretas em função das tentativas nas cinco Condições Experimentais para o Sujeito 10. A Figura 5 mostra tempo/corretas em função das tentativas nas Condições Experimentais 1 e 2 para o Sujeito 10. A Figura 6 mostra tempo/corretas em função das tentativas nas Condições Experimentais 3 e 4 para o Sujeito 10. A Figura 7 mostra tempo/corretas em função das tentativas na Condição Experimental 5 para o Sujeito 10. Excetuando a Condição 2, observa-se para o sujeito 10 um maior valor de tempo/corretas na primeira tentativa e um maior número de tentativas para as condições 3, 4 e 5 comparativamente à Condição 1.

Regressão múltipla de tempo de auxílio/corretas em função das variáveis manipuladas e não manipuladas para as condições experimentais relativas à manipulação de número de elementos (NE), taxa de associação ao símbolo (TAS) e taxa de associação à posição (TAP).

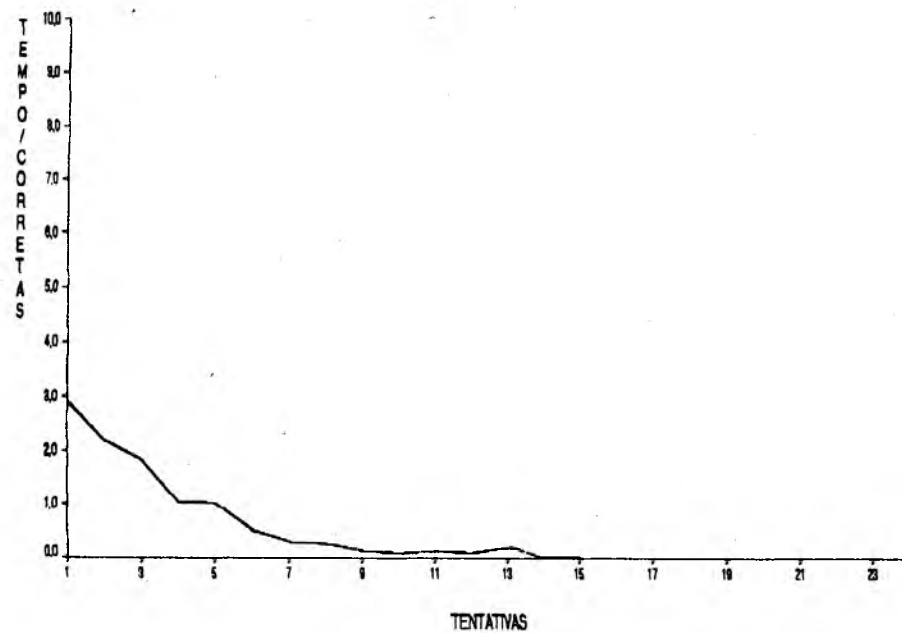
Calculou-se a regressão múltipla de tempo de auxílio/corretas em função das variáveis independentes manipuladas: número de elementos, TAS, TAP, número de pares, sessão, conjunto, e das variáveis não manipuladas sexo e idade para todos os 24 sujeitos, com o fito de verificar se as diferenças observadas entre as condições são estatisticamente significativas, obter a melhor equação linear, avaliar a contribuição das variáveis em conjunto e as possíveis intercorrelações. Utilizou-se o método *stepwise*, onde as variáveis são adicionadas uma de cada vez do conjunto de variáveis independentes até que haja uma mudança significativa no valor de R múltiplo:

Número de elementos (NE)

Regressão múltipla, com o método *stepwise*, da média de tempo de auxílio/corretas em função de número de elementos e das variáveis não manipuladas supracitadas para as sessões em que foi manipulada a variável número de elementos (comparação entre as Condições 2 e 3) não mostrou efeito de nenhuma das variáveis.

CONDIÇÃO 1

NE = 8; TAS = 5; TAP = 1



CONDIÇÃO 2

NE = 4; TAS = 2.5; TAP = 1; PARES = 4

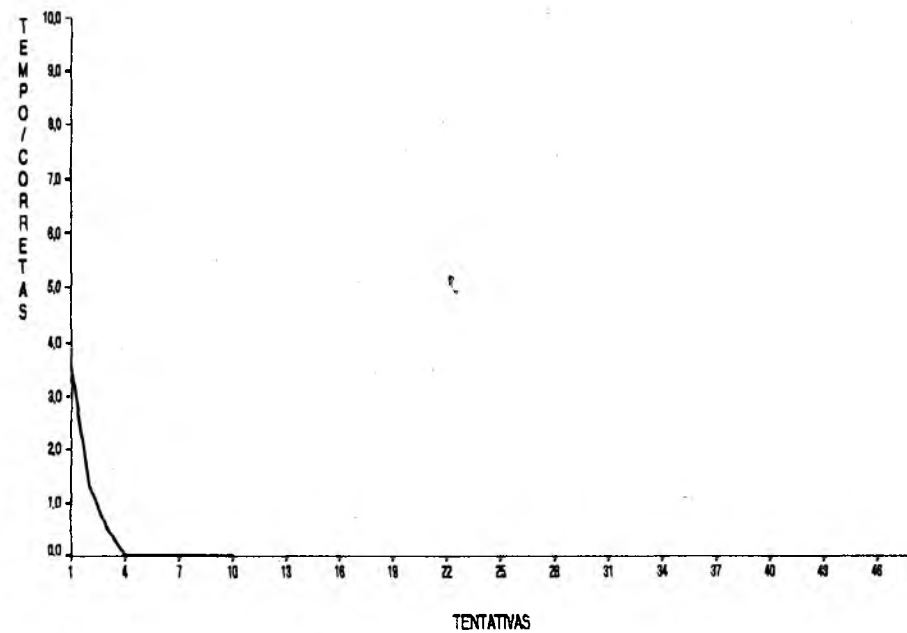
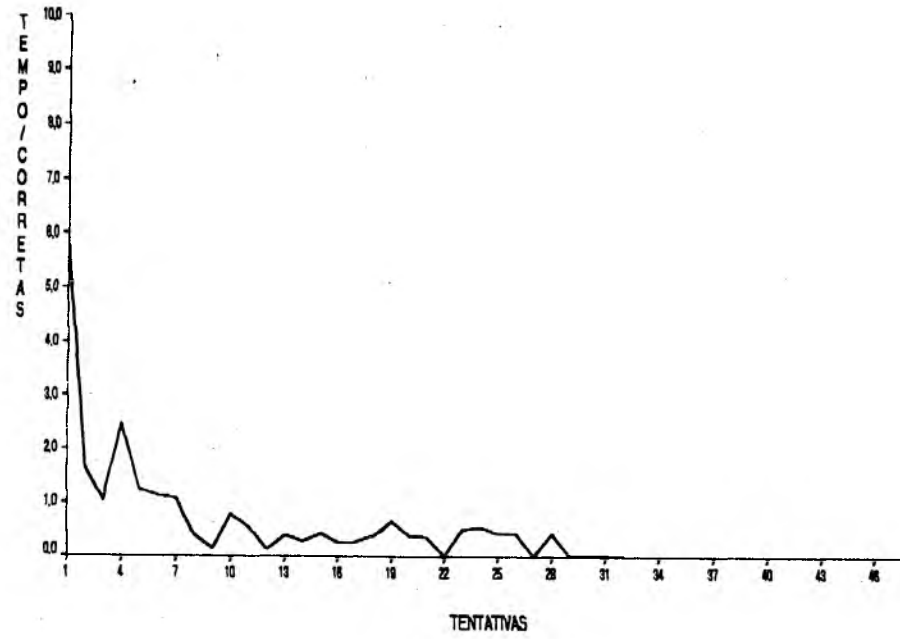


Figura 5 - Tempo/corretas em função das tentativas para o sujeito 10 nas condições experimentais 1 e 2.

CONDIÇÃO 3

NE = 8; TAS = 2,5; TAP = 1; PARES = 4



CONDIÇÃO 4

NE = 4; TAS = 1,25; TAP = 1; PARES = 4

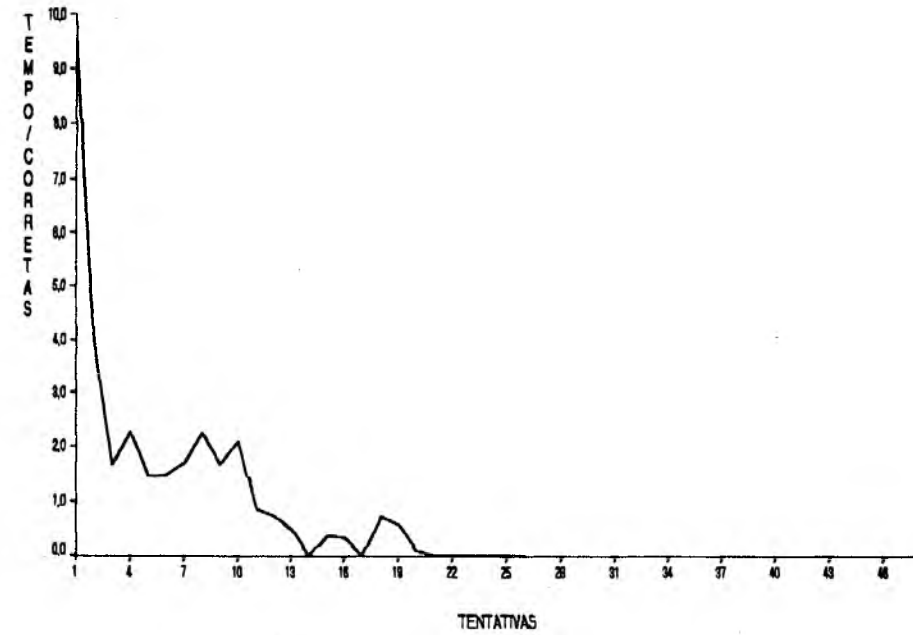


Figura 6 - Tempo/corretas em função das tentativas para o sujeito 10 nas condições experimentais 3 e 4.

CONDIÇÃO 5

NE = 4; TAS = 1,25; TAP = 2,5; Pares = 4

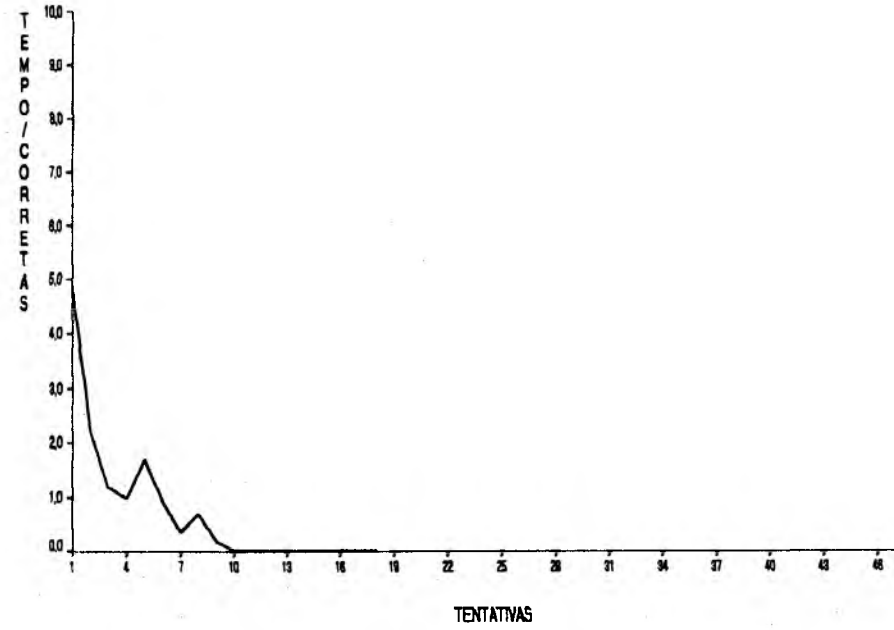


Figura 7 - Tempo/corretas em função das tentativas para o sujeito 10 na condição experimental 5.

Taxa de associação ao símbolo (TAS)

A regressão múltipla, com o método *stepwise*, de tempo de auxílio/corretas em função de TAS e das variáveis não manipuladas supracitadas para as sessões em que foi manipulada a variável número de elementos (comparação entre as Condições 2 e 4) mostrou efeito da variável conjunto, isto é, tempo de auxílio/corretas = 0,25 (conjunto) + 0,29 ($R^2 = 0,23$; R múltiplo = 0,48). Contudo, dado o balanceamento incompleto das condições 2 e 4, pode-se afirmar que diminuição nos valores de TAS acarretou aumentos nos valores de tempo de auxílio/corretas.

Taxa de associação à posição (TAP)

A regressão múltipla, com o método *stepwise*, de tempo de auxílio/corretas em função de TAP e das variáveis não manipuladas supracitadas para as sessões em que foi manipulada a variável número de elementos (comparação entre as Condições 4 e 5) não mostrou efeito de nenhuma das variáveis.

Variáveis derivadas

A análise de resultados obtidos anteriormente (Oliveira-Castro, Abbad-OC, Coelho, Souza, Flores e Pacheco, 1994) mostrou que a soma dos valores de tempo de auxílio/corretas, para cada uma das cinco condições experimentais dos 24 sujeitos, parece ser uma medida mais adequada de tempo total estimado para memorização, dado que com a medida de média tempo de auxílio/corretas, aumentos das tentativas são acompanhados de um decréscimo na média de tempo de auxílio/corretas em cada tentativa, não oferecendo uma medida do tempo de auxílio/corretas médio em todas as tentativas necessárias para a progressiva memorização do material. Portanto, utilizou-se como medida do tempo total estimado para memorização o valor de área da função ($b^2/2a$). A tabela em anexo mostra os valores obtidos de r^2 , intercepto, inclinação, $\log x$ e área da função para as cinco sessões (e seus correspondentes conjuntos e condições experimentais) conforme idade e sexo dos 24

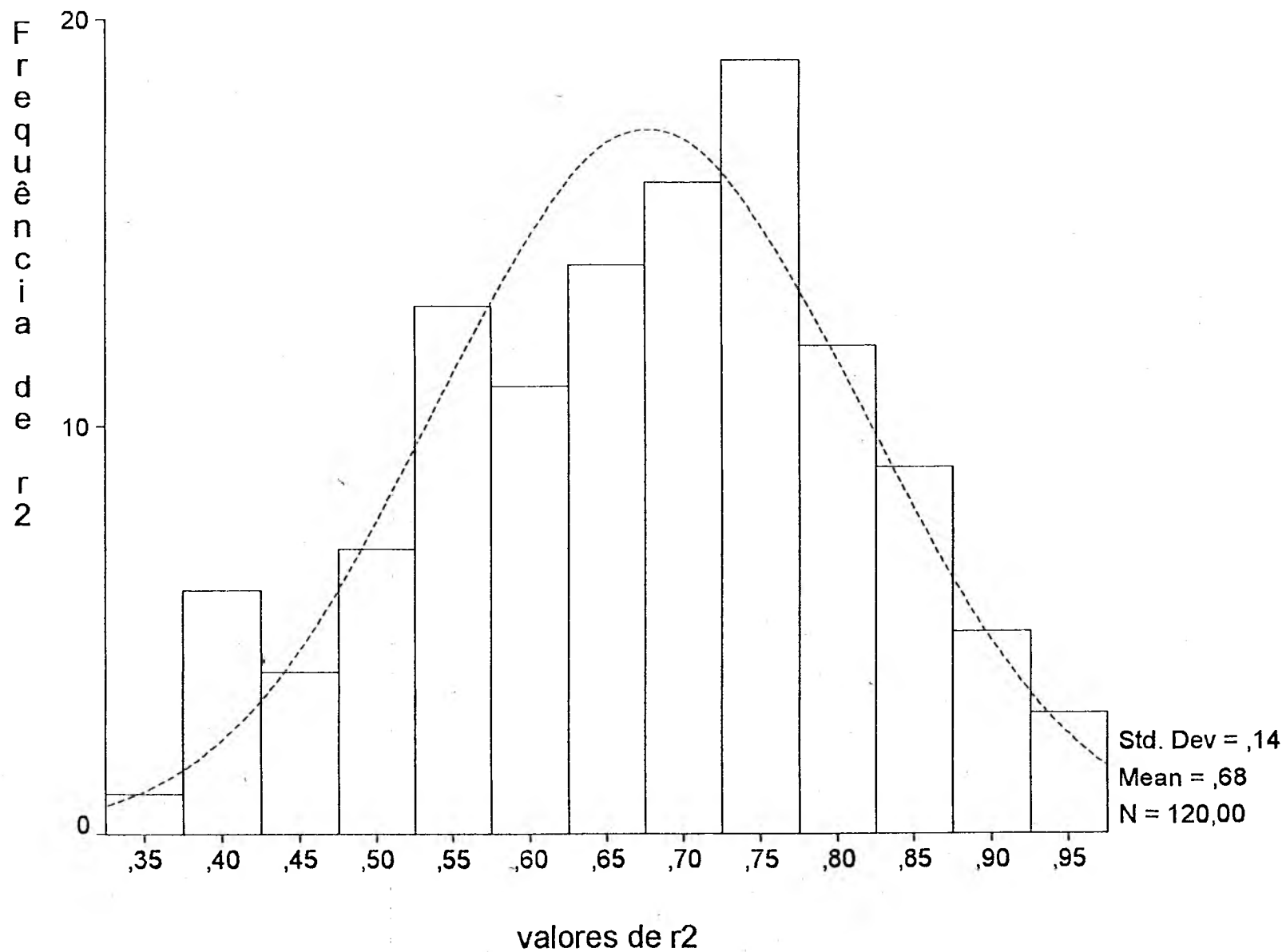


Figura 8- DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIA DE r2 PARA OS 24 SUJEITOS NAS CINCO CONDIÇÕES.

sujeitos. Vale ressaltar que foi obtida alta correlação (0,92) entre intercepto e inclinação, as duas medidas utilizadas na medida composta de área da função. A Figura 8 mostra a distribuição de r^2 para as cinco sessões dos 24 sujeitos. Observou-se que a média da distribuição foi de 0,68, o que mostra um bom ajuste dos dados à equação semilogarítmica.

Regressão múltipla de área em função das variáveis manipuladas e não manipuladas para as condições experimentais relativas à manipulação de número de elementos (NE), taxa de associação ao símbolo (TAS) e taxa de associação à posição (TAP).

Calculou-se a regressão múltipla de área em função das variáveis principais TAS, TAP, número de elementos; das variáveis independentes secundárias número de pares, sessão, conjunto; e das variáveis não manipuladas sexo e idade nas condições em que cada uma das variáveis principais foram manipuladas.

Número de elementos (NE)

O cálculo da regressão múltipla, com o método *stepwise*, de área em função de número de elementos (NE), conjunto, idade, sessão e sexo para as sessões em que foi manipulada a variável número de elementos (comparação entre as Condições 2 e 3) mostrou efeito de número de elementos, isto é, $\text{Área} = 0,20 (\text{elementos}) + 0,43$ ($R^2 = 0,20$; R múltiplo = 0,45). Desse modo, aumento no número de elementos acarretou aumentos nos valores de área.

Taxa de associação ao símbolo (TAS)

Foi calculada a regressão múltipla, com o método *stepwise*, para as sessões em que foi manipulada a variável independente TAS (comparação entre as Condições 2 e 4). Desse modo, a área em função de TAS, conjunto, idade, sessão e sexo mostrou efeito de TAS, isto é, $\text{Área} = -2,36 (\text{TAS}) + 7,15$ ($R^2 = 0,44$; R múltiplo = 0,66), ou seja, a diminuição nos valores de TAS acarretou aumentos nos valores de área.

Taxa de associação à posição (TAP)

Para as sessões em que foi manipulada a variável TAP (comparação entre as Condições 4 e 5), a regressão múltipla, com o método *stepwise*, de área em função de TAP, conjunto, idade, sessão e sexo mostrou efeito de TAP, isto é, $\text{área} = -0,93 (\text{TAP}) + 5,14$ ($R^2 = 0,11$; R múltiplo = 0,34). Desse modo, a diminuição nos valores de TAP acarretou aumentos nos valores de área.

Regressão múltipla das variáveis dependentes intercepto, inclinação, r^2 e $\log x$ em função das variáveis independentes manipuladas.

Calculou-se a regressão múltipla de intercepto, inclinação, r^2 e $\log x$ em função das variáveis principais TAS, TAP, número de elementos e das variáveis independentes secundárias conjunto, idade, sessão e sexo, nas condições em que cada uma destas variáveis principais foram manipuladas, com o objetivo de determinar qual ou quais variáveis independentes afetam os parâmetros (inclinação e intercepto) da Equação 1, a medida de ajuste (r^2) e a medida teórica de qual tentativa ocorreria a memorização ($\log x$) (ver Figura 1).

Número de elementos (NE)

Efeito sobre a inclinação

Para as sessões em que foi manipulada a variável número de elementos (comparação entre as Condições 2 e 3) o cálculo da regressão múltipla, com o método *stepwise*, de inclinação em função de número de elementos e das variáveis secundárias supracitadas mostrou o efeito de número de elementos, isto é, $\text{inclinação} = 0,38 (\text{número de elementos}) + 1,21$ ($R^2 = 0,10$; R múltiplo = 0,32). Desse modo, o aumento no número de elementos produziu aumento na inclinação da função.

Efeito sobre o intercepto

Foi calculada a regressão múltipla, com o método *stepwise*, de intercepto em função de número de elementos e das variáveis independentes secundárias supracitadas para as sessões em que foi manipulada a variável número de elementos (comparação entre as Condições 2 e 3). Observou-se o efeito de número de elementos, isto é, $\text{intercepto} = 0,40(\text{número de elementos}) + 0,92$ ($R^2 = 0,19$; R múltiplo = 0,43). Desse modo, o aumento no número de elementos acarretou aumento no intercepto da função.

Efeito sobre Logx

A regressão múltipla, com o método *stepwise*, de logx em função de número de elementos e das variáveis independentes secundárias supracitadas mostrou o efeito de sessão, isto é, $\text{Logx} = -0,16(\text{sessão}) + 1,42$ ($R^2 = 0,09$; R múltiplo = 0,30). Desse modo, as primeiras sessões corresponderam menores valores de Logx.

Taxa de associação ao símbolo (TAS)

Efeito sobre a inclinação

A regressão múltipla, com o método *stepwise*, de inclinação em função de TAS e das variáveis independentes secundárias supracitadas, para as sessões em que foi manipulada a variável TAS (comparação entre as Condições 2 e 4), mostrou o efeito de conjunto, isto é, $\text{inclinação} = 1,67(\text{conjunto}) - 1,41$ ($R^2 = 0,29$; R múltiplo = 0,54). Contudo, dado o balanceamento incompleto das condições 2 e 4, pode-se afirmar que diminuição nos valores de TAS acarretou aumento na inclinação da função.

Efeito sobre o intercepto

Para as sessões em que foi manipulada a variável TAS (comparação entre as Condições 2 e 4) o cálculo da regressão múltipla, com o método *stepwise*, de intercepto em função TAS e das

variáveis independentes secundárias supracitadas mostrou o efeito de TAS, isto é, intercepto = - 3,71 (TAS) + 11,79 ($R^2 = 0,41$; R múltiplo = 0,64). Desse modo, diminuição no valor de TAS de 2,5 para 1,25 acarretou aumento no intercepto da função.

Efeito sobre Logx

O cálculo da regressão múltipla, com o método *stepwise*, de logx em função de TAS e das variáveis independentes secundárias supracitadas mostrou o efeito de sexo, TAS e sessão, isto é, $\text{Logx} = -0,28 (\text{sexo}) - 0,54 (\text{TAS}) - 0,23 (\text{sessão}) + 3,00$. Desse modo, sujeitos do sexo feminino obtiveram valor de Logx maior do que sujeitos do sexo masculino. Tendo em vista o balanceamento incompleto das condições 2 e 4, pode-se afirmar que diminuição nos valores de TAS correspondeu a um maior valor de Logx.

Taxa de associação à posição (TAP)

O cálculo da regressão múltipla, com o método *stepwise*, de logx em função de TAP e das variáveis independentes secundárias supracitadas, para as sessões em que foi manipulada a variável TAP (comparação entre as Condições 4 e 5), mostrou o efeito de sessão e sexo, isto é, $\text{Logx} = -0,24 (\text{sessão}) - 0,14 (\text{sexo}) + 1,87$. Desse modo, às sessões correspondentes aos valores de TAP 1,25 corresponderam maiores valores de Logx e sujeitos do sexo feminino obtiveram valor de Logx maior do que sujeitos do sexo masculino.

Observou-se que nenhuma das variáveis independentes manipuladas afetou r^2 significativamente. Este resultado negativo sobre a medida de ajuste da reta de regressão indica que o decréscimo descrito pela função semilogarítmica foi invariante ao longo das cinco sessões manipuladas dos 24 sujeitos.

Regressão múltipla de área em função de todas as variáveis independentes.

Calculou-se a regressão múltipla de área em função de todas as variáveis independentes, simultaneamente, TAS, TAP, número de elementos, número de pares, sessão, conjunto, sexo e idade, em todas as sessões de todos os sujeitos, com o objetivo de determinar quais destas variáveis independentes estiveram associadas, assim como o seu peso relativo, a mudanças no tempo total estimado para memorização.

A regressão múltipla, com o método *enter*, de área em função das variáveis independentes supracitadas mostrou o efeito de TAS, idade, TAP, número de elementos, e número de pares, isto é, a área da função = $-3,52$ (TAS) + $0,11$ (idade) - $0,93$ (TAP) + $0,20$ (número de elementos) + $1,72$ (NC) + $3,08$ ($R^2 = 0,46$; R múltiplo = $0,68$). Desse modo, diminuição nos valores de TAS, aumento nos valores de idade dos sujeitos, diminuição dos valores de TAP, aumento no número de elementos e aumento no número de pares estiveram associados a aumentos nos valores de área da função que representa o tempo total estimado.

Discussão

Considerando-se o valor da área sob a reta de regressão para as condições correspondentes às manipulações de taxa de associação ao símbolo (TAS), taxa de associação à posição (TAP) e número de elementos (NE), os resultados de regressão múltipla mostraram efeitos significativos estatisticamente, das manipulações experimentais, ou seja, área, ou tempo total estimado para memorização, aumentou com 1) aumento no número de elementos que compõem o conjunto de códigos, com 2) diminuição nos valores de taxa de associação ao símbolo e 3) diminuição nos valores de taxa de associação à posição. A regressão múltipla para o conjunto das cinco sessões mostrou o mesmo resultado com o acréscimo das variáveis *idade e número de pares*.

A variável idade afetou positivamente o valor de área, isto é, aumento em idade produziu aumento do tempo total para memorização. O efeito é robusto, mostrando que a medida é sensível a pequenas variações na faixa etária dos sujeitos do sexo feminino (valores mínimos e máximos de 17 anos e 22 anos, respectivamente) e masculino (valores mínimos e máximos de 17 anos e 30 anos, respectivamente). Evidentemente que idade, no sentido de tempo de vida de um indivíduo, não pode em si mesma ser uma variável determinante da memorização. A passagem do tempo não faz nada, mas resume um conjunto de variáveis que estão correlacionadas com a idade (tipo de material, tipo de procedimento empregado para estudo, medidas fisiológicas de potencial evocado dentre outras). Os modelos de memória apresentados na Seção 1.1 não incluem predições específicas sobre que tipo de resultado seria obtido com pequenas variações na faixa etária dos sujeitos. Segundo Light (1991), as pesquisas utilizam grupos de sujeitos onde a diferença de idade entre os sujeitos dos grupos é, em média, de 40 anos. Light (1991) sumariza os resultados principais mostrando que adultos com 60 anos (em média) têm desempenho pior do que jovens (20 anos, em média) em tarefas de memória de reconhecimento de listas de palavras ou sentenças, trechos em prosa; receitas médicas; aparências de

objetos comuns, tais como moedas e telefones; nomes e faces de pessoas; e para atividades desempenhadas. O modelo ACT* de Anderson (1983), que foi avaliado na seção 1.1, tem sido utilizado na explicação dos resultados obtidos: postula-se que ocorrem falhas na ativação de redes semânticas (e nos correspondentes mecanismos básicos subjacentes ao processo cognitivo de ativação de redes semânticas) que seriam relevantes para a recordação do evento acontecido (Light, 1991). Pesquisas que procuram testar o modelo ACT* evidenciam que o envelhecer é acompanhado de uma desaceleração no responder (medido em termos de um tipo de potencial evocado denominado P300) em quase todas as tarefas nas quais a rapidez da resposta tem sido avaliada (em termos de tempo de reação), por exemplo, na realização de tarefas duplas tais como apresentadas na seção 3.2. Esta desaceleração tem sido hipotetizada, segundo Light (1991), como devido a um ruído maior no sistema nervoso ou a uma quebra de conexões neurais. Contudo, os dados não são conclusivos sobre a forma exata da função que descreve os dados de tempo de reação e potencial evocado dos sujeitos nas tarefas.

Na Seção 1.3 foi apresentado que a pesquisa sobre correlatos neuropsicológicos tem como meta principal fazer inferências sobre a natureza do processo de memorização a partir do estudo empírico de pacientes com desordem de memória. Uma das manipulações realizadas, para se obter diferenças entre grupos de lesionados e não lesionados, foi em termos da complexidade da tarefa. Foi discutido que a explicação em termos de quadros de memória é decorrente de uma interpretação errônea sobre como, na linguagem cotidiana, se distingue entre o conhecimento acerca da tarefa ("saber que") e a realização ou desempenho da tarefa ("saber como"). Uma proposta assentada em termos de complexidade de tarefas parece estar mais próxima da meta do psicofisiologista, pois a questão inicial a ser respondida é como desaceleração neural afeta desempenho. Tendo uma taxonomia de tarefas (para a constituição da qual a complexidade discriminativa parece ser um

aspecto importante), torna-se possível responder quais as condições necessária e suficientes para que, em tarefa padronizada, um determinado grupo de sujeitos de uma certa idade difira de outro grupo de idade distinta apenas em termos do padrão de desaceleração neural, por exemplo. Sem esta delimitação inicial 1) não há como saber, por exemplo, quais os tipos de tarefas que mostram taxas de desaceleração similares; e 2) “as diferenças entre latências de jovens e velhos parecem ser mais um interessante fato empírico do que uma explicação de impedimento cognitivo relacionado à idade” (Light, 1991, pag. 365).

A variável *número de pares* também afetou positivamente o valor de área, isto é, aumento no número de pares esteve associado a aumentos no tempo de memorização. Contudo, este resultado pode ser questionado, pois representa a inclusão, na análise de regressão, da primeira sessão experimental com oito pares símbolo-códigos a qual teve como função precípua a de servir como uma introdução à tarefa, mas, não obstante, replica os dados de aumento do tamanho da lista. O efeito das três variáveis manipuladas sobre a medida de área pode ser analisado de acordo com os resultados da literatura e a adequação do tipo de medida utilizada.

O efeito sistemático de número de elementos e da taxa de associação à posição replicam os resultados da literatura sobre extensão da memória, a qual mostra que aumento no comprimento dos elementos (dígitos, letras ou formas) acima de um certo valor (aproximadamente sete) gera erros na recordação da sequência pelo sujeito. As variáveis *número de elementos* e *taxa de associação à posição*, utilizadas no presente experimento, são dimensões da tarefa manipuladas a partir de alterações nas posições ocupadas pelos caracteres. Desse modo, a tarefa de extensão da memória pode ser concebida como uma tarefa em que se altera ou o número de elementos (e.g., 1, 2, 4,3, 8, 5, 9, 11...) ou o número de posições ocupadas pelos elementos (e.g., 1, 3, 5, 3, 2, 1, 8, 7, 8...). Os dados obtidos em experimentos de extensão da memória seriam úteis como enquanto um teste para os

conceitos de *número de elementos* e *taxa de associação à posição* assim como a proposição de novas investigações sobre as condições necessárias e suficientes para que um indivíduo recite uma lista de tamanhos diferentes. O resultado obtido indicando que a média do tempo total estimado para a memorização de pares associados símbolo-códigos na Condição 4 ($\bar{x} = 4,20$, $s = 2,34$), composta por quatro pares associados, em relação à Condição 1 ($\bar{x} = 1,25$, $s = 0,63$), composta por oito pares associados, quase triplicou, corrobora os resultados de Deese (1958) de que o tamanho da lista por se não necessariamente torna a tarefa mais difícil, sendo necessário especificar como as listas são constituídas.

Os efeitos encontrados na literatura sobre teoria da informação foram replicados pelas três variáveis, pois o conceito de *número de alternativas de respostas* refere-se, em teoria da informação, tanto a alterações no número de elementos quanto a manipulações relativas à constituição dos componentes da tarefa, uns em relação aos outros. No experimento de Garner e Whitman (1965), pode-se conceber os conjuntos perfeitamente correlacionados (broz, braj, ploz, plaj) e (braz, broj, plaz, ploj) como consistindo de maiores taxas de associação às posições entre componentes do conjunto. No experimento de Attneave (1955) a tarefa de pares associados consistiu, para um dos componentes do par associado, de alterações na distribuição de pontos numa matriz quadriculada desenhada no papel. Estes experimentos obtiveram como resultado maior tempo para a memorização da tarefa ou maior número de erros sob as condições de maior variação dos estímulos. A concepção de complexidade discriminativa, como número de elementos ou taxa de associação à posição, parece proporcionar um ganho em relação à noção de alternativas de respostas da teoria da informação: na tarefa elaborada por Garner e Whitman (1965) a manipulação mais importante é em termos da posição relativa dos componentes uns em relação aos outros, sendo que descrição em termos de alternativas de respostas obscurece a manipulação principal do experimento; na tarefa elaborada por

Atneave (1955) manipula-se o número de alternativas de pontos *em uma relação* de par associado. No entanto, o autor analisa a complexidade da tarefa somente em termos de um dos elementos do par associado. A própria definição de complexidade única e exclusivamente em termos de número de alternativas de respostas impede que se analise os diversos aspectos que são condição necessária para a realização da tarefa em termos relacionais ou de taxa de associação. Na vida cotidiana, as pessoas lidam com relações entre os eventos de tal forma que, por exemplo, não interessa apenas quantas vezes uma chave aparece associada a uma função em uma usina nuclear, mas, ainda, quantas vezes ela não aparece associada a nenhuma outra função. Dado que o comportamento humano em sua maior parte ocorre em situações em que é preciso lidar com relações entre aspectos do ambiente, uma medida em termos de taxa de associação propicia que se incorpore na caracterização de complexidade estas relações entre aspectos do ambiente.

Foi apresentado no Capítulo 2 que um dos problemas apresentados pela teoria da informação diz respeito à determinação da unidade de análise: ora parte-se de uma definição apriorística de complexidade baseada em bits de informação ora parte-se de uma mal elaborada concepção de *chunk* de informação onde não se separa os efeitos da aprendizagem prévia do indivíduo da concepção teórica acerca do que vem a ser complexidade. Parece que a noção de *chunk* procurou acrescentar à concepção de complexidade como número de alternativas de respostas um aspecto funcional relacionado à interação indivíduo/tarefa. No entanto, não se procurou determinar as condições que possibilitam, por exemplo, a ocorrência de *chunks*. Segundo Simon (1972), a diferença em termos de tamanhos de *chunks* (letra, palavra, sentença...) depende de fatores culturais e psicológicos não oferecendo o autor nenhuma solução acerca de quais condições possibilitam alterações no tamanho do *chunk*. Uma análise funcional, tal como elaborada no presente trabalho, pauta-se por determinar as interrelações entre aspectos da tarefa, que são medidas teóricas de complexidade, e o

comportamento do sujeito. Estes dois aspectos (a medida teórica fornecida pela teoria da informação, de um lado, e o aspecto funcional do comportamento representado pela noção de *chunk*) é que parecem ter entrado em conflito na aplicação da teoria da informação à psicologia.

A literatura sobre tomada de decisão mostra que, em situações onde se altera o número de elementos e relação entre eles (Sundström, 1987; Mackinnon e Wearing, 1980), os dados não são conclusivos: alguns estudos mostram efeitos destas variáveis enquanto que em outros estudos os efeitos não são claros. Como discutido anteriormente, talvez um dos motivos para tal inconsistência seja a manipulação intuitiva acerca da complexidade do material. Como mencionado na seção 3.2, um dos problemas desta área é a definição empírica do que vem a ser complexidade, e a sua utilização em diversos tipos de investigação. Dado que a tendência nesta área é o uso de tarefas que simulam situações do cotidiano, alguns autores (e.g., Mackinnon e Wearing, 1980) concluem que os resultados inconclusivos podem ser decorrentes de se estar trabalhando em uma situação que não possui a artificialidade das tarefas de laboratório, onde se iniciaram as teorizações sobre complexidade. Explicar a falta de efeitos de uma manipulação em termos da dicotomia básico/aplicado parece ofuscar a questão essencial que é como a definição de complexidade adotada aplica-se à tarefa (de laboratório ou ecologicamente válida) escolhida para teste: os autores não explicitam, por exemplo, como a tarefa foi selecionada e se a definição adotada é descritiva de características gerais de tarefas ou prescritiva em relação ao modo como dever-se-ia criar tarefas complexas; este parece ser o ponto principal da crítica de Brehmer (1992) sobre o uso intuitivo do conceito de complexidade em tomada de decisão.

Ao contrário da noção intuitiva elaborada em tomada de decisão, a presente conceituação de complexidade utiliza um aspecto do uso do conceito que é o de complexidade discriminativa, isto é, dos aspectos relacionados à configuração de estímulos apresentados ao sujeito, não incluindo

manipulações da dificuldade da tarefa (tarefas duplas, pressão de tempo..), a qual sugere a inclusão de manipulações que testem a precisão de uma dada resposta. Desse modo, a análise de complexidade apresentada lida com certas situações onde se tem uma contingência programada à qual o indivíduo responde segundo regras estabelecidas pelo experimentador. Parece ser prematuro tentar especificar como as dimensões de taxa associativa e número de elementos se aplicam a todas e quaisquer tarefas, pois este tipo de relação já traz em seu bojo uma teoria de complexidade. Ao analisar uma tarefa, tal como remarcar o preço de um produto no supermercado, deve-se considerar algumas dimensões da tarefa: o tempo para a realização da tarefa, o número de produtos a serem etiquetados, o número de etiquetas a serem pregadas aos produtos. Estas três dimensões interagem de modo pré especificado (e.g., não se pode etiquetar qualquer produto). Pode-se manipular a complexidade alterando a relação entre etiqueta a ser pregada/número de produtos de tal forma que 1) haja uma etiqueta para cada produto (valor de TAS elevado); e 2) haja etiquetas diferentes para um mesmo produto conforme alguma regra (e.g., uma nova embalagem).

Em relação a taxonomia das tarefas, a análise conceitual do termo complexidade e a análise da literatura sobre complexidade da tarefa propõem que, consoante com o uso do termo na linguagem cotidiana, complexidade da tarefa seja vista como um termo disposicional aberto e não como uma ocorrência (como tem sido tratado pela literatura de taxonomia da tarefa), de tal forma que mudanças no desempenho sejam acompanhadas de mudanças na descrição da tarefa (po r meio de verbos de realização que indicam as ações adequadas ou corretas requeridas pela tarefa). Como decorrência da análise implementada propõe-se que se investigue as relações funcionais entre condições antecedentes e consequentes ao comportamento requerido pela tarefa enfatizando as condições que possibilitam que, para algumas tarefas, alguns passos requeridos pela tarefa deixem de ocorrer. Esta parece ser uma condição importante para se estudar os efeitos da complexidade da tarefa sobre o desempenho.

Nos estudos de Argote e colaboradores (1995), não foi observado efeito sobre o desempenho do grupo ao longo das tentativas de realização de uma tarefa complexa com a manipulação de outra variável (mudança de turno). A observação da realização da tarefa mostrou que os sujeitos passaram a realizar a tarefa complexa de outro modo com menos passos para a sua realização, tornando-a, desse modo, menos complexa. A determinação das condições necessárias e suficientes para que esta diminuição de passos na realização de uma tarefa ocorra parece ser importante, pois altera o desempenho na tarefa, do ponto de vista daquele que a executa, e altera, do ponto de vista do teórico que elabora a taxonomia, conceitos gerais do tipo complexidade total da tarefa (Wood, 1986). Foi proposto que a noção de diminuição da resposta intermediária elaborada por Oliveira-Castro (1993) atende a ambos os critérios exigidos pela taxonomia de tarefas, pois é um conceito decorrente da análise conceitual do termo disposicional "fazer na cabeça" ou mentalmente. A análise conceitual pode ser estendida a situações onde se "realiza tarefas de cabeça" tendo em vista que a lógica do uso do conceito na linguagem cotidiana indica que o conceito é usado negativamente. Passos que eram realizados na tarefa não são mais, de modo análogo aos sujeitos do experimento de Argote e colaboradores (1995) que não mais realizam certos passos exigidos pela tarefa.

Pesquisas posteriores poderiam ser direcionadas para a (1) determinação de um índice de complexidade que leve em consideração o peso relativo de taxa de associação ao símbolo (TAS), taxa de associação à posição (TAP) e número de elementos (NE) na definição da complexidade discriminativa da tarefa, onde TAS parece ter um peso maior do que número de elementos e da taxa de associação à posição; e (2) como tal índice afeta o intercepto e a inclinação, parâmetros da equação $y = b - a (\log x)$. A elucidação de como esses parâmetros são afetados pelas manipulações experimentais torna a equação preditiva acerca do tipo de desempenho na tarefa de pares associados, sendo a aplicação a outras tarefas uma generalização a ser testada empiricamente.

A adequação da medida

O resultado sistemático do efeito das três variáveis manipuladas sobre a medida de área mostra que, talvez, uma medida composta tal como a de área (i.e., $b^2/2a$) seja mais sensível às manipulações do que uma única medida, e.g., tempo de auxílio/corretas, intercepto, inclinação ou $\log x$ tomados isoladamente. Esta diferença pode estar baseada nas características do procedimento. Contrariamente à maioria das tarefas de memorização utilizadas com seres humanos, não houve limite acerca do tempo de estudo da tarefa (isto é, o tempo de auxílio) nem sobre o número de vezes ou frequência com que o sujeito podia consultar a tela de auxílio. Nos estudos das décadas de 40 e 50 sobre memorização utilizando o "tambor de memória", por exemplo, os itens eram apresentados numa taxa uniforme. Segundo McGeoch e Irion (1952), isto representaria uma vantagem, pois o tempo de apresentação por item, e, portanto, da lista total, seria controlado. Dada as limitações técnicas da época, a prática de controlar o tempo de estudo representava um expediente prático, pois o número de repetições poderia ser convertido em tempo de estudo. Atualmente, as tarefas de memorização prosseguem mantendo fixo o tempo de estudo e utilizando uma única medida dependente (probabilidade de recordação do item) para se verificar o efeito de uma manipulação da variável independente (Raaijmakers e Shiffrin, 1992).

O fato de não se estabelecer limites sobre o tempo de auxílio, frequência de auxílio e tentativas para o término da sessão possibilita que diversos padrões de desempenho ocorram, isto é, as diferenças individuais no desempenho da tarefa não são mascaradas por meio do procedimento. Desse modo, poder-se-ia considerar a ocorrência de dois tipos de curvas de memorização de acordo com o padrão de desempenho do sujeito mostrados pelos valores de intercepto (tempo de auxílio/corretas na primeira tentativa) e inclinação (taxa de decréscimo ao longo das tentativas) (ver Anexo).

Poder-se-ia considerar uma curva de memorização onde aumento no valor de tempo de auxílio estaria associado a aumento na taxa de decréscimo de tempo de auxílio/corretas ao longo das tentativas, medida fornecida pela inclinação da função. Desse modo, sujeitos que permanecessem mais tempo na tela de auxílio nas primeiras tentativas, isto é, valor alto do intercepto (tempo de auxílio que pode ser relacionado a tempo de estudo nas pesquisas supracitadas das décadas de 40 e 50) obteriam uma maior taxa de decréscimo no valor de tempo de auxílio a cada tentativa, isto é, valor alto da inclinação. Outro padrão de curva de memorização ocorreria quando o sujeito permanecesse pouco tempo na tela de auxílio nas primeiras tentativas (intercepto baixo) apresentando uma pequena taxa de decréscimo no valor de tempo de auxílio a cada tentativa (inclinação baixa). As altas correlações observadas entre valores de intercepto e inclinação para as condições 1, 2, 3, 4 e 5 ($r = 0,86$; $r = 0,86$; $r = 0,93$; $r = 0,91$; $r = 0,91$, respectivamente, calculadas entre sujeitos) corroboram a idéia de diferentes padrões entre sujeitos.

Dadas as características da tarefa e esta relação entre intercepto e inclinação, uma medida composta de área parece ser mais adequada para a descrição dos dados do que, por exemplo, tempo de auxílio/corretas, a qual se justificaria caso outras variáveis fossem fixas (frequência de auxílio, por exemplo), tal como ocorre nas pesquisas de memória em geral. Desse modo, características do procedimento explicariam porque a medida composta de área foi mais sensível às manipulações do que uma única medida, e.g., tempo de auxílio/corretas, intercepto, inclinação ou $\log x$ tomados isoladamente. Os resultados da análise de regressão de tempo de auxílio/corretas, intercepto, inclinação e $\log x$, em função das variáveis independentes foram assistematicamente afetados pelas variáveis independentes manipuladas. Variáveis de controle, por outro lado, apresentaram efeitos, possivelmente devido ao balanceamento incompleto, de tal forma que os conjuntos e as sessões que tiveram efeito são aqueles onde não houve balanceamento, isto é, referem-se às Condições 2 (tas =

2,5) e 4 ($t_{as} = 1,25$), as quais são apresentadas na Tabela 1. Pode-se ver nesta tabela que a Condição 2 variou em conjunto e sessão com a Condição 3. A Condição 4 variou em conjunto e sessão com a Condição 5, contudo, as Condições 2 e 4 não variaram em conjunto e sessão entre si.

Sob as condições de manipulação da taxa de associação ao símbolo e taxa de associação à posição, observou-se uma associação entre a variável *sexo* e o $\log x$ (definido como a razão entre intercepto dividido pela inclinação), isto é, a tentativa estimada para a memorização; de tal forma que sujeitos do sexo feminino necessitariam maior número de tentativas para a memorização do que sujeitos do sexo masculino. Nenhum dos modelos de memória apresentados na seção 1.1 fazem predições sobre diferenças de gênero na realização das tarefas de memória (Raaijmakers e Shiffrin, 1992). A literatura anterior à década de 50, no entanto, mostrou diferenças entre os sexos em tarefas de descobrir a saída do labirinto em miniatura, com os olhos vendados, e utilizando uma caneta para traçar o caminho (McGinnis, 1929, citado em McGeoch e Irion, 1952). Observou-se que, para crianças de 3, 4 e 5 anos de ambos os sexos, o tempo para a aprendizagem da tarefa foi menor para os sujeitos do sexo masculino, apesar da prática contínua haver diminuído as diferenças entre os sexos. Segundo McGeoch e Irion (1952) "as diferenças na taxa de aprendizagem são pequenas e não consistentemente a favor de um ou outro sexo. Qual sexo se mostrará superior em um dado experimento é função da quantidade de prática específica envolvida e do tipo de material" (pag. 555). Em experimentos posteriores é indicado testar se quantidade de prática e tipo de material podem ter afetado diferencialmente indivíduos de sexos diferentes gerando padrões de desempenho diferentes, pois se o $\log x$ obtido foi mais alto para mulheres isto pode indicar diferenças entre os sujeitos com relação a frequência de auxílio e tempo de auxílio, de tal forma que, ao contrário dos homens, as mulheres, talvez, consultem mais vezes a tela de auxílio, por pouco tempo, pois não houve diferenças significativas entre os valores de área entre os sexos.

Dado que a variável $\log x$ (definido como a razão entre intercepto dividido pela inclinação) se mostrou sensível à variável sexo, cabe a experimentos posteriores testar se as diferenças no número de tentativas para a memorização dos sujeitos de diferentes sexos estão associadas a diferenças específicas de caráter biológico (e, esta parece ser a motivação última dos pesquisadores ao incluírem sexo como uma variável independente) ou se estão associadas a características das tarefas em interação com aspectos sócio-culturais, particularmente experiências educacionais.

O que estaria em jogo é o potencial da medida (e do procedimento) de $\log x$ em tornar-se uma medida precisa o suficiente (em associação com outras medidas, tais como a área da função) para responder a questões práticas sobre diferenças entre os sexos no desempenho de tarefas, por exemplo. Contudo, para tornar a medida suficientemente precisa é necessário determinar que as diferenças obtidas são devidas à fatores biológicos quando as demais variáveis, tais como o intervalo entre tentativas e a complexidade discriminativa (quantidade de material, taxa de associação às dimensões sob investigação etc) são mantidas constantes. Desse modo, a investigação acerca de quais as condições necessárias e suficientes para que se determine os efeitos de componentes biológicos teria como uma de suas variáveis a complexidade discriminativa da tarefa.

À guisa de conclusão, vale ressaltar que o potencial do estudo sistemático da complexidade discriminativa da tarefa está em ressaltar algumas dimensões úteis na análise de tarefas, a saber, número de elementos e taxas de associação ao símbolo e à posição. Uma tarefa pode ser analisada em termos de vários aspectos ou dimensões: instruções verbais, sequências de atos motores, níveis discriminativos da tarefa (simples e condicional, por exemplo), o tipo de consequência envolvida na execução da tarefa (a qualidade do produto final ou uma redução no tempo de execução da tarefa, por exemplo) etc. Tarefas distintas como resolver um cálculo matemático em uma calculadora e controlar o tráfego aéreo ou rodoviário parecem ser analisáveis em pelo menos algumas destas dimensões

básicas. Todas estas dimensões podem vir a sofrer gradações em termos de complexidade afetando em maior ou menor grau o desempenho dos indivíduos. Kasprzyk, Drury e Bialas (1979) estudaram o desempenho de estudantes na realização de cálculos matemáticos sob dois sistemas lógicos, a notação polonesa (NP) e a notação algébrica (NA). Observou-se um maior percentual de erro em digitar o número apropriado ou a sequência da fórmula assim como o uso de uma sequência de passos além daquelas fornecidas na instrução de uso para calculadoras com sistema lógico NA comparativamente às calculadoras com sistema lógico NP. Os tipos de erros encontrados no estudo podem ser analisados em termos de complexidade discriminativa. Ao entrar um uma fórmula com um determinado comprimento, e.g., $[132 \times 3 + (3 \times 5 / 2 \times 5)^2]^{5/2}$, a tarefa exige discriminações simultâneas (uma dentre as várias teclas da calculadora ou a taxa de associação à posição da função à tecla) e sucessivas (um elemento de cada vez ou o aumento no número de elementos que a contingência programa). Outra relação possível de ser estudada, em termos de complexidade discriminativa, é aquela entre as funções a serem utilizadas (desvio padrão, regressão, correlação etc) e as teclas correspondentes determinando a taxa de associação das teclas às funções especificadas, isto é, verificar a participação de cada tecla nas funções. Pode-se testar a relação entre teclas e funções conforme o sistema lógico (notação polonesa ou algébrica).

Desse modo, complexidade discriminativa parece ser útil na análise de tarefas onde há uma contingência de reforço programada para uma sequência específica de respostas: na comunicação via terminal de computador onde há comandos específicos para o envio e recepção de mensagens, no processo de montagem de equipamentos onde há uma sequência de passos a serem executados tal que a semelhança da sequência a ser executada pode tornar a tarefa mais complexa e afetar o desempenho em termos de produção de equipamentos com erros de montagem e no processo instrucional onde, na maioria das vezes, há uma resposta correta a ser emitida dada uma pergunta que remete a um texto

cuja complexidade pode ser alterada em termos do idioma (um texto em inglês antes do que em português), a linguagem (técnica ou cotidiana), extensão (longo ou curto) etc. O tipo de pergunta também pode ser alterado em termos de complexidade: identificação, interpretação de um trecho do texto ou relacionamento entre pedaços do texto. Contingências temporais (pressão de tempo e realização de tarefas simultâneas) representariam um nível de complexidade a ser adicionado à contingência de reforço programada para as respostas emitidas ante os estímulos específicos. Desse modo, antes de alterar contingências temporais cumpre determinar os efeitos da complexidade discriminativa da tarefa isoladamente.

Referências Bibliográficas

- Anderson, J.R. (1982) Acquisition of cognitive skill. *Psychological Review*, 89, 369-406.
- Anderson, J.R. (1983) A spreading activation theory of memory. *Journal Verbal Learning and Verbal Behavior*, 22, 261-295.
- Anderson, J.R. (1985) *Cognitive Psychology and its implication*. New York: W.H Freeman and Company.
- Anderson, J.R. (1987) Skill acquisition: compilation of weak-method problem solutions. *Psychological Review*, 94, 192-210.
- Argote, L., e Epple, D. (1990) Learning curves in manufacturing. *Science*, 247, 920-924.
- Argote, L., Insko, C.A., Yovetich, N., Romero, A.A. (1995) Group learning curves: the effects of turnover and task complexity on group performance. *Journal of Applied Social Psychology*, 25, 512-529.
- Atkinson, R.C. e Crothers, E.J. (1964) A comparison of paired associate learning models having different acquisition and retention axioms. *Journal of Mathematical Psychology*, 1, 285-315.
- Attneave, F. (1955) Symmetry, information and memory for patterns. *American Journal of Psychology*, 68, 209-222.
- Austin, J.L. (1990) *Quando Dizer é Fazer. Palavras e Ação*. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Banaji, M.R. e Crowder, R.G. (1989) The bankruptcy of everyday memory. *American Psychologist*, 44, 1185-1193.
- Berryman, J.C., Fullerton, C. E Sluckin, W. (1970) Complexity and colour preferences in chicks of different ages. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 23, 255-260.
- Best, J.B. (1989) *Cognitive Psychology*. 2a edição. New York: West Publishing Co.
- Bilodeau, E.A. (1962) *Acquisition skill*. New York: Academic Press.
- Biederman, I. (1987) Recognition-by-components: a theory of human image understanding. *Psychological Review*, 94, 112-147.
- Boakes, R. (1984) *From Darwin to behaviourism psychology and the minds of animal*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Brehmer, B. (1992) Dynamic decision making: human control of complex systems. *Acta Psychologica*, 81, 211-241.

- Broadhurst, P.L. (1959) The interaction of task difficulty and motivation: the Yerkes-Dodson Law reviewed. *Acta Psychologica*, 16, 321-338.
- Bunge, M.A. (1985) *La investigación científica: su estrategia e su filosofía*. Barcelona: Ariel.
- Cohen, N. e Squire, L.R. (1980) Preserved learning and retention of pattern analyzing skill in amnesia: dissociation of know how and knowing that. *Science*, 210, 207-209.
- Coren, S. e Ward, L.M. (1989) *Perception and Information*. New York: Academic Press.
- Craiger, J.P. e Coover, M.D. (1994) A fuzzy system for mapping worker attributes to task. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 26, 107-111.
- Crossman, E.R.F.W. (1959) A theory of the acquisition of speed-skill. *Ergonomics*, 2, 153-166.
- Cutting, J.E. (1987) Perception and Information. *Annual Review of Psychology*, 38, 61-90.
- Damos, D. (1986) The effect of using voice generation and recognition systems on the performance of dual tasks. *Ergonomics*, 34, 1359-1370.
- Deese, J. (1958) *The Psychology of Learning*. New York: MacGraw-Hill.
- Deese, J. e Hulse, S.H. (1967) *The Psychology of Learning*. New York: MacGraw-Hill.
- Dember, W.N., Earl, R.W. e Paradise, N. (1957) Response by rats to differential stimulus complexity. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 50, 514-518.
- Dempster, F.N. (1981) Memory span: sources of individual and developmental differences. *Psychological Bulletin*, 89, 63-100.
- Duncan, J.; Williams, P.; Brown, I. (1991) Components of driving skill: experience does not mean expertise. *Ergonomics*, 34, 919-938.
- Ebbinghaus, H. (1885/1964) *Memory: a contribution to experimental psychology*. New York: Dover.
- Eysenck, H.J. (1961) *Handbook of Abnormal Psychology. An Experimental approach*. New York: Basic Books.
- Fantino, E., Kasdon, D. e Stringer, N. (1970) The Yerkes-Dodson Law and alimentary motivation. *Canadian Journal of Psychology*, 24, 77-84.
- Fitts, P.M. (1954) The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement. *Journal of Experimental Psychology*, 47, 381-391.
- Fleishman, E.A. (1975) Toward a taxonomy of human performance. *American Psychologist*, 30, 1127-1149.
- Foss, D. e Jenkins, J.J. (1966) Mediated stimulus equivalence as a function of the number of

- convergin stimulus itens. *Journal of Experimental Psychology*, 71, 738-745.
- Gagné, R.M. (1968) Contributions of learning to human development. *Psychological Review*, 75, 177-191.
- Gagné, R.M. e Dick, W. (1983) Instructional Psychology. *Annual Review of Psychology*, 34, 261-295.
- Gallard, A.W.K. (1993) Comparing the concepts of mental load and stress. *Ergonomics*, 36, 991-1006.
- Garner, W.R. (1962) *Uncertainty and structure as psychological concepts*. New York: Wiley and Sons.
- Garner, W.R. (1970) Good patterns have few alternatives. *American Scientist*, 58, 34-48.
- Garner, W.R. e Whitman, J.R. (1965) Form and amount of internal structure as factors in free recall learning and nonsense words. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 4, 257-266.
- Geertz, C. (1989) *Interpretação das Culturas*. Rio de Janeiro: Guanabara.
- Goldstein, I.L. (1966) Effects of stimulus complexity and restrictive responses. *Journal of Experimental Psychology*, 71, 104-108.
- Gopher, D. e Kimchi, R. (1989) Engineering psychology. *Annual Review Psychology*, 40, 431-455.
- Guilford, J.P. e Dallembach, K.M. (1925) The determination of memory span by the method of constant stimuli. *American Journal Psychology*, 36, 621-628.
- Guilford, J.P. e Fruchter, B. (1973) *Fundamental Statistics in Psychology and Education*. New York: McGraw-Hill.
- Guilund, G. e Shiffrin, R.M. (1984) A retrieval model for both recognition and recall. *Psychological Review*, 91, 1-67.
- Hackman, J.R. (1969) Toward understanding the role of tasks in behavioral research. *Acta Psychologica*, 31, 97-128.
- Half, (1986) Cognitive Science and military training. *American Psychologist*, 41, 1131-39.
- Hall, R.F. (1969) The effect of number of response alternatives on response frequency and latency in paired-associate learning. *The British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 22, 115-130.
- Hall, R.F. e Wenderoth, P.M. (1972) Effects of number responses and recall strategies on parameter values of paired-associate learning model. *Journal of Verbal Learning and Verbal*

Behavior, 11, 29-37.

- Harms, L. (1991) Variation in drivers cognitive load. Effects of driving through village areas and rural functions. *Ergonomics*, 34, 151-160.
- Harper, D.N.; Dalrymple-alford, J.C.; Mclean, A.P. (1993) The effect of medial septal and mammillary body on the serial position curve in rats. *Psychobiology*, 21, 130-138.
- Herrnstein, R.J. e Boring, E.G. (1971) *Textos Básicos de História da Psicologia*. São Paulo: Herder/EDUSP.
- Hoc, J.M. (1993) Some dimensions of a cognitive tipology of process control situations. *Ergonomics*, 36, 1445-1455.
- Hovland, C.I. (1951) Human learning and retention. Em S.S. Stevens, *Handbook of Experimental of Psychology*. New York: Wiley and Sons.
- Horgan, J. (1995) From complexity to perplexity. *American Scientific*, 272, 74-79.
- Howell, W.C. (1993) Engineering psychology in a changing world. *Annual Review of Psychology*, 44, 231-263.
- Jenkins, J.J. (1963) Mediated associations: paradigms and situations. Em C.N. Cofer e B.S. Musgrave (Org.) *Verbal Behavior and Learning: problems and process*. New York: McGraw-Hill.
- Kahneman, D. (1973) *Attention and Effort*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Kasprzyk, D.M., Drury, C.G. e Bialas, W.F. (1979) Human behaviour and performance in calculator use with Algebraic and Reverse Polish Notation. *Ergonomics*, 22, 1011-1019.
- Kaufmann, A. (1975) *A ciência da tomada de decisão*. Rio de Janeiro: Zahar.
- Keller, F.S. (1958) The phantom plateau. *Journal of the Experimental analysis of Behavior*, 1, 1-13.
- Kerstholt, J.H. (1992) Information search and choice accuracy as a function of task complexity and task structure. *Acta Psychologica*, 80, 185-197.
- Leplat, J. (1978) Factors determining workload. *Ergonomics*, 21, 143-150.
- Light, L. (1991) Memory and Aging: four hypotheses in search of data. *Annual Review of Psychology*, 42, 333-400.
- Logie, R., Baddeley, A., Mané, A., Donchin, E. e Sheptak, R. (1986) Working memory in the acquisition of complex cognitive skills. *Acta Psychologica*, 71, 53-87.
- Mackinnon, A.J. e Wearing, A.J. (1980) Complexity and decision making. *Behavioral Science*, 25,

285-296.

- McGeoch, J.A. e Irion, A.L. (1952) *The Psychology of Human Learning*. New York: David McKay Company.
- Massaro, D.W. (1988) Some criticisms of connectionists models of human performance. *Journal of Memory and Language*, 27, 213-234.
- Miller, G.A. (1953) What is information measurement ? *American Psychologist*, 8, 3-11.
- Miller, G.A. (1956/1994) The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 101, 343-352.
- Miller, M.B., Chapman, J.P., Chapman, L.J., Collins, J. (1995) Task difficulty and cognitive deficits in schizophrenia. *Journal of Abnormal Psychology*, 104, 251-258.
- Mishkin, m e Delacour, J. (1975) An analysis of short-term visual memory in the monkeys. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Process*, 1, 326-334.
- Murdock, B.B. Jr. (1982) A theory for the storage and retrieval of item and associative information. *Psychological Review*, 89, 609-26.
- Musen, G. e Squire, L.R. (1991) Normal acquisition of novel verbal information in amnesia. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 17, 1095-1104.
- Neisser, U. (1982) *Memory Observed. Remembering in natural contexts*. New York: H.W. Freeman and Company.
- Newel, K.M. (1991) Motor skill acquisition. *Annual Review of Psychology*, 42, 213-237.
- Noble, C.E. (1966) Selective Learning. Em E.A. Bilodeau (Org.) *Acquisition Skill*. New York: Academic Press.
- Noble, C.E. (1968) The learning of psychomotor skills. *Annual Review of Psychology*, 19, 203-250.
- Noble, C.E. (1969) the learning of psychomotor skills. *Annual Review Psychology*, 19, 203-250.
- Norman, D. (1978) Notes toward a theory of complex learning. Em A.M. Lesgold, J.W. Pellegrino, S.D. Fokkema e R. Glaser. *Cognitive Psychology and Instruction*. New York: Plenum Press.
- Norman, D. (1988) *The psychology of everyday things*. New York: Basic Books.
- Ogden, G.D.; Levine, J.M.; Eisner, E.J. (1979) Measurement of workload by secondary tasks. *Human Factors*, 21, 529-548.
- O'Keefe, J. e Nadel, L. (1978) *The hippocampus as a cognitive map*. Oxford: Clarendon Press.
- Oliveira-Castro, J.M. (1989) *Individual differences in estimates of performance: Effects of*

- changes in response-produced cues*. Unpublished doctoral dissertation. Auburn University. Alabama.
- Oliveira-Castro, J.M. (1992) "Fazer na cabeça": uso metafórico e negativo. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 8, 267-272.
- Oliveira-Castro, J.M. (1993) "Fazer na cabeça": Análise conceitual, demonstrações empíricas, e considerações teóricas. *Psicologia USP*, 4, 171-202.
- Oliveira-Castro, J.M.; Coelho, D.S.; Abbad, G.A (1992) memorização de números: efeitos de "complexidade" sobre o desaparecimento da resposta intermediária. *XXII Reunião Anual de Psicologia*. Ribeirão Preto.
- Oliveira-Castro, J.M.; Coelho, D.S.; Abbad, G.A (1993) memorização de consoantes: efeitos de "complexidade" sobre o desaparecimento da resposta intermediária. *XXIII Reunião Anual de Psicologia*. Ribeirão Preto.
- Oliveira-Castro, J.M.; Abbad, G.A; Coelho, D.S.; Souza, C.B.A.; Flores, E.P.; Pacheco, P.R. (1994) memorização de códigos arbitrários: o desaparecimento da resposta intermediária. *XXIV Reunião Anual de Psicologia*. Ribeirão Preto.
- Oliveira-Castro, J.M.; Abbad, G.A; Coelho, D.S.; Souza, C.B.A.; Flores, E.P.; Pacheco, P.R., Capone, V.C. (1994) memorização de códigos arbitrários: efeitos do número de elementos diferentes sobre o e o desaparecimento da resposta intermediária. *XXIV Reunião Anual de Psicologia*. Ribeirão Preto.
- Payne, J.W. (1982) Contingent decision making. *Psychological Bulletin*, 92, 382-402.
- Payne, J.W., Bettman, J.R., Johnson, E.J. (1992) Behavioral decision research: a constructive processing perspectives. *Annual Review of Psychology*, 43, 87-131.
- Raaijmakers, e Shiffrin, R.M. (1992) Models of recall and recognition. *Annual Review of Psychology*, 43, 205-234.
- Richardson, A. e Bjork, R.A. (1988) Measures of Memory. *Annual Review of Psychology*. 39: 475-543.
- Richardson, J. (1968) Paired associate transfer as a function of the number of responses. *Journal of Experimental Psychology*, 80, 379-383.
- Roberts, W.A. (1972) Free recal of words lists varying in lenght and rate of presentation: a test of total-time hypotheses. *Journal of Experimental Psychology*, 92, 365-372.
- Rosenbaum, D.A. (1991) *Human Control Motor*. New York: Erlbaum.

- Roth, E.M.; Woods, D.D.; Pople Jr., H.E. (1992) Cognitive simulation as a tool for cognitive tasks analysis. *Ergonomics*, 35, 1163-1198.
- Rumelhart, D.E. e Norman, D.A. (1982) Simulating a skilled typist: a study of skilled cognitive-motor performance. *Cognitive Science*, 6, 1-36.
- Ryle, G. (1963) *The concept of mind*. London: Hutchinson.
- Schweickert, R. e Boruff, B. (1986) Short-term memory capacity: magic number or magic spell? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 12, 419-425.
- Sherry, D.F. e Schacter, D.L. (1987) The evolution of multiple memory systems. *Psychological Review*, 94, 439-454.
- Shiffrin, R.M. (1988) Attention. Em R.C. Atkinson; Herrnstein, R.J.; Lindzey, G. e Luce, R.D. *Stevens's Handbook of Experimental Psychology*. 2 ed. Vol. 2. New York: Wiley and Sons.
- Simon, H.A. (1955/1983) A behavioral model of rational choice. Em Simon, H.A. *Models of bounded rationality*. Vol. 2. London: MIT Press.
- Simon, H.A. (1972) Complexity and the representation of patterned sequences of symbols. *Psychological Review*, 79, 369-382.
- Simon, H.A. (1974) How big is a chunk? *Science*, 183, 482-488.
- Simon, H.A. (1981) *The Sciences of Artificial*. London: MIT Press.
- Simon, H.A. e Kotovsky, K. (1963) Human acquisition of concepts for sequential patterns. *Psychological Review*, 70, 534-546.
- Sirevag, E.J.; Kramer, A.F.; Wickens, C.D.; Reisweber, M.; Strayer, D.L.; Grenell, J.F. (1993) Assessment of pilot performance and mental workload in rotarywing aircraft. *Ergonomics*, 36, 1121-1140.
- Smith, E.E. (1968) Choice reaction time: an analysis of the major theoretical positions. *Psychological Bulletin*, 69, 71-110.
- Squire, L.R. (1992) Memory and the hippocampus: a synthesis from findings with rats, monkeys and humans. *Psychological Review*, 99, 195-231.
- Squire, L.R. e Shimamura, A.P. (1986) Characterizing amnesic patients for neurobehavioral study. *Behavioral Neuroscience*, 100, 866-877.
- Squire, L.R.; Knowlton, B. e Musen, G. (1993) The structure and organization of memory. *Annual Review of Psychology*, 44, 453-495.
- Stanton, W.R. e Keats, J.A. (1986) Intelligence and ordered task complexity. *Australian Journal*

Psychology, 2, 125-131.

Sternberg, S. (1969) Memory scanning: mental process revealed by reaction time. *American Scientist*, 57, 421-457.

Sundström, G.A. (1987) Information search and decision making: the effects of information display. *Acta Psychologica*, 65, 165-179.

Sundström, G.A. (1993) Towards models of tasks and task complexity in supervisory control application. *Ergonomics*, 36, 1413-1423.

Underwood, B.J. (1982) Paired-associate learning: data on pair difficulty and variables that influence difficulty. *Memory and Cognition*, 10, 610-617.

Van de Schaff, T.W. (1993) Developing and using cognitive task typologies. *Ergonomics*, 36, 1439-1444.

Warrington, E.K. e Weiskrantz, L. (1968) A new method of testing long-term retention with special reference to amnesic patients. *Nature*, 217, 972-974.

Warrington, E.K. e Weiskrantz, L. (1970) The amnesic syndrome: consolidation or retrieval? *Nature*, 228, 628-630.

Watkins, M.J. (1977) The intricacy of memory span. *Memory and Cognition*, 5, 529-534.

Weaver, W. (1948) Science and complexity. *American Scientist*, 36, 536-544.

Welford, A.T. (1978) Mental workload as a function of demand, capacity, strategy and skill. *Ergonomics*, 21, 151-168.

Wickens, C.D., Hyman, F., Dellinger, J., Taylor, H., Meador, M. (1986) The Sternberg memory search task as an index pilot workload. *Ergonomics*, 29, 1371-1383.

Wickens, C.D. e Kramer, A. (1985) Engineering Psychology. *Annual Review of Psychology*, 36, 307-348.

Wierwille, W.W. (1979) Physiological measures of aircrew mental workload. *Human Factors*, 21, 575-594.

Wierwille, W.W. e Connor, S.A. (1983) Evaluation of 20 workload measures using a psychomotor task in a moving-base aircraft simulator. *Human Factors*, 25, 1-16.

Williges, R.C.; Wierwille, W.W. (1979) Behavioral measures of aircrew mental workload. *Human Factors*, 21, 549-574.

Willingham, D.B. e Nissen, M.J. e Bullermer, P. (1989) On the development of procedural knowledge. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 15,

1061-169.

Wixted, J.T. (1989) Nonhuman short-term memory: a quantitative reanalysis of selected findings.

Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 52, 409-426.

Wood, R.E. (1986) Task complexity: definition of the construct. *Organizational Behavior and*

Human Decision Process, 37, 60-82.

Woodworth, R.S. e Marquis (1968) *Psicologia*. São Paulo: Companhia Editora Nacional.

Yeh, Y.Y. e Wickens, C.D. (1988) Dissociation of performance and subjective measures of workload. *Human Factors*, 30, 111-120.

Anexo

Anexo - Valores de r^2 , inclinação (a), intercepto (b), logx e área obtidos em função das variáveis independentes sujeito, idade, sexo, sessão conjunto, número de elementos (NE), taxa de associação ao símbolo (TAS), taxa de associação à posição (TAP) e número de pares para os 24 sujeitos nas cinco condições experimentais.

Suj	Idade	Sexo	Sessão	CONJ.	NE	TAS	TAP	PARES	r^2	a	b	Logx	Area
1	21	F	1	1,0	8,00	5,00	1,00	8	0,81	-3,70	3,11	0,84	1,30
2	18	F	1	1,0	8,00	5,00	1,00	8	0,97	-3,09	2,59	0,84	1,07
3	19	F	1	1,0	8,00	5,00	1,00	8	0,77	-1,10	1,64	1,49	1,85
4	19	F	1	1,0	8,00	5,00	1,00	8	0,56	-0,79	1,07	1,35	0,72
5	20	M	1	1,0	8,00	5,00	1,00	8	0,89	-2,13	1,44	0,68	0,48
6	20	M	1	1,0	8,00	5,00	1,00	8	0,89	-1,44	1,60	1,11	0,88
9	20	M	1	1,0	8,00	5,00	1,00	8	0,86	-1,97	2,36	1,20	1,40
10	20	F	1	1,0	8,00	5,00	1,00	8	0,94	-2,61	2,82	1,08	1,52
11	18	F	1	1,0	8,00	5,00	1,00	8	0,81	-2,01	2,07	1,03	1,05
12	18	F	1	1,0	8,00	5,00	1,00	8	0,87	-1,68	1,58	,94	0,74
22	19	F	1	1,0	8,00	5,00	1,00	8	0,72	-4,69	3,56	0,76	1,35
14	20	F	1	1,0	8,00	5,00	1,00	8	0,89	-2,13	2,29	1,08	1,22
23	20	M	1	1,0	8,00	5,00	1,00	8	0,61	-4,10	3,48	0,85	1,48
24	22	F	1	1,0	8,00	5,00	1,00	8	0,81	-1,55	1,94	1,25	1,21
25	24	M	1	1,0	8,00	5,00	1,00	8	0,57	-1,64	2,28	1,39	1,58
26	22	F	1	1,0	8,00	5,00	1,00	8	0,62	-2,49	3,44	1,38	2,37
27	17	F	1	1,0	8,00	5,00	1,00	8	0,66	-2,43	2,94	1,21	1,78
33	30	M	1	1,0	8,00	5,00	1,00	8	0,77	-2,25	2,42	1,08	1,30
29	18	M	1	1,0	8,00	5,00	1,00	8	0,79	-2,10	2,23	1,06	1,18
30	22	F	1	1,0	8,00	5,00	1,00	8	0,73	-1,81	2,28	1,26	1,44
31	18	F	1	1,0	8,00	5,00	1,00	8	0,91	-3,46	3,14	,91	1,43
20	17	M	1	1,0	8,00	5,00	1,00	8	0,66	-2,20	2,19	1,00	,82
32	18	F	1	1,0	8,00	5,00	1,00	8	0,83	-1,56	1,78	1,14	1,01
18	20	F	1	1,0	8,00	5,00	1,00	8	0,85	-2,01	2,18	1,08	1,18
1	21	F	2	2,0	4,00	2,50	1,00	4	0,42	-1,79	2,72	1,52	2,06
2	18	F	3	3,1	4,00	2,50	1,00	4	0,74	-6,43	5,43	,84	2,29
3	19	F	2	3,1	4,00	2,50	1,00	4	0,59	-1,58	2,34	1,48	1,74
4	19	F	3	2,0	4,00	2,50	1,00	4	0,71	-1,97	2,18	1,11	1,20

Tabela 5 - continuação

Suj	Idade	Sexo	Sessão	CONJ.	NE	TAS	TAP	PARES	r ²	a	b	Logx	Area
5	20	M	2	2,0	4,00	2,50	1,00	4	0,65	-2,05	1,27	0,62	0,38
6	20	M	3	3,1	4,00	2,50	1,00	4	0,72	-3,28	2,06	0,63	0,65
9	20	M	2	3,1	4,00	2,50	1,00	4	0,42	-2,35	2,87	1,22	1,75
10	20	F	3	2,0	4,00	2,50	1,00	4	0,95	-3,26	3,28	0,62	1,01
11	18	F	2	2,0	4,00	2,50	1,00	4	0,56	-2,54	2,66	1,05	1,39
12	18	F	3	3,1	4,00	2,50	1,00	4	0,54	-1,88	1,55	0,82	0,64
22	19	F	2	3,1	4,00	2,50	1,00	4	0,51	-2,80	2,59	0,93	1,19
14	20	F	3	2,0	4,00	2,50	1,00	4	0,46	-0,98	0,95	0,97	0,46
23	20	M	2	2,0	4,00	2,50	1,00	4	0,73	-2,14	2,38	1,11	1,32
24	22	F	3	3,1	4,00	2,50	1,00	4	0,65	-4,81	4,23	0,88	1,86
25	24	M	2	3,1	4,00	2,50	1,00	4	0,52	-1,69	1,85	1,09	1,02
26	22	F	3	2,0	4,00	2,50	1,00	4	0,53	-1,23	1,36	1,11	0,75
27	17	F	2	2,0	4,00	2,50	1,00	4	0,74	-2,26	3,63	1,61	2,91
33	30	M	3	3,1	4,00	2,50	1,00	4	0,59	-4,35	3,17	0,73	1,16
29	18	M	2	3,1	4,00	2,50	1,00	4	0,59	-6,35	4,66	0,73	1,71
30	22	F	3	2,0	4,00	2,50	1,00	4	0,71	-1,65	1,60	0,97	0,77
31	18	F	2	2,0	4,00	2,50	1,00	4	0,79	-1,64	2,24	1,37	1,54
20	17	M	3	3,1	4,00	2,50	1,00	4	0,66	-3,48	2,16	0,62	0,67
32	18	F	2	3,1	4,00	2,50	1,00	4	0,49	-1,85	1,79	0,97	0,87
18	20	F	3	2,0	4,00	2,50	1,00	4	0,55	-1,47	1,37	0,93	0,63
1	21	F	3	3,0	8,00	2,50	1,00	4	0,63	-5,02	5,33	1,10	3,04
2	18	F	2	2,1	8,00	2,50	1,00	4	0,71	-6,25	5,13	0,82	2,10
3	19	F	3	2,1	8,00	2,50	1,00	4	0,70	-1,63	1,70	1,04	0,88
4	19	F	2	3,0	8,00	2,50	1,00	4	0,70	-2,65	2,80	1,06	1,48
5	20	M	3	3,0	8,00	2,50	1,00	4	0,66	-2,45	1,52	,62	0,47
6	20	M	2	2,1	8,00	2,50	1,00	4	0,79	-2,59	2,67	1,03	1,37
9	20	M	3	2,1	8,00	2,50	1,00	4	0,56	-4,76	4,46	0,94	2,09
10	20	F	2	3,0	8,00	2,50	1,00	4	0,64	-2,34	3,26	1,39	2,28
11	18	F	3	3,0	8,00	2,50	1,00	4	0,77	-3,21	3,31	1,03	1,70
12	18	F	2	2,1	8,00	2,50	1,00	4	0,74	-1,53	1,54	1,01	0,78

Tabela 5 - continuação

Suj	Idade	Sexo	Sessão	CONJ.	NE	TAS	TAP	PARES	r2	a	b	Logx	Area
22	19	F	3	2,1	8,00	2,50	1,00	4	0,72	-14,37	10,63	0,74	3,93
14	20	F	2	3,0	8,00	2,50	1,00	4	0,69	-3,33	3,62	1,03	1,86
23	20	M	3	3,0	8,00	2,50	1,00	4	0,68	-1,20	2,04	1,70	1,09
24	22	F	2	2,1	8,00	2,50	1,00	4	0,63	-6,00	6,28	1,05	3,29
25	24	M	3	2,1	8,00	2,50	1,00	4	0,38	-3,46	4,84	1,40	3,39
26	22	F	2	3,0	8,00	2,50	1,00	4	0,66	-3,21	4,48	1,40	3,14
27	17	F	3	3,0	8,00	2,50	1,00	4	0,48	-1,57	1,98	1,26	1,25
33	30	M	2	2,1	8,00	2,50	1,00	4	0,58	-4,11	4,07	0,99	2,01
29	18	M	3	2,1	8,00	2,50	1,00	4	0,70	-9,44	5,91	0,63	1,85
30	22	F	2	3,0	8,00	2,50	1,00	4	0,82	-2,15	2,68	1,25	1,68
21	18	F	3	3,0	8,00	2,50	1,00	4	0,74	-7,01	7,44	1,06	3,94
20	17	M	2	2,1	8,00	2,50	1,00	4	0,66	-4,90	3,58	0,73	1,31
32	18	F	3	2,1	8,00	2,50	1,00	4	0,85	-3,75	3,34	0,89	1,49
18	20	F	2	3,0	8,00	2,50	1,00	4	0,77	-5,55	5,76	1,04	2,99
1	21	F	4	4,0	4,00	1,25	1,00	4	0,75	-3,82	5,34	1,40	3,71
2	18	F	5	5,0	4,00	1,25	1,00	4	0,78	-12,58	12,80	1,02	6,51
3	19	F	4	5,0	4,00	1,25	1,00	4	0,36	-1,33	2,28	1,71	1,95
4	19	F	5	4,0	4,00	1,25	1,00	4	0,42	-2,38	3,63	1,53	2,77
5	20	M	4	4,0	4,00	1,25	1,00	4	0,63	-2,79	2,65	0,95	1,26
6	20	M	5	5,0	4,00	1,25	1,00	4	0,76	-3,81	3,76	0,99	1,85
9	20	M	4	5,0	4,00	1,25	1,00	4	0,77	-4,74	5,48	1,16	3,15
10	20	F	5	4,0	4,00	1,25	1,00	4	0,75	-4,73	6,06	1,28	3,89
11	18	F	4	4,0	4,00	1,25	1,00	4	0,86	-7,38	7,91	1,07	4,23
12	18	F	5	5,0	4,00	1,25	1,00	4	0,40	-1,20	1,66	1,38	1,16
22	19	F	4	5,0	4,00	1,25	1,00	4	0,54	-3,11	3,91	1,26	2,46
14	20	F	5	4,0	4,00	1,25	1,00	4	0,55	-8,62	9,69	1,12	5,45
23	20	M	4	4,0	4,00	1,25	1,00	4	0,72	-4,01	5,29	1,32	3,48
24	22	F	5	5,0	4,00	1,25	1,00	4	0,41	-5,80	7,16	1,23	4,41
25	24	M	4	5,0	4,00	1,25	1,00	4	0,51	-10,49	14,98	1,43	10,70
26	22	F	5	4,0	4,00	1,25	1,00	4	0,77	-8,64	9,62	1,11	5,36

Tabela 5 - continuação

Suj	Idade	Sexo	Sessão	CONJ.	NE	TAS	TAP	PARES	r2	a	b	Logx	Area
27	17	F	4	4,0	4,00	1,25	1,00	4	0,75	-11,52	14,53	1,26	9,15
33	30	M	5	5,0	4,00	1,25	1,00	4	0,75	-11,18	9,44	0,84	3,98
29	18	M	4	5,0	4,00	1,25	1,00	4	0,73	-16,92	12,53	0,74	4,64
30	22	F	5	4,0	4,00	1,25	1,00	4	0,79	-4,66	5,18	1,11	2,88
31	18	F	4	4,0	4,00	1,25	1,00	4	0,52	-7,30	10,48	1,44	7,52
20	17	M	5	5,0	4,00	1,25	1,00	4	0,69	-3,09	7,93	0,98	3,88
32	18	F	4	5,0	4,00	1,25	1,00	4	0,62	-3,39	4,26	1,26	2,68
18	20	F	5	4,0	4,00	1,25	1,00	4	0,57	-3,43	5,13	1,50	3,83
1	21	F	5	5,0	4,00	1,25	2,50	4	0,69	-4,93	5,44	1,10	3,00
2	18	F	4	4,0	4,00	1,25	2,50	4	0,62	-4,12	4,51	1,09	2,47
3	19	F	5	4,0	4,00	1,25	2,50	4	0,80	-2,23	3,17	1,42	2,25
4	19	F	4	5,0	4,00	1,25	2,50	4	0,47	-2,20	2,83	1,29	1,82
5	20	M	5	5,0	4,00	1,25	2,50	4	0,66	-5,20	3,23	0,62	,62
6	20	M	4	4,0	4,00	1,25	2,50	4	0,91	-3,29	3,83	1,16	2,23
9	20	M	5	4,0	4,00	1,25	2,50	4	0,43	-4,20	5,63	1,34	3,24
10	20	F	4	5,0	4,00	1,25	2,50	4	0,84	-3,25	3,59	1,10	1,98
11	18	F	5	5,0	4,00	1,25	2,50	4	0,79	-9,67	7,33	0,76	2,78
12	18	F	4	4,0	4,00	1,25	2,50	4	0,56	-2,53	3,15	1,25	1,96
22	19	F	5	4,0	4,00	1,25	2,50	4	0,82	-7,76	7,14	0,92	3,28
14	20	F	4	5,0	4,00	1,25	2,50	4	0,60	-1,52	1,94	1,28	1,24
23	20	M	5	5,0	4,00	1,25	2,50	4	0,83	-1,84	1,92	1,04	1,00
24	22	F	4	4,0	4,00	1,25	2,50	4	0,62	-9,72	11,59	1,19	6,91
25	24	M	5	4,0	4,00	1,25	2,50	4	0,71	-7,95	7,15	0,90	3,22
26	22	F	4	5,0	4,00	1,25	2,50	4	0,74	-5,02	5,17	1,03	2,66
27	17	F	5	5,0	4,00	1,25	2,50	4	0,66	-4,55	4,92	1,08	2,66
33	30	M	4	4,0	4,00	1,25	2,50	4	0,86	-9,76	10,40	1,07	5,54
29	18	M	5	4,0	4,00	1,25	2,50	4	0,56	-10,76	8,65	0,80	3,48
30	22	F	4	5,0	4,00	1,25	2,50	4	0,49	-6,33	8,59	1,36	5,83
31	18	F	5	5,0	4,00	1,25	2,50	4	0,54	-2,98	3,44	1,15	1,99
20	17	M	4	4,0	4,00	1,25	2,50	4	0,62	-5,14	3,86	0,75	1,45

Tabela 5 - continuação

Suj	Idade	Sexo	Sessão	CONJ.	NE	TAS	TAP	PARES	r2	a	b	Logx	Area
32	18	F	3	4,0	4,00	1,25	2,50	4	0,69	-7,15	7,57	1,06	4,00
18	20	F	4	5,0	4,00	1,25	2,50	4	0,46	-1,20	2,51	2,09	1,66