

**Nunes, L.R.;** Capovilla, F. ; Nunes, D.R.; Araújo, I.; Bernat, A.B.; Nogueira, D.; Bernat, A.B.; Passos, M.; Valério, T.; Macedo, E.; Duduchi, M. (1997). Comunicação alternativa em paralisia cerebral: Tempo e erro de recuperação simbólica como função de categoria gramatical dos itens e sua ordenação nas telas. *Anais do III Congresso Brasileiro de Neuropsicologia*, p. 16. S. Paulo, maio de 1997.

1

# Comunicação alternativa em paralisia cerebral: Tempo e erros de recuperação simbólica como função da categoria gramatical dos itens e da sua ordenação nas telas

*Nunes, L.R.O.P., Capovilla, F.C., Nunes, D., Araújo, I., Nogueira,  
D., Bernat, A.B., Passos, M., Magalhães, A.P., Madeira, S., Macedo,  
E.C., Duduchi, M.*

(Mestrado Educação, UERJ; Instituto de Psicologia, USP)

## Resumo

O pensamento, enquanto processamento encoberto de símbolos representativos de referentes, dá-se em forma proposicional ou imagética, mas sua expressão na comunicação vocal ou alternativa requer transcodificação baseada no resgate das palavras ou símbolos apropriados a partir do léxico ou do sistema. O tempo e a precisão de tal resgate variam conforme a organização hierárquica dos conceitos em diferentes redes de categorias semânticas na mente e no sistema. Variam também em função de características como imageabilidade, que decresce de substantivos a verbos a modificadores. O presente estudo avaliou a frequência de erros e o tempo de busca em função da categoria gramatical do item, de sua distribuição nas telas e da ordem das sessões. A tarefa do participante era buscar nas três telas de cada uma de 12 categorias semânticas desdobradas as figuras cujos nomes eram falados pelo examinador. Participou do estudo um rapaz com paralisia cerebral atetóide de 15a3m, não-alfabetizado e incapaz de articular fala. Análise de covariância do tempo de busca em função da categoria gramatical tendo a distribuição nas telas e a ordem das sessões como covariantes revelou efeitos de categoria gramatical e distribuição nas telas. Testes de comparação de pares Bonferroni revelaram que o tempo de busca para substantivos foi menor do que para verbos que por sua vez foi menor do que para modificadores; e que o tempo de busca de itens na tela 1 foi menor do que o daqueles na tela 2. A mesma análise para frequência de erros revelou efeitos de categoria gramatical e ordem das sessões. Testes de comparação de pares Bonferroni revelaram que a frequência de erros em substantivos foi menor do que em verbos que, por sua vez, foi menor do que em modificadores; e que a frequência de erros em itens na tela 1 foi menor do que aquela de itens na tela 2.

O pensamento, enquanto processamento encoberto de símbolos representativos de referentes, dá-se em forma proposicional (Pylyshyn, 1981, 1984) ou imagética (Paivio, 1986; Kosslyn, 1976, 1980, 1981, 1983), mas sua expressão na comunicação vocal ou alternativa requer transcodificação baseada no resgate, a partir do léxico ou do sistema, das palavras ou símbolos apropriados. Do mesmo modo que numa pessoa procurando em sua mente a palavra mais adequada para expressar seus pensamentos, num paralisado cerebral fazendo uso de um sistema de comunicação alternativa para expressar-se, o tempo e a precisão de resgate das palavras na mente e dos símbolos do sistema podem variar conforme a organização hierárquica dos conceitos em diferentes redes de categorias semânticas na mente e no sistema. Podem também em função de características como imageabilidade, que decresce de substantivos a verbos a modificadores. Esta linha de pesquisa foi explorada em dois estudos de Capovilla, Gonçalves, Macedo, Duduchi, Capovilla (1996) e Macedo, Capovilla, Gonçalves, Seabra, Thiers & Feitosa (1994).

O Estudo 1 descobriu que o padrão de reconhecimento de pictogramas coincide com aquele que seria esperado de acordo com a literatura sobre iconicidade. De acordo com esta literatura (Mirenda & Locke, 1990; Mizuko & Reichle, 1989) a iconicidade de pictogramas PIC (Maharaj, 1980) é maior que a de símbolos Bliss (Hehner, 1980). A iconicidade tende a ser afetada pela imageabilidade: quanto mais imageável o referente de um símbolo ou pictograma, tanto maior o grau de iconicidade que é atribuído a esse símbolo ou pictograma (Yovetich & Paivio, 1980). Como qualquer inspeção dos pictogramas componentes de PIC deve deixar claro, substantivos tendem a ser mais imageáveis que verbos, e estes mais concretos que modificadores. De fato, o estudo demonstrou que a iconicidade de substantivos é maior que a de verbos, e esta maior que a de modificadores. Participou daquele estudo uma menina de 12a7m de idade com paralisia cerebral tetra-espástica e componentes extra-piramidais presentes decorrente de anóxia peri-natal. Seus escores na Escala de Maturidade Mental Columbia e no Teste Raven, escala especial, correspondiam aos de uma criança de 5a6m. Ela frequentava uma escola especial desde os 5a de idade, quando começara a ser exposta aos símbolos Bliss. Portanto, sua experiência anterior com Bliss era de 7a7m. Apesar desta experiência, seu tabuleiro de comunicação adaptado à cadeira de rodas continha apenas 187 símbolos, dentre os quais conseguia apontar apenas 120 quando solicitada. A menina não conseguia combinar símbolos para compor sentenças e seu padrão de comunicação consistia basicamente em selecionar símbolos individuais isolados que eram complementados por alguns gestos largos e pouco precisos. Tais símbolos isolados e gestos largos

eram então interpretados em contexto vocalmente aos seus interlocutores por sua babá. A babá convivia com ela no mínimo 12h diárias e tinha conhecimento da maior parte dos acontecimentos aos quais ela poderia se referir. Nesse estudo a menina foi inicialmente exposta aos 379 pictogramas PIC arranjados em folhas de papel em grupos de 12 pictogramas por folha, correspondentes aos 12 pictogramas disponíveis em cada tela de PIC-Comp v24s. Sua tarefa inicial era apontar o pictograma que era solicitado vocalmente pelo examinador, num procedimento de escolha de acordo com o modelo falado. Conforme representa a Figura 1, os resultados corroboraram as expectativas: a porcentagem de acertos em substantivos foi superior àquela em verbos, que por sua vez foi superior àquela para modificadores. Após 11 sessões de 75 min cada uma que consiste no fornecimento de dicas verbais temáticas posteriores relativas a características tais como função, uso, contexto, e tipo dos referentes representados nos pictogramas, a menina apresentou desempenho perfeito de 100% de acerto no acesso aos pictogramas em presença de seus nomes falados. Tornou-se também capaz de indicar as categorias a que pertenciam todos os pictogramas de PIC: em presença de pictogramas representando categorias (e.g., frutas, partes do corpo, lugares), apontava a categoria correta ao ouvir o nome falado de qualquer pictograma (e.g., maçã, boca, escola).

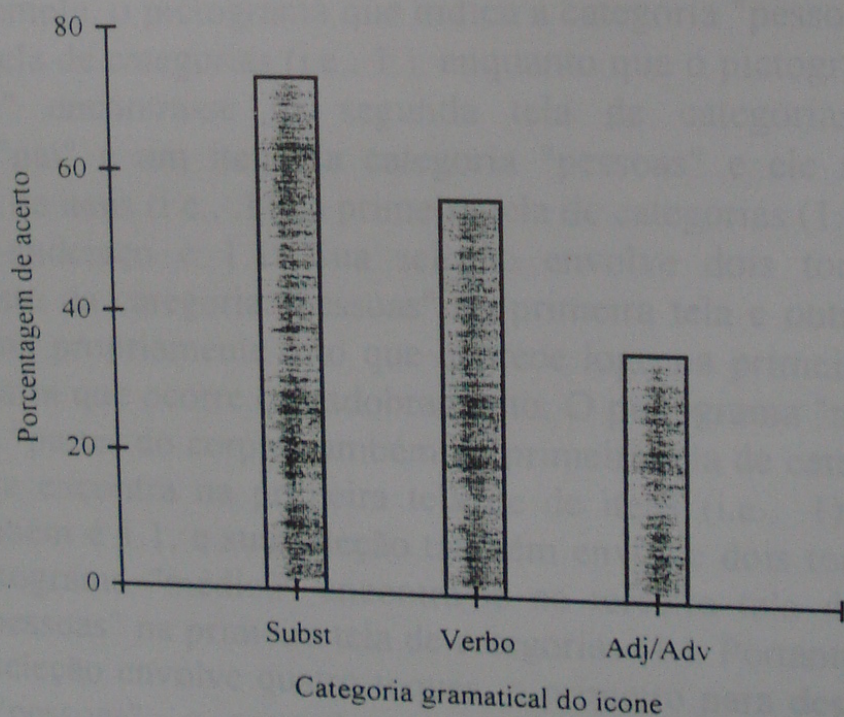


Figura 1. Porcentagem de acerto em função da categoria gramatical do pictograma (substantivo, verbo, modificador).

4

No Estudo 1 de Capovilla et al (1996) e de Macedo, et al (1994) foi demonstrado que apesar de uma história de 7a7m de exposição prévia aos símbolos Bliss num tabuleiro que era usado por pelo menos 12h por dia, a menina mostrou-se capaz de fazer acesso a apenas 120 dos 187 símbolos do tabuleiro. Isto corresponde a apenas 64 por cento dos símbolos do tabuleiro e a 7.5 por cento de todos os símbolos da Semantografia Bliss. No entanto, a mesma menina mostrou-se capaz de fazer acesso a todos os 379 pictogramas PIC aos quais havia sido exposta em apenas 11 sessões de 75 min cada uma. Portanto, tudo indicava que a alta iconicidade típica do sistema pictográfico tornava PIC bastante promissor para iniciar o trabalho de ensinar a menina a compor sentenças para se comunicar. Como o objetivo era fazê-la comunicar-se por meio do sistema computadorizado falante PIC-Comp, um dos primeiros passos era levá-la a fazer acesso a todos os pictogramas do sistema computadorizado a partir da tela inicial de categorias do sistema e do nome falado do pictograma.

Conforme mencionado acima o sistema empregado no presente estudo foi PIC-Comp v24s, ou seja, uma versão que apresentava apenas 24 pictogramas simultaneamente presentes na tela a cada vez, em vez dos 40 apresentados na versão v40s. Na versão v24s os pictogramas distribuíam-se em duas telas de categorias, sendo que a primeira tela de categorias tinha até três telas de itens, e a segunda tela de categorias continha apenas duas telas de itens. Por exemplo, o pictograma que indica a categoria "pessoas" encontra-se na primeira tela de categorias (i.e., 1.), enquanto que o pictograma que indica "sentimentos" encontra-se na segunda tela de categorias (i.e., 2.) O pictograma "pai" é um item da categoria "pessoas" e ele se encontra na primeira tela de itens (i.e., .1) da primeira tela de categorias (1.). Portanto, sua posição ou endereço é 1.1. Sua seleção envolve dois toques, um para desdobramento da categoria "pessoas" na primeira tela e outro para seleção do pictograma propriamente dito que aparece logo na primeira tela de itens que surge assim que ocorre o desdobramento. O pictograma "mão" é um item da categoria "partes do corpo" também na primeira tela de categorias (i.e., 1.) e também se encontra na primeira tela de de itens (i.e., .1). Portanto, sua posição também é 1.1, e sua seleção também envolve dois toques. Por outro lado, o pictograma "médico" encontra-se na terceira tela de itens (.3) da categoria "pessoas" na primeira tela de categorias (1.). Portanto sua posição é 1.3, e sua seleção envolve quatro toques, o primeiro para desdobramento da categoria "pessoas", o segundo para acessar a segunda tela de itens ("seguinte"), o terceiro para acessar a terceira tela de itens ("seguinte"), e o quarto para selecionar o pictograma propriamente dito. Finalmente, o pictograma "alegria" encontra-se na primeira tela de itens (.1) da categoria

"sentimentos" que está na segunda tela de categorias (2.), na posição é 2.1. Assim, para fazer acesso ao pictograma "alegria" são necessários três toques. o primeiro para acessar a segunda tela de categorias ("seguinte"), o segundo para desdobrar "sentimento", e o terceiro para selecionar "alegria" propriamente dita.

Poderíamos pensar nessa estrutura hierárquica de endereços do sistema de pictogramas como se fosse um modelo simplificado da estrutura hierárquica de nosso próprio sistema lexical. Em ambos os casos a comunicação deve ser feita a partir do acesso ou "recuperação" sequencial de pictogramas ou palavras que se encontram em diferentes pontos da estrutura para expressar idéias. Em ambos os casos quanto mais remoto na estrutura hierárquica estiver um pictograma ou uma palavra, tanto maior deve ser o tempo dispendido no acesso ou recuperação daquele símbolo ou palavra. Tal processo é de fato chamado metaforicamente de acesso léxico (Hunt, 1985), e seu componente mais importante é a velocidade. A velocidade de acesso léxico é um importante fator da habilidade verbal, e está correlacionada com desempenho em testes psicométricos de habilidade verbal (Lansman, Donaldson, Hunt, & Yantis, 1983). Por exemplo, universitários com desempenho acima de percentil 75 em habilidade verbal demoram aproximadamente 65 milissegundos (ms) para ganhar acesso a uma palavra, enquanto que aqueles com desempenho abaixo de 25 demoram aproximadamente 100 ms (Hunt, Lunneborg, & Lewis, 1975). E o tempo de acesso léxico de pessoas com retardo mental leve é de aproximadamente 400 ms (Warren & Hunt, 1981). Por sua vez a habilidade verbal ou de usar bem as palavras é um dos mais importantes aspectos da inteligência e o melhor de todos os preditores de sucesso escolar: a correlação entre habilidade verbal e sucesso escolar varia entre .4 e .6 (Matarazzo, 1972).

Quando o processo de composição de sentenças deve se dar de maneira manifesta, como no caso de uso de sistemas computadorizados de comunicação, o efeito da posição na estrutura hierárquica sobre o tempo de acesso léxico-simbólico deve se tornar ainda mais claro. A dificuldade motora do paciente em fazer acesso aos pictogramas só deve tornar tal processo ainda mais fácil de medir. Medir precisamente o tempo de acesso léxico-simbólico correspondente a cada endereço é essencial para poder isolar o efeito de posição, permitindo assim avaliar o efeito de outras variáveis tais como o modo de estimulação para a composição de sentenças. Dado que em meios e sistemas alternativos e suplementares de comunicação o tempo de acesso léxico é mediado pelo acesso motor, e que o controle motor de usuários de meios e sistemas alternativos e suplementares de comunicação é usualmente deficitário, o grau de retardo no acesso léxico deve ser proporcional ao grau

de dificuldade motora. Dada a enorme importância do tempo de acesso léxico em promover comunicação eficaz, fica bastante clara a importância de buscar meios e sistemas alternativos e suplementares de comunicação que apresentem dificuldades motoras. Uma das maiores dificuldades é a alta frequência de erro de acesso ou de escolha incorreta, e a frequente necessidade de fazer esforços para corrigir, desfazer, ou "apagar" tais erros. Quando o usuário de meios e sistemas alternativos e suplementares de comunicação tem grandes dificuldades motoras e não dispõe de um dos sistemas computadorizados com mouse alavancado ou acionador vocálico ou por ele a varredura de um tabuleiro de comunicação. Quando isto ocorre e o intérprete pouco experiente comete sem perceber um erro de interpretação de escolha, pode ser bastante difícil para o usuário fazer o intérprete entender que ele cometeu um erro e que o usuário quer "apagar" a última escolha. Em sistemas de comunicação computadorizados por varredura e seleção por mouse alavancado, acionador vocálico, ou acionador pelo olhar, permitir ao usuário regular a velocidade de varredura e apagar com facilidade uma escolha incorreta é essencial.

Quando o controle motor não é deficitário a ponto de ser necessária varredura e o usuário pode fazer uso de tela sensível ao toque, erros de seleção também podem ocorrer. Devido a dificuldades motoras o paciente pode ter dificuldade de tocar diretamente acima de um item específico e pode, em vez disso, primeiro apoiar o dedo sobre a tela e então deslizá-lo até o item específico desejado. Este é normalmente o padrão de usuários de tabuleiros, só que com a tela sensível ao toque ele não funciona, e acaba produzindo múltiplos erros de acionamento. Tais erros correspondem aos itens tocados acidentalmente de início quando usuário estava em busca de apoio para o dedo que acabava de chegar à tela (mas a tela não sabia disso, e confundiu apoio com escolha); e àqueles tocados acidentalmente quando o usuário deslizava o dedo no percurso desde o ponto de apoio até o item desejado (e de novo a tela não sabia disso, confundindo percurso com escolha). Portanto, ao empregar telas sensíveis ao toque com pacientes com dificuldades motoras é necessário levar a tela a discriminar entre escolha e mero apoio ou percurso. Isto pode ser feito facilmente pela adoção de um atraso de input na tela sensível ao toque. Tal atraso pode variar de usuário a usuário dependendo dos padrões de uso. Pode ser feita uma simples medição do tempo máximo decorrente desde o toque por apoio até a escolha propriamente dita quando o dedo efetivamente "estaciona" sobre um item na tela. A programação da tela

para ler a posição do dedo apenas após a contagem de tal tempo a partir do toque de apoio é tudo o que se necessita. Assim, o objetivo do Estudo 2 de Capovilla et al (1996) e de Macedo, et al (1994) foi o de analisar o tempo de acesso léxico-simbólico como função de dois fatores: da posição ou endereço dos pictogramas; e da adoção ou não de atraso de input de 1s em tela sensível ao toque.

No Estudo 2 a menina foi solicitada a acessar e tocar todos os 379 pictogramas do sistema PIC-Comp. O acesso deveria ser feito a partir de um mesmo ponto de repouso, a primeira tela de categorias. Assim, após cada escolha o sistema era programado para retornar à primeira tela de categorias. Para que a escolha fosse considerada correta, o pictograma correspondente ao nome falado pelo examinador, e apenas ele, deveria migrar para a área de comunicação na quinta linha, e seu nome deveria soar. A voz digitalizada oferecia feedback imediato de acerto ou erro à menina. Caso um pictograma incorreto fosse selecionado, ele deveria ser apagado antes que o pictograma correto pudesse ser escolhido. A Figura 2 representa o tempo de acesso léxico-simbólico em função da posição do pictograma nas telas do sistema PIC-Comp v24s, e da adoção ou não de atraso de input de 1s. Conforme representado na figura, o tempo de acesso ao pictograma foi reduzido pela adoção do quesito de espera. A observação do desempenho da menina revelou que isto se deveu à redução no número de erros que eram cometidos por toque acidental sobre a tela. Também representado na figura é a relação de proporcionalidade entre o tempo de acesso léxico-simbólico e a posição do pictograma na estrutura hierárquica: para ambas as telas de categorias, pictogramas na primeira tela de itens (.1) foram acessados mais rapidamente que aqueles na segunda tela de itens (.2), e estes mais rapidamente que aqueles na terceira tela de itens (.3). O aumento requerido no tempo de acesso da primeira à segunda tela de itens, e da segunda à terceira tela de itens foi de 65 por cento. Para a primeira tela de categorias, a adoção de atraso de input resultou numa redução de 10 por cento na primeira tela de itens, e de 40 por cento nas segunda e terceira telas de itens.



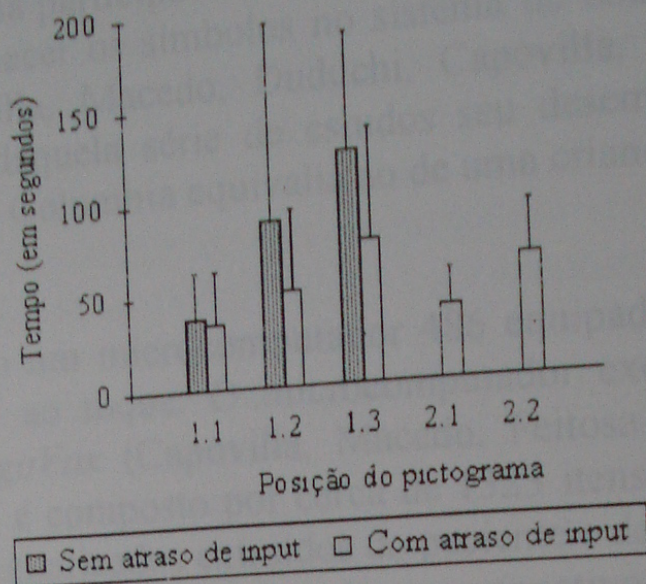


Figura 2. Tempo de acesso léxico-simbólico aos pictogramas como função da ordem de telas de categorias e de itens a que pertenciam os pictogramas, bem como da adoção ou não de atraso de input em tela sensível ao toque.

A partir dos dados de uso do sistema de comunicação *PIC-Comp* por parte de uma menina com paralisia cerebral, não-vocal e não-alfabetizada, os estudos de Capovilla, Gonçalves, Macedo, Duduchi & Capovilla (1996) e de Macedo, Capovilla, Gonçalves, Seabra & Thiers (1994) demonstraram os efeitos da imageabilidade dos itens sobre a porcentagem de acerto, bem como de sua distribuição ao longo das telas do sistema sobre o tempo de busca dos itens. Avaliando a iconicidade dos símbolos de um outro sistema, a semantografia Bliss (Hehner, 1980), com um outro rapaz com paralisia cerebral, um outro estudo (Thiers, Capovilla, Macedo, Feitosa & Seabra, 1994) também já havia demonstrado a superioridade dos símbolos Bliss representativos de substantivos em relação aos de verbos, e destes em relação aos de modificadores. Naquele estudo tal efeito foi atribuído à diferença de imageabilidade dos referentes dos símbolos. Uma das questões do presente estudo é se dados semelhantes poderiam ser obtidos a partir do uso de um outro sistema de comunicação, o *ImagoVox* por parte de ainda outro rapaz com paralisia cerebral.

### O presente estudo: *ImagoVox*

#### Participante

Participou do estudo um rapaz (AG) de 15a3m, com paralisia cerebral atetoide e incapaz de comunicar-se vocalmente. Embora fosse aluno de escola especial, ainda não havia sido alfabetizado. Antes de participar do presente

#### Método

estudo, o rapaz havia participado de uma série de experimentos em que havia aprendido a reconhecer os símbolos no sistema de comunicação alternativa *ImagoVox* (Capovilla, Macedo, Duduchi, Capovilla, Raphael & Guedes, 1996). Ao início daquela série de estudos seu desempenho na Escala de Maturidade Mental Columbia equivalia ao de uma criança de 5a de idade.

### Aparato

Foi empregado um microcomputador 486 equipado com *kit multimídia* 4x e tela sensível ao toque. O microcomputador executava o sistema de comunicação *ImagoVox* (Capovilla, Macedo, Feitosa & Seabra, 1993). O sistema *ImagoVox* é composto por cerca de 1323 itens compostos de fotos e filmes coloridos digitalizados extraídos do paciente e de seu ambiente natural, sendo que a cada um deles corresponde seu respectivo nome escrito e falado com voz digitalizada. Ele emprega o modo de resolução gráfica de 640x480 pixels, sendo que em termos de *layout* a tela apresenta-se dividida em 24 células dispostas numa matriz de seis colunas e quatro linhas. Os 1323 itens de *ImagoVox* encontram-se distribuídos em 36 categorias, as quais distribuem-se em duas telas. Cada categoria contém até 70 itens, sendo que tais itens distribuem-se em até seis telas com 16 itens cada uma.

O *layout* da primeira tela de abertura do sistema *ImagoVox* na versão de tela sensível ao toque é composto de quatro linhas de seis células cada uma. Há três janelas, uma superior contendo as duas primeiras linhas, uma medial contendo a terceira linha, e uma inferior contendo a quarta linha. A janela superior pode ser emoldurada de azul ou de vermelho. Quando a janela superior estiver emoldurada de azul as duas primeiras linhas reúnem as figuras que representam as primeiras categorias semânticas do sistema. Exemplos de categorias semânticas são *pessoas*, *pedidos*, *verbos*, *sentimentos*, *lugares*, etc. Quando uma dessas figuras é tocada, a categoria por ela representada desdobra-se em itens de escolha. Quando tal desdobramento de uma dada categoria ocorre, a moldura da janela superior muda para vermelho. Quando a moldura da janela superior está vermelha, as duas primeiras linhas reúnem os primeiros itens da categoria escolhida que foi desdobrada. Por exemplo, a categoria *pessoas* contém itens como o próprio usuário, seus familiares, professores, amigos, etc., sendo que cada pessoa é representado pela própria foto. Quando um desses itens é tocado ele migra para a janela inferior emoldurada de amarelo na quarta linha, começando a compor uma sentença. Ao mesmo tempo, o nome falado do item escolhido soa com voz digitalizada, e o sistema retorna à primeira tela de categorias.

A janela medial, emoldurada de verde na terceira linha, contém os indicadores dos três modos de comunicação: *declarativo* para afirmações simples, *imperativo* para ordens e pedidos, e *interrogativo* para perguntas. Ao tocar um ou outro desses modos de comunicação, o usuário deixa clara ao interlocutor a natureza de sua sentença, se uma pergunta, um pedido ou um simples comentário. Além disso, a janela contém também respostas sim e não para perguntas, e o comando *soar* sentenças, que faz com que a sentença composta pela seleção sequencial dos itens e reunida na janela inferior soe com voz digitalizada. Assim, o sistema *ImagoVox* permite comunicação com base em sentenças formadas pelo arranjo sequencial de fotos e filmes tirados do próprio paciente e de seu ambiente natural. Sua força reside em sua grande iconicidade e máxima personalização.

Para o presente estudo foram separadas 12 categorias semânticas: pessoas, adjetivos, verbos, advérbios, pedidos, sentimentos, escola e trabalho, alimentos, frutas, bebidas, aparelhos, e meios de transporte. Cobrindo as 12 categorias, foram empregadas ao todo 306 figuras que eram dispostas em 23 telas, com duas a 22 figuras por tela. Foram empregadas 35 figuras de pessoas divididas em duas telas, 30 de adjetivos divididas em duas telas, 53 de verbos divididas em quatro telas, 15 de advérbios em apenas uma tela, 19 de pedidos divididas em duas telas, 34 de sentimentos divididas em três telas, 20 de escola e trabalho em apenas uma tela, 39 de alimentos divididas em duas telas, 22 de frutas divididas em duas telas, dez de bebidas em apenas uma tela, 31 de aparelhos divididas em duas telas, e 18 de meios de transportes em apenas uma tela.

**Procedimento**

A tarefa do participante era buscar nas três telas de cada uma de 12 categorias semânticas desdobradas as figuras cujos nomes eram falados pelo examinador. O experimento foi conduzido em 9 sessões experimentais. A cada sessão o participante era chamado a varrer as duas a três telas de uma mesma categoria desdobrada em busca do item solicitado. A cada tentativa apenas um item era solicitado. Foram avaliados a frequência de erros e o tempo de busca em função da categoria gramatical do item, de sua distribuição nas telas e da ordem das sessões. A primeira hipótese era de que quanto mais remota a posição do item na tela, tanto maior o tempo de busca e a frequência de erro. A segunda hipótese era de que tanto o tempo de busca quanto a frequência de erro seriam maiores em modificadores do que em verbos, e nestes do que em substantivos. Finalmente, a terceira hipótese era de que tanto o tempo de busca quanto a frequência de erro iriam reduzir-se ao longo das sessões sucessivas.

## Delineamento experimental e análises estatísticas de dados

No presente estudo o aparato empregado foi o sistema de comunicação *ImagoVox* usado naturalmente pelo participante no dia-a-dia. Como *ImagoVox* contém várias vezes o número de telas de PIC-Comp, não poderiam ser analisadas todas as telas, como foi feito nos estudos que usaram PIC-Comp (Capovilla et al, 1996). Assim, para assegurar a representatividade dos achados do presente estudo, foi feita uma seleção aleatória das telas de *ImagoVox* e foi respeitada a distribuição natural dos itens nas telas da versão de *ImagoVox* que era empregada por AG. No entanto, conforme foi constatado posteriormente, tais cuidados de aleatoriedade e naturalidade acabaram resultando num desequilíbrio de representatividade das três categorias gramaticais nas telas naturais e aleatoriamente selecionadas para a implementação do delineamento. Tal desequilíbrio consistiu no seguinte: enquanto os itens representativos de verbos e modificadores distribuíam-se de modo proporcionalmente decrescente nas telas 1, 2 e 3 (80, 35 e 12, respectivamente, para verbos; e 84, 43 e 10, respectivamente, para modificadores), os itens representativos de substantivos distribuíam-se apenas nas telas 1 e 2 (191 e 71, respectivamente). A ausência de itens representativos de substantivos na tela 3 impediu que fosse feito o cruzamento dos três níveis da variável categoria gramatical com os três níveis da variável posição nas telas. Para resolver este problema, a análise considerou apenas as telas em que havia distribuição proporcional de itens representativos das três categorias gramaticais, ou seja, as telas 1 e 2. Para evitar que a maior diferença favorável a modificadores na tela 2 em relação à tela 1 contaminasse a análise do efeito puro da ordem das telas sobre as variáveis dependentes, para cada variável dependente foi feita uma ANCOVA da ordem da tela tendo como covariante a categoria gramatical. Restava apenas um problema: para que uma variável possa ser usada como covariante num delineamento de ANCOVA, é preciso que ela seja contínua. Como a variável categoria gramatical é categorial, ela não poderia ser usada como covariante. A solução foi simples e conceitualmente pura: Subjacente à variável categorial *categoria gramatical* está a variável contínua *concretude* ou *imageabilidade*. Como vimos na introdução, na literatura, sempre que se fala do tipo de categoria gramatical a que pertence um item se subentende o grau de imageabilidade ou concretude desse item. Assim, para fins da presente análise de covariância, os níveis substantivo, verbo e modificadores da variável categoria gramatical foram considerados como correspondentes aos níveis 3, 2 e 1 da variável concretude (i.e., a concretude de substantivos é maior do que a de verbos que é maior do que a de modificadores; sendo que,

do ponto de vista puramente empírico, pode-se dizer que as diferenças de um a outro correspondem mesmo a aproximadamente um ponto). Portanto, no presente estudo os efeitos da posição de tela sobre a frequência de erros e o tempo de busca foram analisados via ANCOVAs, tendo como covariante o grau de concretude do item (1 para modificadores, 2 para verbos, e 3 para substantivos). Já os efeitos da categoria gramatical sobre a frequência de erros e o tempo de busca foram analisados via ANOVAs simples.

### Resultados

#### Tempo de busca

A Figura 3, à esquerda representa o tempo de busca dos itens como função da categoria gramatical à qual eles pertenciam. Como pode ser observado na figura, o tempo de busca cresceu de itens representativos de substantivos a verbos a modificadores. ANOVA do tempo de busca como função da categoria gramatical em seus três níveis (substantivos, verbos e modificadores) revelou efeito significativo de categoria-gramatical ( $F_{[2, 483]} = 19,4; p = 0,000$ ). Análise de comparação de pares via teste Bonferroni revelou que o tempo de busca de itens representativos de substantivos foi significativamente menor do que de verbos, e destes do que de modificadores. A Figura 3, à direita representa o tempo de busca dos itens como função de sua distribuição nas telas do sistema. Como pode ser observado na figura, o tempo de busca cresceu da primeira à segunda tela. ANCOVA do tempo de busca como função da ordem da tela (tela 1, tela 2) tendo como covariante o grau de concretude do item (1, 2, 3) revelou efeitos significantes da variável principal ordem da tela ( $F_{[1, 471]} = 8,1; p = 0,005$ ), bem como do covariante concretude do item ( $F_{[1, 471]} = 36,9; p = 0,000$ ). Assim, o tempo de busca de itens na tela 2 foi significativamente superior àquele de itens na tela 1, independentemente da concretude do item buscado.

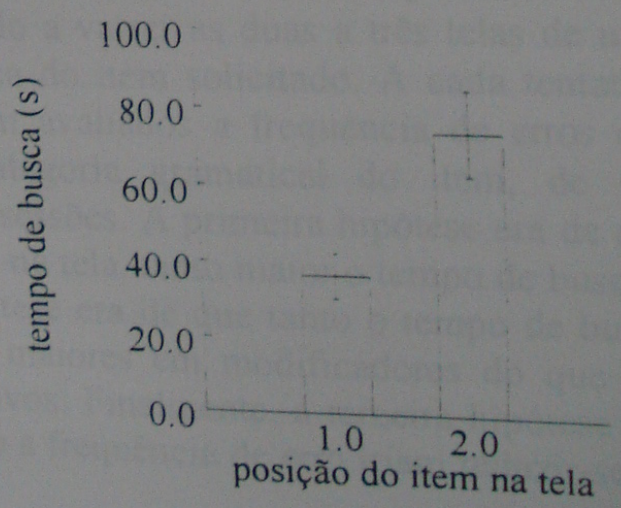
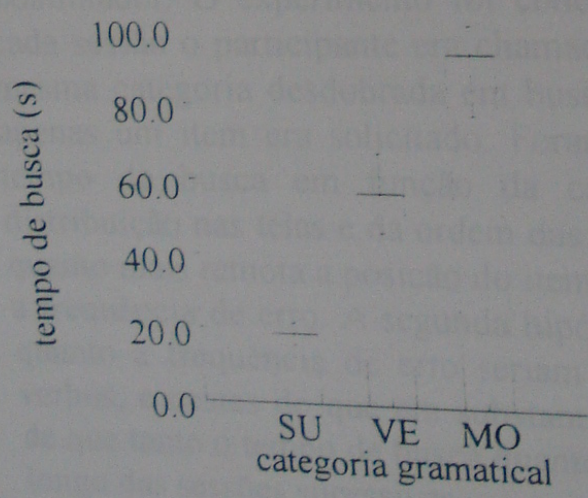


Figura 3. Tempo de busca dos itens como função da categoria gramatical à qual eles pertenciam (à esquerda) e de sua distribuição nas telas do sistema (à direita).

### Frequência de erros de busca dos itens

A Figura 4, à esquerda representa a frequência de erros de busca dos itens como função da categoria gramatical à qual eles pertenciam. Como pode ser observado na figura, a frequência de erros de busca cresceu de itens representativos de substantivos a verbos a modificadores. ANOVA da frequência de erros como função da categoria gramatical em seus três níveis (substantivos, verbos e modificadores) revelou efeito significativo de categoria gramatical ( $F_{[2, 483]} = 33,5; p = 0,000$ ). Análise de comparação de pares via teste Bonferroni revelou que a frequência de erros de busca de itens representativos de substantivos foi significativamente menor do que de verbos, e destes do que de modificadores. A Figura 4, à direita representa a frequência de erros de busca dos itens como função de sua distribuição nas telas do sistema. Como pode ser observado na figura, a frequência de erros de busca dos itens cresceu da primeira à segunda tela. ANCOVA a frequência de erros de busca como função da ordem da tela (tela 1, tela 2) tendo como covariante o grau de concretude do item (1, 2, 3) revelou efeitos significantes da variável principal ordem da tela ( $F_{[1, 471]} = 3,9; p = 0,05$ ), bem como do covariante concretude do item ( $F_{[11, 471]} = 46,3; p = 0,000$ ). Assim, a frequência de erros de busca de itens na tela 2 foi significativamente superior àquela de itens na tela 1, independentemente da concretude do item buscado.

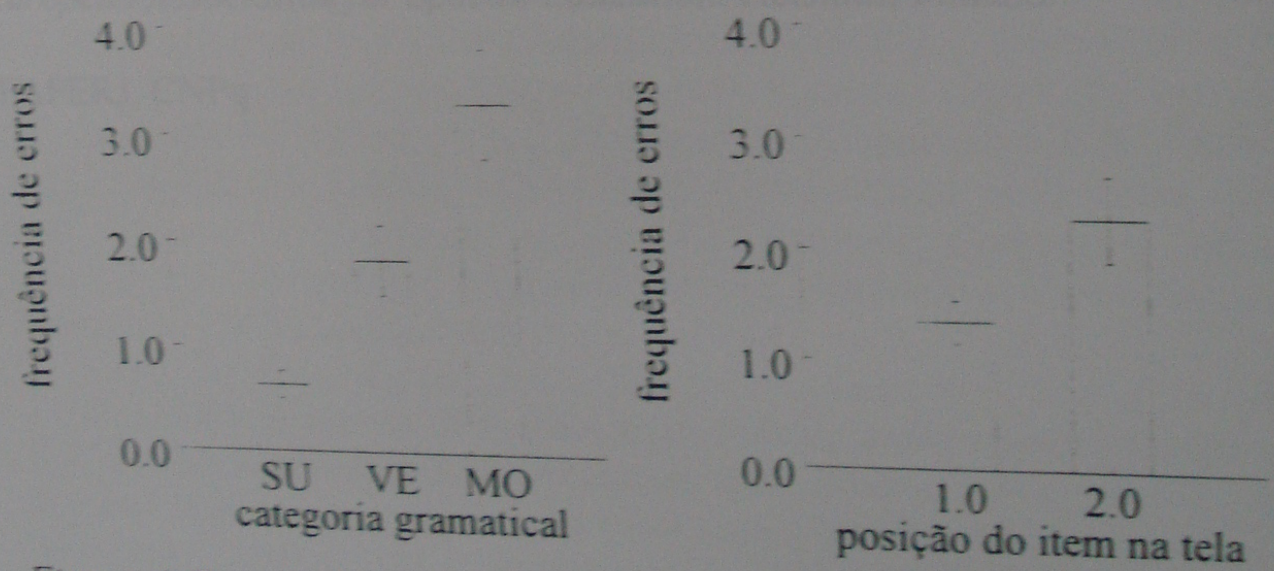


Figura 4. Frequência de erros de busca dos itens como função da categoria gramatical à qual eles pertenciam (à esquerda) e de sua distribuição nas telas do sistema (à direita).

### Conclusão

O presente estudo com *ImagoVox* replicou os resultados de estudos anteriores por nós conduzidos com diferentes paralisados cerebrais e com diferentes sistemas de comunicação como *PIC-Comp* (Capovilla et al, 1996 & Macedo et al, 1994) e *Bliss-Comp* (Thiers, Capovilla, Macedo, Feitosa & Seabra, 1994), e dão suporte a toda a literatura a respeito de iconicidade e imageabilidade de diferentes tipos de símbolos usados em sistemas de comunicação. Dão também suporte aos principais modelos acerca do efeito da estruturação do conhecimento sobre o tempo de acesso lexical (e.g., Collins & Quilian, 1969; Eysenck & Keane, 1990); e, ao fazê-lo num contexto completamente novo de comunicação alternativa, estendem consideravelmente o escopo de validade dos princípios de organização do conhecimento no paradigma de processamento de informação na psicologia cognitiva.

### Referências bibliográficas

- Capovilla, F.C., Gonçalves, M.J., Macedo, E.C., Duduchi, M. & Capovilla, A.G.S. (1996). Evidence of verbal processes in message encoding by cerebral-palsied using a picto-ideographic AAC system. *Proceedings of the VII Biennial Conference of the International Society for Augmentative and Alternative Communication*, Vancouver, B.C., pp. 148-149.
- Capovilla, F.C., Gonçalves, M.J., Macedo, E.C., Duduchi, M., Capovilla, A.G.S. (1996). Evidence of verbal processes in message encoding by cerebral-palsied using a picto-ideographic AAC system. *Proceedings of the VII Biennial Conference of the International Society for Augmentative and Alternative Communication*, Vancouver, B.C., Canada, August, pp. 148-149.
- Capovilla, F.C., Macedo, E.C., Duduchi, M., Capovilla, A.G.S., Raphael, W.D., Guedes, M. (1996). *UltraActive*: Computerized multimedia expert AAC system. *Proceedings of the VII Biennial Conference of the International Society for Augmentative and Alternative Communication*, Vancouver, B.C., Canada, August, pp. 467-468.
- Capovilla, F.C., Macedo, E.C., Duduchi, M., Gonçalves, M.J., Capovilla, A.G.S. (1996). Home use of a computerized pictographic-syllabic-vocalic AAC system in cerebral palsy: preliminary data. *Proceedings of the VII Biennial Conference of the International Society for Augmentative and Alternative Communication*, Vancouver, B.C., Canada, August, pp. 463-464.
- Capovilla, F.C., Macedo, E.C., Feitosa, M.D., Seabra, A.G. (1993). *ImagoVox*: Porta-voz eletrônico para pacientes neurológicos. *Anais da I*

*Jornada USP-SUCESU-SP de Informática e Telecomunicações*, São Paulo, S.P., pp. 443-448.

Collins, A., & Quillian, M.R. (1969). Retrieval time from semantic memory. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior*, 8, 240-247.

Feitosa, M.D., Macedo, E.C., Capovilla, F.C., Seabra, A.G., Thiers, V.O. (1994). Sistemas computadorizados de comunicação e de ensino para paralisia cerebral baseados na linguagem Bliss. *Anais da II Jornada USP-SUCESU-SP de Informática e Telecomunicações*, São Paulo, S.P., junho, pp. 343-352.

Hunt, E. (1985). Verbal ability. In R.J. Sternberg (Ed.), *Human abilities: An information-processing approach*. New York, NY: W.H. Freeman.

Hunt, E., Lunneborg, C., & Lewis, J. (1975). What does it mean to be high verbal? *Cognitive Psychology*, 7, 194-227.

Kosslyn, S.M. (1976). Can imagery be distinguished from other forms of internal representation? Evidence from studies of information retrieval time. *Memory and Cognition*, 4, 291-297.

Kosslyn, S.M. (1980). *Image and mind*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Kosslyn, S.M. (1981). The medium and the message in mental imagery: A theory. *Psychological Review*, 88, 44-66.

Kosslyn, S.M. (1983). *Ghosts in the mind's machine: Creating and using images in the brain*. New York, N.Y.: Norton.

Lansman, M., Donaldson, G., Hunt, E., Yantis, S. (1983). Ability factors and cognitive processes. *Intelligence*, 6, 347-386.

Lindsay, P.H. & Norman, D.A. (1972). *Human information processing: An introduction to psychology*. New York, N.Y.: Academic Press

Macedo, E.C., Capovilla, F.C., Gonçalves, M.J., Seabra, A.G., Thiers, V.O. & Feitosa, M.D. (1994). Adaptando um sistema computadorizado pictográfico para comunicação em paralisia cerebral tetra-espástica. *Anais da II Jornada USP-SUCESU-SP de Informática e Telecomunicações*, São Paulo, S.P., pp. 353-362.

Macedo, E.C., Capovilla, F.C., Gonçalves, M.J., Seabra, A.G., Thiers, V.O., Feitosa, M.D. (1994). Adaptando um sistema computadorizado pictográfico para comunicação em paralisia cerebral tetra-espástica. *Anais da II Jornada USP-SUCESU-SP de Informática e Telecomunicações*, São Paulo, S.P., junho, pp. 353-362.

Matarazzo, J.D. (1972). Wechsler's measurement and appraisal of adult intelligence (5th ed.). Baltimore, MD: Williams & Wilkins.



Miranda, P.E., Locke, P.A. (1990). A comparison of symbol transparency in nonspeaking persons with intellectual disabilities. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 54, 131-140.

Paivio, A. (1986). *Mental representations: A dual coding approach*. Oxford, GB: Oxford University Press.

Pylyshyn, Z. (1981). The imagery debate: Analogue media versus tacit knowledge. *Psychological Review*, 88, 16-45.

Pylyshyn, Z. (1984). *Computation and cognition*. Cambridge, MA: MIT Press.

Thiers, V.O., Capovilla, F.C., Macedo, E.C., Feitosa, M.D. & Seabra, A.G. (1994). Aplicação do software Sonda para análise diferencial de iconicidade em sistemas de comunicação para pacientes neurológicos. *Anais da II Jornada USP-SUCESU-SP de Informática e Telecomunicações*, São Paulo, S.P., pp. 373-382.

Thiers, V.O., Capovilla, F.C., Macedo, E.C., Feitosa, M.D., Seabra, A.G. (1994). Aplicação do software Sonda para análise diferencial de iconicidade em sistemas de comunicação para pacientes neurológicos. *Anais da II Jornada USP-SUCESU-SP de Informática e Telecomunicações*, São Paulo, S.P., junho, pp. 373-382.

Warren, J., & Hunt, E. (1981). Cognitive processing in children with Prader-Willi syndrome. In V.A.Holme, S.J.Sulzbacher, P.L.Pipes (Eds.), *Prader-Willi Syndrome*. Baltimore, MD: University Park Press.

Yovetich, W.S., Paivio, A. (1980). Cognitive processing of Bliss-like symbols by a normal population: A report on four studies. *Proceedings of the European Association for Special Education*. Helsinki, Finland.