

MEMÓRIA DE TRABALHO EM PARALISIA CEREBRAL: PRIMAZIA, RECÊNCIA E CONSOLIDAÇÃO

*Fernando César Capovilla**

*Leila Regina d'Oliveira de Paula Nunes***

*Elizeu Coutinho de Macedo****

O processamento de informação na memória de trabalho

A presente exposição é baseada em Capovilla (no prelo). De acordo com o modelo de Baddeley e Hitch (1974), a memória de trabalho é constituída de três componentes: um *executivo central* e dois auxiliares, uma *tábua de desenho visuo-espacial (TDVE)* e um *circuito de reverberação fono-articulatória (CRFA)*. O circuito de reverberação fono-articulatória é muito importante para permitir processar informação verbal apresentada auditivamente na memória de trabalho, permitindo que tal informação sobreviva para além dos dois segundos de duração da *memória sensorial ecóica* (Treisman, 1964) e seja *consolidada*, i.e., passe para a memória de longo prazo (Carlson, 1987). O papel do circuito de reverberação

* Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo.

** Mestrado em Educação, Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

*** Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo.

fono-articulatória para a eficiência de processamento na memória de trabalho é indicado em casos em que ele encontra-se temporariamente desabilitado por uma tarefa concorrente de *supressão articulatória* (Baddeley e Lewis, 1981); ou insuficientemente desenvolvido, como em não-alfabetizados (Halliday et al, 1990; Hitch et al, 1989); ou comprometido, como em certos cérebro-lesados. Na bibliografia, exemplos de casos de déficits de memória de trabalho em cérebro-lesados, devidos a dano no circuito de reverberação fono-articulatória, são encontrados no afásico de condução KF (Shallice e Warrington, 1974) e nos pacientes JB (Shallice e Butterworth, 1977) e PV (Basso et al, 1982), todos com *déficit* em parte do circuito de reverberação fono-articulatória, o *armazenador fonológico* (Baddeley, 1986).

De acordo com o modelo de memória de trabalho de Baddeley (1986), o *circuito de reverberação fono-articulatória* é composto do *armazenador fonológico passivo*, que é relacionado diretamente à percepção da fala, e do *processo de controle articulatório*, que é relacionado à produção da fala. As informações fonológicas sobre as palavras podem penetrar o armazenador fonológico passivo de três modos: diretamente, via *apresentação auditiva direta* ou indiretamente, via *processo de controle articulatório* (articulação subvocal), ou informação fonológica armazenada na *memória de longo prazo*. A informação no armazenador fonológico passivo (i.e., memória sensorial ecóica) se evanece em cerca de dois segundos. Assim, no circuito de reverberação fono-articulatória, a função do processo de controle articulatório é retro-alimentar o armazenador fonológico passivo, permitindo o ensaio encoberto e a consolidação da informação. Na ausência do processo de controle articulatório, como comumente ocorre no paralisado cerebral, para que haja aprendizagem de leitura-escrita, a memorização de correspondências grafo-fonêmicas, de regras de posição e de pronúncias e grafias excepcionais precisa apoiar-se na via de apresentação auditiva direta repetida e sistemática, que deve ocorrer simultaneamente à visual e de modo controlado pelo paralisado cerebral, justamente como é a articulação sob controle da criança normal.

Tal situação ideal ocorre quando o paralisado cerebral incapaz de articular a fala pode usar um sistema de comunicação como *ImagoAnaVox* com voz digitalizada (Capovilla, Macedo, Duduchi, Gonçalves et al, 1996). Neste caso, sua

aprendizagem de leitura-escrita pode aproximar-se bastante à de uma criança capaz do processo de controle articulatório. A diferença é a seguinte: para retroalimentar a informação fonológica no armazenador fonológico passivo impedindo que ela se degrade ao fixar o texto, enquanto a criança que vocaliza pode fazer uso do *processo de controle articulatório* (subvocalizando o que ouviu), a paralisada cerebral precisa fazer uso da *apresentação auditiva direta*. Ela pode conseguir isto via sistema de comunicação como *ImagoAnaVox* ao selecionar repetidamente a sílaba cada vez que a imagem fonológica no armazenador fonológico passivo se evanecer. Assim, do mesmo modo que a criança normal vê uma sílaba, aponta-a para um adulto e ouve o adulto pronunciar-la (apresentação auditiva direta), repete a pronúncia abertamente (processo de controle articulatório e apresentação auditiva direta), olha novamente para a sílaba e repete subvocalmente para si a pronúncia (processo de controle articulatório), a paralisada cerebral, incapaz de articular fala, mas usando um sistema de comunicação como *ImagoAnaVox* com voz digitalizada, vê uma sílaba, seleciona-a e ouve o computador pronunciar-la (apresentação auditiva direta), fixa-a visualmente, enquanto a imagem ecóica no armazenador fonológico passivo ainda está vívida, e, quando esta começar a decair, repete o processo (apresentação auditiva direta).

De acordo com este modelo, nos dois casos, a informação fonológica tende a consolidar-se na memória de longo prazo, e ambas as crianças, eventualmente, aprendem a ler e a escrever, passando da leitura logográfica à alfabética e desta à ortográfica (Frith, 1986). Como o paralisado cerebral pode evocar a voz digitalizada do sistema de comunicação *ImagoAnaVox* direta ou indiretamente (via toque ou gemido), ele pode resgatar a imagem auditiva das palavras e sílabas quando quiser (i.e., fazer apresentação auditiva direta para refrescar o armazenador fonológico passivo). Na aprendizagem de leitura-escrita via sistemas de comunicação alternativa, as palavras escritas e soadas funcionam como modelo e a escrita é corrigida sistematicamente, comparando o som obtido com o modelo desejado.

O circuito de reverberação fono-articulatória também tem grande importância na *compreensão da linguagem*, tanto na forma *falada* como na *escrita*. Neste caso, sua função é reter no armazenador fonológico passivo a *forma superficial* da sentença, ou seja, a ordem exata das palavras na sentença, por tempo

suficiente para permitir, via transformações frutos de análise sintática, a consecução de sua *forma profunda* ou proposicional (i.e., *kernel sentence*, Chomsky, 1965). Quando a fala interna (i.e., processo de controle articulatório) estiver impedida, ocorrem problemas com a compreensão de sentenças cujo significado deriva basicamente de sua sintaxe. A fala interna pode encontrar-se impedida de maneira estável e insidiosa em quadros de lesão cerebral, como a afasia de Broca. Pode também encontrar-se apenas temporariamente desabilitada, como na tarefa de *supressão articulatória* (Baddeley e Lewis, 1981), em que o sujeito é instruído a articular repetidamente uma não-palavra. Experimentos têm sido conduzidos para avaliar como a desabilitação experimental temporária da fala interna e seu impedimento na lesão cerebral afetam a compreensão da linguagem.

Por exemplo, procurando descobrir o papel que a fala interna desempenha na leitura de pessoas normais, Baddeley e Lewis (1981) pediram a universitários que indicassem se sentenças tinham ou não sentido, separando as bem-formadas (ex: “o cirurgião operou o paciente”) das anômalas. Havia dois tipos de anomalias: a *semântica*, em que uma palavra era inadequada à frase (ex: “o rinoceronte operou o paciente” ou “descendo as escadas chega-se ao sótão”), e a *sintática*, em que as palavras eram adequadas, mas estavam em ordem trocada (ex: “o bebê deu à luz uma mãe saudável”; “o paciente operou o cirurgião”). A supressão articulatória reduziu a habilidade de detectar anomalias sintáticas, aumentando significativamente a frequência de erros. Ao desabilitar o circuito de reverberação fono-articulatória, a supressão articulatória reduziu a retenção de informação sobre a ordem das palavras na sentença, afetando assim a compreensão das sentenças, quando esta dependia daquela retenção.

Num experimento clássico sobre agramatismo receptivo, em afásicos de Broca, os quais tipicamente apresentam *dificuldade articulatória de natureza central*, Schwartz, Saffran e Marin (1980) apresentaram, a afásicos, pares de figuras retratando dois entes, como, por exemplo, duas pessoas, animais ou veículos, e uma ação entre eles, como, por exemplo, aplaudir, escoicear ou guinchar. Em cada par os papéis de agente e paciente da ação encontravam-se alternados. A tarefa do afásico era apontar para a figura que representava a sentença simples falada pelo examinador. Por exemplo, “aponte o palhaço aplaudindo a bailarina”. O desempenho dos afásicos agramáticos em tal tarefa foi próximo do acaso.

Novamente, quando a compreensão da sentença depende do elemento sintático *ordem das palavras*, a dificuldade articulatória central é crítica. Quando o significado das sentenças deve ser obtido pela análise baseada na ordem das palavras, perturbações no circuito de reverbeação fono-articulatória, quer por lesão, quer por desabilitação temporária, tendem a levar ao insucesso. Um exemplo ulterior da literatura para ilustrar isto é o da paciente MV (Bub et al, 1987), cuja fala interna era deficitária. MV tinha problemas em compreensão de sentenças escritas, mas apenas quando estas tinham anomalias sintáticas (ordem alterada) e não semânticas (palavras inadequadas).

O estudo de Capovilla (no prelo) demonstra o emprego do sistema de comunicação *ImagoAnaVox* como prótese cognitiva em substituição ao *processo de controle articulatório* na memória de trabalho, para fomentar o desempenho da memória de trabalho e a aquisição de leitura-escrita por parte de um paralisado cerebral incapaz de articular. Tal abordagem, embora nova, tem pleno respaldo na bibliografia em áreas circunjacentes, como a da dislexia e da consciência fonológica. Por exemplo, de acordo com Webster e Plante (1992), o *ensaio subvocal* mantém na *memória de trabalho* a informação codificada fonologicamente para o processo de *recodificação fonológica* que é necessário para a aquisição, o desenvolvimento e a prática da leitura. De acordo com Jenkins e Bowen (1994), um *distúrbio fonológico expressivo* pode afetar o desempenho em tarefas de consciência fonológica porque impede a codificação fonológica eficiente na memória de trabalho. Quando o processo de controle articulatório encontra-se insuficientemente desenvolvido, como no paralisado cerebral pré-alfabetizado, o fornecimento de uma prótese do processo de controle articulatório pode auxiliar na aquisição e desenvolvimento eficazes, tanto da leitura e escrita, na medida em que expande a consciência fonológica, quanto da comunicação por meios alternativos, na medida em que permite a mediação de processos verbais (fala encoberta) nas escritas pictorial e silábica.

A importância da fala interna para facilitar a escrita foi enfatizada por Luria (1970), embora tenha sido demonstrado que ela não é condição necessária. Por exemplo, os pacientes EB de Levine et al (1982) e RD de Ellis et al (1983) liam e escreviam corretamente, embora fossem incapazes de fala encoberta. Demonstrativo de que EB carecia da representação auditiva dos nomes falados de figuras

ou palavras conhecidas é o fato de que ele era incapaz de escolher, dentre nomes escritos, os que rimavam com os nomes falados (não apresentados) das figuras que lhe eram apresentadas. Era também incapaz de escolher não-palavras escritas em presença das mesmas não-palavras faladas.

A importância da mediação de processos verbais na escrita pictorial foi demonstrada experimentalmente num estudo com a paralisada cerebral RT (Capovilla, Gonçalves et al 1996), não-vocal e não-alfabetizada, e com 13a de idade. Durante sete anos, RT havia feito muito pouco progresso em comunicar-se via tabuleiro Bliss. No último ano, no entanto, havia obtido grande progresso com o sistema pictorial *PIC-Comp*, que usa voz digitalizada. Para explicar tal progresso, foi levantada a hipótese de que o uso da voz digitalizada poderia ter facilitado o desenvolvimento da fala interna, que agora estaria a mediar a escrita pictorial. Para verificar a existência da mediação de processos verbais subjacentes, num primeiro estudo, RT foi solicitada a compor 18 mensagens (compostas de verbo e objeto) sob diferentes estimulações: ou auditiva verbal (transcrevendo sentenças ouvidas) ou visual não-verbal (descrevendo eventos observados). Resultados mostraram que, para codificar corretamente, RT dispendeu menos tempo e requereu menos reapresentações de estímulo sob a estimulação auditiva que sob a visual.

Em seguida, num estudo de facilitação, RT foi solicitada a, novamente sob estimulação auditiva *versus* visual, compor sentenças com aqueles mesmos elementos (verbo e objeto), mas combinados agora de maneiras diferentes. Foi avaliado se o modo prévio de apresentação (visual *versus* auditiva) dos diferentes elementos (verbos e objetos) afetaria a composição de sentenças novas, sob diferentes estimulações (visual *versus* auditiva). Resultados indicaram que a transcrição de sentenças ouvidas foi fácil a ponto de não sofrer qualquer benefício de facilitação visual; já a descrição de eventos observados foi difícil, beneficiando-se bastante da facilitação auditiva, sendo que o efeito de facilitação para verbos foi maior que para objetos. A conclusão é que a escrita pictorial por RT envolvia a fala encoberta, e que seu sistema pictorial encontrava-se indexado com base na imagem auditiva dos nomes falados dos pictogramas. Assim, quando solicitada a descrever pictorialmente eventos observados, tinha ela que nomeá-los internamente antes de conseguir fazer acesso aos pictogramas no sistema; e a nomeação

de ações foi mais difícil que a de objetos. Quando os nomes dos pictogramas já eram fornecidos na apresentação auditiva, o acesso aos pictogramas para a escrita foi muito facilitado.

Em estudos de memória empregando o paradigma da recordação livre de itens previamente ouvidos, o bom funcionamento do circuito de reverberação fono-articulatória pode ser demonstrado pelo *efeito de primazia* em curvas de posição serial. Numa tarefa de memória de trabalho auditiva, ao começar a ouvir uma série de itens apresentados a uma taxa de um por segundo, o sujeito tende a reverberar subvocalmente os itens da série, todos, a cada novo item, desde o começo. Isto é eficaz apenas no início, enquanto o tempo dispendido na reverberação da série toda não ultrapassar o intervalo disponível entre a apresentação de um item e a do seguinte (Rundus e Atkinson, 1970). Numa tal tarefa, o efeito de primazia não deve ser observado se o circuito de reverberação fono-articulatória estiver desabilitado, como na supressão articulatória, danificado, como no cérebro-lesado ou insuficientemente desenvolvido, como no analfabeto.

O uso de sistemas alternativos em auxílio à comunicação e ao pensamento

Segundo dados da *American Speech-Hearing-Language Association* (1981), de uma a quatro em cada 200 pessoas não pode comunicar-se vocalmente e precisa fazer uso de meios alternativos. Há uma série de sistemas de comunicação alternativa e aumentativa, como, por exemplo, a semantografia Bliss (Hehner, 1980), as pictografias PIC (Maharaj, 1980) e PCS (Johnson, 1992) e o sistema computadorizado *ImagoAnaVox* (Capovilla, Macedo, Duduchi, Gonçalves et al, 1996). Quando pessoas com distúrbios de comunicação começam a fazer uso funcional de sistemas para comunicação no dia-a-dia, tais sistemas passam a fazer parte integrante de seu comportamento e cognição sociais, tornando-se assim mais do que meros meios artificiais de comunicação. Nessas circunstâncias, os sistemas de comunicação tendem a integrar-se funcionalmente aos sistemas comportamentais e cognitivos dos usuários, vindo a constituir-se em autênticas *próteses cognitivas e de comunicação* (Capovilla, no prelo). Sistemas de multimídia para comunicação alternativa podem ser empregados como próteses de pensamento e linguagem para superar deficiências, não apenas sensoriais e motoras

como também de processamento cognitivo. Nesse contexto mais amplo, tais sistemas deixam de servir a propósitos meramente comunicativos, funcionando como *próteses de processos e funções aferentes, centrais e eferentes* que, eventualmente encontram-se prejudicados.

Comunicar-se, especialmente por meios alternativos, envolve traduzir a informação desde um código primário que é usado para pensar, como a língua falada ou a de sinais, até um outro, secundário, que é usado para codificar mensagens expressivas de tal pensamento, como a ortografia alfabética, a ideografia Bliss e as pictografias PIC e PCS. Tal transcodificação envolve fortemente as habilidades de reter e evocar informações na memória de trabalho. Assim, para poder indicar os sistemas mais apropriados e estimar as chances de sucesso de um determinado candidato à comunicação alternativa, é muito importante poder avaliar a capacidade da memória de trabalho de pessoas com distúrbios da áudio-comunicação, como a paralisia cerebral.

Embora seja intuitivamente óbvio que o uso bem sucedido de sistemas de comunicação alternativa dependa fortemente da habilidade do usuário em reter e acessar informações na memória de trabalho, não é possível encontrar, na bibliografia, procedimentos de medida dessa memória no paralisado cerebral e dados de análise experimental provenientes de seu uso. Em pessoas falantes, tal capacidade pode ser avaliada por meio do *paradigma de recordação livre*. Nesse procedimento, ao ver um sinal marcando o fim de uma série de palavras ouvidas, o examinando deve repetir o maior número possível de palavras da série. Ao longo de várias séries, o resultado usual é uma *curva de posição serial*, em que a proporção de acertos, como função da posição na série, revela-se maior nos primeiros (*efeito de primazia*) e últimos (*efeito de recência*) itens da série. A recência é consequência da natureza transitória da informação na memória de trabalho; já a primazia é consequência do *ensaio*, que permite a consolidação da informação, i.e., sua passagem para a memória de longo prazo (Eysenck e Keane, 1990).

O presente estudo propõe uma variante do procedimento de *recordação livre*, mais adequada para paralisados cerebrais que fazem uso de sistemas de comunicação. Nessa variante, usada com o paralisado cerebral no presente trabalho, ao ver um sinal marcando o fim de uma série de palavras ouvidas, ele devia tocar na tela de *ImagoAnaVox* o maior número possível de figuras corres-

pondentes às palavras da série que havia ouvido (tendo o som de *ImagoAnaVox* sido suprimido neste caso). Um primeiro objetivo do presente estudo foi testar tal procedimento para medir a memória de trabalho no paralisado cerebral e verificar se os dados obtidos adequam-se àqueles usualmente obtidos em procedimentos-padrão. Se fossem obtidos efeitos de primazia e recência, então, a variante do procedimento seria validada como recurso útil para a avaliação paramétrica da memória e para a análise experimental de variáveis e processos envolvidos na consolidação de informações por pessoas com paralisia cerebral.

O objetivo do presente estudo foi aprofundar a compreensão do processamento de informação na memória de trabalho do paralisado cerebral. Participou do estudo um paralisado cerebral atetóide de 15a3m, não-alfabetizado, não-vocal e usuário do sistema *ImagoAnaVox*. Dois experimentos foram conduzidos. No Experimento 1, após ouvir cada uma de centenas de séries de uma a quatro palavras, o rapaz devia selecionar no sistema as figuras cujos nomes eram falados pelo examinador. O objetivo era verificar se seria obtida uma curva de posição serial típica, com proporção de acerto maior para os itens iniciais (primazia) e finais (recência). A presença de primazia indicaria a consolidação de informação e a presença de algum tipo de ensaio por parte do sujeito. No Experimento 2, após ouvir centenas de séries de uma a cinco palavras, o rapaz devia selecionar no sistema as figuras cujos nomes havia ouvido. Todas as séries eram apresentadas duas vezes, sendo que numa delas o sujeito tinha a visão bloqueada por um anteparo. O objetivo era analisar a natureza do ensaio subjacente à consolidação, ou seja, se aberto ou encoberto, e se visual ou fono-articulatório.

Experimento 1: analisando a memória de trabalho no paralisado cerebral: em busca de evidências de efeitos de primazia e recência

Método

Participante

Participou do estudo um rapaz de 15a3m, com paralisia cerebral atetóide e incapaz de comunicar-se vocalmente. Embora fosse aluno de escola especial,

ainda não havia sido alfabetizado. Antes de participar do presente estudo, o rapaz havia participado de uma série de experimentos no Mestrado em Educação da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, em que havia aprendido a reconhecer os símbolos no sistema de comunicação alternativa *ImagoVox* (Capovilla, Macedo, Duduchi, Capovilla et al, 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*. Ele contém cerca de 1330 itens compostos de fotos e filmes coloridos digitalizados do usuário e de seu ambiente natural, sendo que a cada um deles corresponde seu respectivo nome escrito e falado com voz digitalizada. Os itens de *ImagoVox* encontram-se distribuídos em 36 categorias, as quais distribuem-se em duas telas. Cada categoria contém até 70 itens, distribuídos em até seis telas com 16 itens cada uma.

O *layout* do sistema *ImagoVox* é composto de quatro linhas de seis células cada uma. Há três janelas, uma superior contendo as linhas 1 e 2, uma medial contendo a linha 3, e uma inferior contendo a linha 4. A janela superior pode ser emoldurada de azul ou de vermelho. Quando estiver emoldurada de azul as linhas reúnem as figuras que representam as primeiras categorias semânticas do sistema (e.g., *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 e 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 representada 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.

A janela medial, emoldurada de verde, na linha 3, 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 usuário 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*, em duas telas, 53 de *verbos*, em quatro telas, 15 de *advérbios*, em uma tela, 19 de *pedidos*, em duas telas, 34 de *sentimentos*, em três telas, 20 de *escola e trabalho*, em uma tela, 39 de *alimentos*, em duas telas, 22 de *frutas*, em duas telas, dez de *bebidas*, em uma tela, 31 de *aparelhos*, em duas telas e 18, de *meios de transporte*, em uma tela.

Procedimento

O experimento foi conduzido em 17 sessões com 60 min. de duração cada uma. As sessões ocorriam em todos os dias úteis da semana, e a cada dia eram conduzidas duas sessões. A cada sessão eram apresentadas 24 séries de palavras que designavam as figuras do sistema. As 24 séries eram divididas em seis blocos, de quatro séries cada um. Assim, cada bloco era composto de quatro séries, uma

com um item, outra com dois, outra com três e outra com quatro itens. Em cada bloco eram aleatorizadas a ordem das séries e a das categorias semânticas.

Ao início da sessão, estando sentado ao lado do experimentador e diante da tela do computador, que continha os itens de uma dada categoria desdobrada, o rapaz era instruído acerca da natureza da tarefa. As instruções explicavam que o experimentador iria falar algumas palavras (i.e., nomes de pessoas, coisas, ações, lugares, etc.) e então fazer um sinal com a mão, e que a tarefa do rapaz era tocar na tela as figuras cujos nomes o experimentador havia dito, na mesma ordem em que eles haviam sido ditos. O experimentador solicitava que o rapaz prestasse bastante atenção às palavras e à sua ordem, pois elas seriam faladas por ele apenas uma vez.

O experimentador pronunciava as palavras de maneira clara e pausada, a uma taxa de uma por segundo. Imediatamente após cada série de uma a quatro palavras, por meio de um sinal com a mão, ele instava o rapaz a começar a selecionar as figuras. À medida que o rapaz ia selecionando os itens, estes mi-gravam para a área de composição de sentenças, enquanto o experimentador indicava com o dedo quantos itens já haviam sido selecionados. Foram apresentadas duas séries de pré-teste, sendo que ao final de cada uma delas o experimentador elogiava o desempenho do rapaz, em caso de acerto, ou oferecia uma segunda oportunidade, em caso de omissão ou troca.

Resultados: efeito da posição do item nas seqüências de quatro itens

A Figura 1 representa a proporção de acerto como função da posição que o item ocupava ao longo da seqüência de quatro elementos. Como pode ser observado, guardadas as proporções, a curva obtida assemelha-se muito a uma típica curva de posição serial, com maior proporção de acerto nos itens iniciais (primazia) e finais (recência). De modo a avaliar a significância estatística do efeito da posição do item na seqüência, foi feita ANCOVA da proporção de acerto como função da posição que o item ocupava na seqüência de quatro elementos (pos 1, pos 2, pos 3, pos 4), tendo como covariantes a ordem das sessões (sessão 1 a 17) e a ordem de aparecimento das seqüências de quatro elementos

no experimento (ordem 1 a 100). Foi observado um efeito significativo da posição que o item ocupava na seqüência de quatro elementos ($F_{[3,390]} = 2,73; p = 0,04$). Análise de comparação de pares via teste Fisher LSD revelou que a proporção de acertos em itens na posição 4 foi superior àqueles de itens nas posições 2 e 3. A superioridade da posição 4 em relação às posições 2 e 3 sugere efeito de recência do item. Já a ausência de superioridade da posição 4, em relação à posição 1, sugere efeito de primazia na posição 1. Tal primazia, no entanto, não foi tão forte quanto a recência, já que não houve diferença significativa entre a posição 1 e as posições 2 e 3.

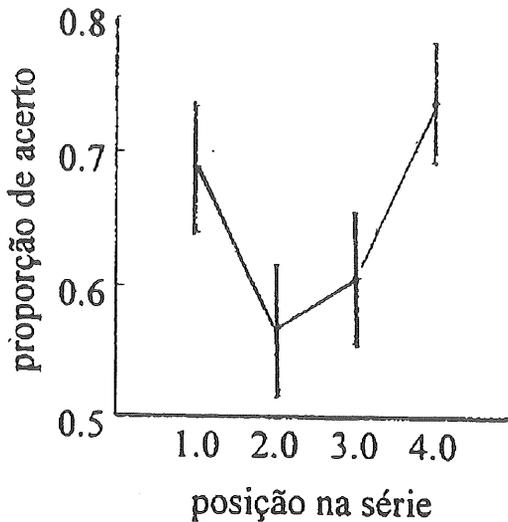


Figura 1. Proporção de acerto como função da posição que o item ocupava ao longo da seqüência de quatro elementos. São representados médias e desvios-padrão.

Discussão e conclusão

A variante do procedimento de recordação livre aqui empregada produziu uma curva de posição serial típica, com claros efeitos de primazia e recência. A *recência* deve-se ao processo de deslocamento decorrente da limitação da capacidade da memória de trabalho a 7 ± 2 itens (Miller, 1956) e à natureza evanes-

cente da informação fonológica no armazenador fonológico passivo (Eysenck e Keane, 1990). A *primazia* é atribuída ao *ensaio*, usualmente baseado no *circuito de reverberação fono-articulatória*, que é importante para consolidar informação na memória de longo prazo. A recência era esperada devido à natureza da memória de trabalho. Já a primazia não, já que o rapaz não era alfabetizado.

Conforme a literatura (Blischak, 1994), a codificação em crianças não-alfabetizadas para a retenção de informação tende a ser predominantemente *visual* e não *fono-articulatória*. De acordo com Baddeley e Hitch (1974) a memória de trabalho é composta de um *executivo central*, um *circuito de reverberação fono-articulatória* e uma *tábua de desenho visuo-espacial*. Contrariamente ao que ocorre na criança alfabetizada, na não-alfabetizada o processamento de informação na memória de trabalho é mais visual que fono-articulatório (Halliday et al., 1990; Hitch et al, 1989). Ou seja, enquanto a criança alfabetizada emprega mais o circuito de reverberação fono-articulatória, a não-alfabetizada emprega mais a *tábua de desenho visuo-espacial*.

Já que o ensaio subvocal fono-articulatório não seria esperado, que outro tipo de ensaio poderia estar sendo executado para resultar no efeito de primazia? Seria possível que o rapaz estivesse buscando as figuras visualmente, com o olhar, e memorizando suas posições à medida que ouvia seus nomes? Tal interpretação seria coerente com as expectativas teóricas. Assim, subjacente à consolidação de informação revelada pelo efeito de primazia poderia estar um ensaio *aberto* em vez de *encoberto*, e *visuo-espacial* (i.e., busca visual da figura e memorização de sua posição) em vez de *fono-articulatório* (i.e., repetição subvocal da série de palavras). Se o rapaz estivesse a fazer um ensaio aberto visuo-espacial baseado na busca visual das figuras e memorização de suas posições relativas, então o uso de um anteparo que impedisse tal busca visual deveria eliminar a possibilidade de tal ensaio aberto, anulando assim a primazia. Por outro lado, se o ensaio fosse de natureza encoberta, a presença do anteparo não deveria afetar o desempenho.

Em suma: se pelo menos um dos dois auxiliares do executivo central da memória de trabalho (i.e., a *tábua de desenho visuo-espacial* ou o *circuito de reverberação fono-articulatória*) do rapaz estiver funcionando razoavelmente bem, a ponto de sustentar algum tipo de ensaio encoberto, é provável que a presença

de um anteparo não suprima por completo o efeito de primazia. Por outro lado, se este não for o caso e o ensaio pelo rapaz for mesmo dependente quase que exclusivamente da busca visual manifesta do item cujo nome é ouvido e da memorização relativa de sua posição, então a presença de um anteparo deverá ter efeito devastador sobre a consolidação de informação, suprimindo assim o efeito de primazia. É possível que a presença do anteparo possa até mesmo acentuar a recência, devido à liberação dos recursos centrais de atenção, até então comprometidos com a busca visual manifesta, para concentração no sistema auditivo apenas. Tal questão foi analisada no Experimento 2, numa análise experimental dos efeitos observados para determinar a natureza do ensaio subjacente ao efeito de primazia, i.e., à consolidação da informação pelo paralisado cerebral.

Experimento 2. Analisando a consolidação da informação no paralisado cerebral: Processos visuais *versus* subvocais

Visão geral

No Experimento 1, sobre memória de trabalho no paralisado cerebral, foi empregada uma variante do procedimento de recordação livre com um rapaz com paralisia cerebral atetóide, de 15a3m, não-alfabetizado e não-vocal. Foi obtida uma curva de posição serial típica com efeitos de recência e primazia. Primazia indica presença de ensaio, que pode ser de natureza tanto visual como fono-articulatória. Sabe-se que a passagem do ensaio visual ao fono-articulatório ocorre com a alfabetização (Blischak, 1994). Como o rapaz não era alfabetizado, esperava-se que fosse incapaz de ensaio fono-articulatório e que, portanto, a primazia deveria ter resultado de ensaio visual, já que o procedimento permitia o ensaio de busca visual e memorização das posições das figuras à medida que seus nomes eram ouvidos. Se este fosse o caso, o uso de um anteparo que impedisse o ensaio de busca visual deveria eliminar a primazia.

No Experimento 2, foram apresentadas ao rapaz centenas de séries, de um a cinco itens, sendo que, durante a audição de metade das séries, a visão do monitor do sistema era impedida por um anteparo. Se o ensaio subjacente ao efeito de primazia, observado no Experimento 1, tiver sido baseado em busca

visual aberta no monitor do sistema, é possível que o anteparo venha a acentuar a recência, devido ao impedimento de alocação de recursos centrais de atenção ao ensaio de busca visual aberta, forçando assim sua concentração nos sistemas auxiliares internos de processamento de informação para ensaio encoberto. A questão é quão eficazes seriam tais sistemas auxiliares internos. Se a análise da frequência de acerto, em função da posição na série, vier a revelar ausência de primazia sob o anteparo, então isto indicaria que aqueles sistemas auxiliares internos não são eficazes em sustentar um mínimo de consolidação. Uma tal evidência de inabilidade em fazer ensaio encoberto eficaz (visuo-espacial ou fono-articulatório) confirmaria as expectativas baseadas na bibliografia quanto ao processamento de informação em pré-alfabetizados (Halliday et al, 1990; Hitch et al, 1989), em especial com distúrbios fono-articulatórios (Jenkins e Bowen, 1994; Webster e Plante, 1992).

Introdução

No Experimento 1 foram descritos os resultados obtidos com um paralisado cerebral de 15a de idade, não-vocal e não-alfabetizado, que havia sido exposto durante dois anos, em sessões de 60 min. três a cinco vezes por semana, ao sistema de multimídia para comunicação alternativa *ImagoVox* (Capovilla, Macedo, Duduchi, Capovilla et al, 1996), num programa sistemático de uso de sistema de comunicação alternativa computadorizado no Mestrado em Educação da UERJ. Naquele estudo, o próprio *ImagoVox* foi empregado como instrumento para a análise da memória de trabalho. Como o rapaz não vocalizava, mas comunicava-se pela seleção de itens do sistema via tela sensível ao toque, foi empregada uma adaptação do paradigma de recordação livre, em que, em vez de falar de volta as palavras que havia ouvido, ele devia selecionar na tela as figuras correspondentes às palavras que havia ouvido na série.

Naquele procedimento, em cada uma de 17 sessões, eram requeridas 24 séries de quatro palavras. A cada nova série era aberta uma nova tela, sendo aleatorizados a categoria semântica, o tamanho da série e as posições dos itens corretos na tela. Os resultados replicaram uma bela curva de posição serial, com claros efeitos de primazia e de recência. O próximo passo era fazer uma análise experimental da

natureza do efeito de primazia, de modo a descobrir os mecanismos subjacentes à consolidação de informação pelo paralisado cerebral. A interpretação tradicional é de que o *efeito de recência* deve-se ao processo de *deslocamento* decorrente da limitação da capacidade da memória de trabalho a 7 ± 2 itens, bem como à natureza evanescente da informação armazenada; enquanto que o *efeito de primazia* deve-se ao *ensaio encoberto*, baseado no circuito de reverberação fono-articulatória.

Naquele estudo, o efeito de recência era esperado devido à natureza da memória de trabalho. Mas o efeito de primazia não, já que o rapaz não era alfabetizado e, conforme a bibliografia (Blischak, 1994), a codificação em crianças não-alfabetizadas para a retenção de informação tende a ser predominantemente *visual* e não *subvocal*. Já que o ensaio fono-articulatório não seria esperado, que outro tipo de ensaio poderia estar sendo executado para resultar em efeito de primazia? Seria possível que ele estivesse buscando, visualmente, as figuras e memorizando suas posições à medida que ouvia seus nomes? Tal ensaio, em vez de subvocal (baseado no circuito de reverberação fono-articulatória), seria visuo-espacial (baseado na tábua de desenho visuo-espacial). Mais precisamente, neste caso, ele poderia ser visuo-espacial aberto e não encoberto. Ao ouvir a seqüência de itens, em vez de repeti-la subvocalmente a cada novo item, ele poderia estar buscando as figuras na tábua de desenho visuo-espacial (ou em sua prótese, a tela de *ImagoVox* no computador) à medida em que ouvia seus nomes, buscando memorizar suas posições.

Se este fosse o caso, então o uso de um anteparo impedindo tal busca visual aberta deveria eliminar o efeito de primazia. Portanto, se tal arrazoado fosse procedente, seria esperada primazia na ausência de anteparo, mas não em sua presença. Um achado desta natureza seria demonstrativo de que o rapaz tem dificuldades em fazer ensaio encoberto, quer baseado no circuito de reverberação fono-articulatória quer na tábua de desenho visuo-espacial, e que faz uso do sistema de comunicação como prótese da tábua de desenho visuo-espacial (Capovilla, no prelo). Isto estaria em conformidade com a bibliografia sobre memória. Além disso, ao interromper a alocação dos recursos centrais de atenção e memória à busca visual, o anteparo poderia exigir a concentração no sistema auditivo, eventualmente acentuando assim o efeito de recência, o que poderia constituir um primeiro passo para o exercício do ensaio encoberto.

O presente Experimento 2 foi elaborado com o objetivo de testar a hipótese de que o efeito de primazia, observado no Experimento 1, não constituiu fruto de ensaio subvocal fono-articulatório, mas sim um artefato de ensaio aberto baseado na busca visual dos itens e memorização de suas posições. Para tanto, o desempenho, na variante da tarefa de recordação livre, foi comparado sob duas condições: com e sem anteparo.

Método

Participante: o mesmo rapaz participou do Experimento 2.

Aparato: foi empregado o mesmo aparato: um microcomputador 486 equipado com *kit multimídia 4x* e tela sensível ao toque. O microcomputador executava o sistema de comunicação alternativa *ImagoVox*.

Procedimento: o experimento foi conduzido em 20 sessões, com duas sessões diárias de 60 min. cada uma. A cada sessão eram apresentadas ao rapaz 30 séries de palavras que designavam as figuras do sistema. Em cada uma das 20 sessões eram requeridas seis séries de um item, seis de dois, seis de três, seis de quatro e seis de cinco itens, sendo o tamanho das séries aleatorizado intra-sessão, de modo que não havia qualquer ordem crescente ou decrescente. Numa das sessões diárias, durante a audição das 30 séries, o rapaz tinha sua visão do monitor do sistema computadorizado bloqueada por um anteparo, e na outra sessão não. A ordem das sessões com e sem anteparo era aleatorizada em cada dia. Deste modo, o anteparo era manipulado sessão-a-sessão de 30 séries cada, e não série-a-série.

Resultados

Análise 1: proporção de acerto como função do tamanho da série, do anteparo e da categoria gramatical do item solicitado (considerando todas as séries de 1 a 5 itens)

A Figura 2 representa a proporção de acerto em função do tamanho da série e da categoria gramatical do item. ANCOVA da proporção de acerto (0-1) como função do tamanho da série (1 a 5 itens), da categoria gramatical dos itens (substantivos: S, verbos: V, modificadores como adjetivos e advérbios: M), e do anteparo (presença, ausência), tendo como covariantes a iconicidade média da categoria semântica (0-1), a ordem das séries (1-20) e a ordem das tentativas (1-600) revelou efeito significativo do tamanho da série ($F_{[4,558]} = 8,18; p = 0,000$) e da categoria gramatical ($F_{[2,558]} = 22,96; p = 0,000$), mas não de qualquer interação ou covariante. Em termos de tamanho da série, comparação entre pares via teste conservador Bonferroni ($\alpha = 0,05$) revelou que a proporção de acerto em séries com 1 item foi maior do que nas com 3, 4 ou 5 itens, e que nas séries com 2 itens foi maior do que nas com 4 e 5 itens. Comparação de pares via teste liberal Fisher LSD ($\alpha = 0,05$) revelou que a proporção de acerto nas séries com 1 ou 2 itens foi maior que nas com 3, 4 ou 5 itens. Em termos de categoria gramatical, comparações entre pares Bonferroni e Fisher LSD revelaram que a proporção de acerto em S foi maior que em V e M.

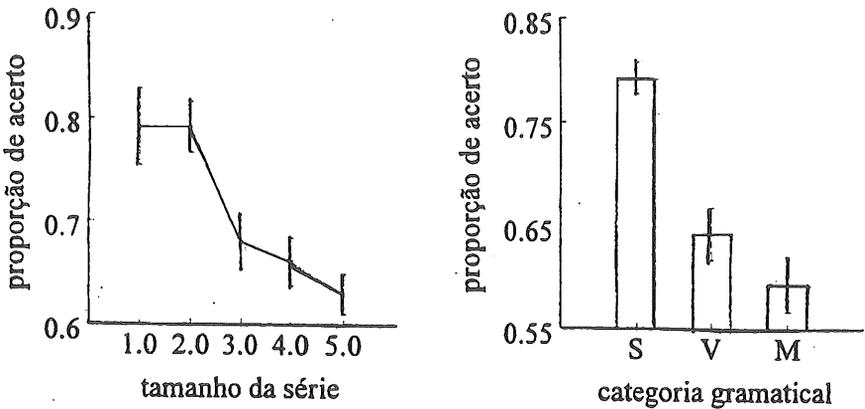


Figura 2. Proporção de acerto em função do tamanho da série (1 a 5 itens) e da categoria gramatical do item (S, V, M).

A análise de regressão da proporção de acerto em função da iconicidade da categoria semântica do item (avaliada no Experimento 1) revelou efeito da iconicidade ($F_{[1,589]} = 11,8, p = 0,001$). Do mesmo modo, a análise de regressão da proporção de acerto em função do tamanho da série revelou efeito dessa variável ($F_{[1,589]} = 28,5; p = 0,000$).

Discussão e conclusões

Em séries a partir de 2 itens, quanto maior o tamanho da série tanto menor a proporção de acerto. Esta proporção de acerto foi maior para S que V, e para V que M. Considerando os dados de todas as séries de 1 a 5 itens, não houve evidência de que o anteparo tenha tornado a tarefa mais difícil. É possível que as diferenças entre desempenho com e sem anteparo só se manifestem em séries com 4 e 5 itens, em que a capacidade da memória de trabalho passa a ser mais solicitada. Como esta análise considerou todas as séries de 1 a 5 itens, é possível que a ausência de diferença no desempenho em séries de 1 a 3 itens tenha reduzido o efeito como um todo.

Análise 2: Proporção de acerto em função da posição do item na série, do anteparo e da categoria gramatical solicitada

Análise 2.1. Considerando os dados de séries de quatro itens

A Figura 3 representa a proporção de acerto como função da posição do item na série (à esquerda), da ausência (s) ou presença (c) de anteparo (ao centro) e da categoria gramatical (à direita). ANCOVA da proporção de acerto (0-1) como função da posição (1-4) nas séries, do anteparo (presença, ausência) e da categoria gramatical (S, V, M) tendo como covariantes a iconicidade média (0-1), a ordem das sessões (1-20) e das séries (1-121) ao longo do experimento revelou efeito significativo da posição ($F_{[3,457]} = 4,28, p = 0,005$), do anteparo ($F_{[1,457]} = 10,34, p = 0,001$), e da categoria gramatical ($F_{[2,457]} = 12,9, p = 0,000$), mas não de interações ou covariantes. Em termos de posição na série, comparações entre

pares via Bonferroni e Fisher LSD ($\alpha = 0,05$) revelaram que a proporção de acerto nos itens na posição 4 foi maior do que nas posições 1 e 2. Em termos de categoria gramatical, comparação entre pares via Bonferroni ($\alpha = 0,05$) revelou que a proporção de acerto em itens representativos de S foi maior do que naqueles representativos de V e M. Já a comparação entre pares via Fisher LSD ($\alpha = 0,05$) revelou que a proporção de acerto em S foi maior que em V, e em V maior que em M.

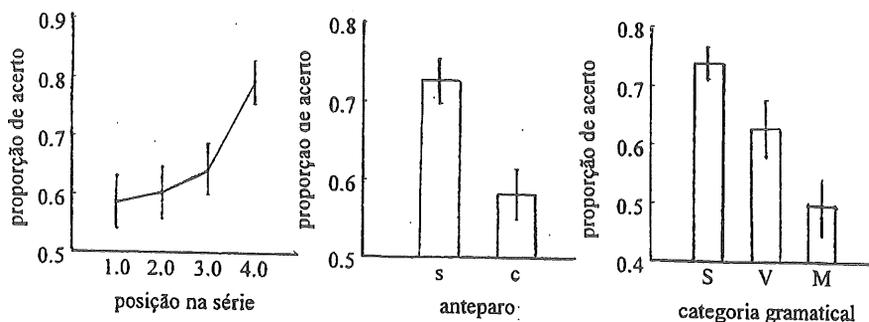


Figura 3. Proporção de acerto como função da posição do item (à esquerda), da ausência (s) ou presença (c) de anteparo (ao centro) e da categoria gramatical do item (à direita).

Discussão e conclusões

Os dados acima, obtidos com séries de quatro itens, revelaram um claro efeito de recência: quanto maior a posição do item na série, tanto maior a proporção de acerto. Os dados também revelaram o claro efeito do anteparo em reduzir a proporção de acerto. Finalmente, replicaram também os achados anteriores relativos à categoria gramatical: a proporção de acerto foi maior em S que V, e em V que M. Quando se considera o efeito da posição na série sobre a proporção de acerto, chama a atenção a diferença entre as curvas obtidas neste estudo e no anterior. Naquele, a proporção de acerto dos itens na posição 1 foi

elevada, tanto que não houve diferença significante entre as posições 4 e 1, o que constituiu a base para a identificação do efeito de primazia. Já no presente estudo, a proporção de acerto em itens na posição 1 foi tão baixa quanto na 2, e significativamente mais baixa que na 4. Ambas as curvas representam os dados de séries de 4 itens. A única diferença entre elas é que a primeira foi obtida sem anteparo, enquanto a segunda foi obtida metade com e metade sem anteparo. Será que a supressão do efeito de primazia, produzida pelo anteparo em metade dos casos, na posição 1, poderia ter rebaixado de modo geral a proporção de acerto em itens naquela posição a ponto de ter causado as diferenças? Para responder a esta questão foram analisadas as séries de 5 itens. É possível que a maior extensão dessas séries pudesse facilitar a análise dos efeitos em operação nas séries mais curtas (i.e., de 4 itens). Se a hipótese de supressão de efeito de primazia pelo anteparo estiver correta, é possível que nas séries de 5 itens os efeitos sejam visíveis a ponto de se manifestarem na interação entre anteparo e posição na série.

Análise 2.2. Considerando os dados de séries de cinco itens

A Figura 4 representa a proporção de acerto em função da posição na série (à esquerda) e da categoria gramatical (à direita). ANCOVA da proporção de acerto (0-1) como função da posição do item (1-5) nas séries, do anteparo (presença, ausência) e da categoria gramatical dos itens (S, V, M) tendo como covariantes a iconicidade média da categoria semântica (0-1), a ordem das sessões (1-20) e das séries (1-117) no experimento revelou efeito da posição ($F [4,552] = 2,62; p = 0,034$), da categoria gramatical ($F [2,552] = 6,57; p = 0,002$), e da interação entre posição e anteparo ($F [4,552] = 2,57; p = 0,037$), mas não de outras variáveis, interações ou covariantes. Em termos de efeito da posição do item na série, comparação entre pares via Bonferroni ($\alpha = 0,05$) revelou que a proporção de acerto dos itens na posição 5 foi superior à daqueles na posição 2. Comparação de pares via Fisher LSD ($\alpha = 0,05$) revelou que a proporção de acerto dos itens na posição 5 foi superior à daqueles nas posições 1 a 4. Em termos de efeito da categoria gramatical, comparações de pares via Bonferroni e Fisher LSD ($\alpha = 0,05$) revelaram que a proporção de acerto de itens S foi superior àquela de itens V e M.

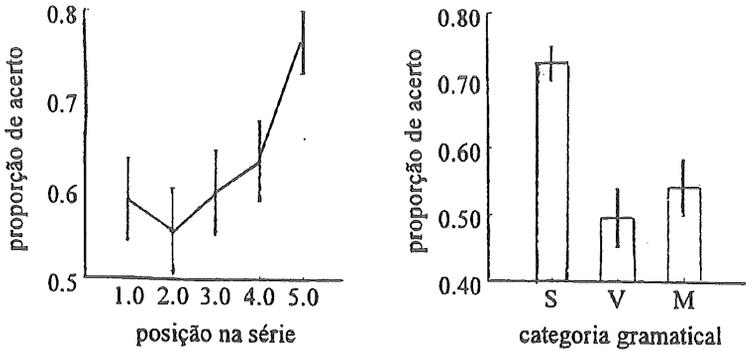


Figura 4. Proporção de acerto como função da posição do item (à esquerda) e da categoria gramatical do item (à direita).

A Figura 5 representa a interação entre a posição do item na série e a presença ou não de anteparo. Em termos de interação entre posição e anteparo, comparação de pares via Bonferroni ($\alpha = 0,05$) revelou que a proporção de acerto de itens na posição 5 com anteparo foi superior àquela de itens nas posições 1 e 2 com anteparo, bem como na posição 4 sem anteparo. Comparação de pares via Bonferroni ($\alpha = 0,05$) revelou que a proporção de acerto de itens apresentados com anteparo na posição 5 foi superior a todas aquelas de itens apresentados sem anteparo (inclusive na posição 5), bem como a todas aquelas de itens com anteparo (exceto na posição 4).

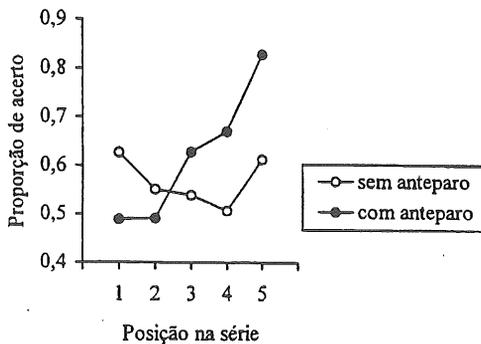


Figura 5. Proporção de acerto como função da interação entre a posição do item na série e a presença ou não de anteparo.

Discussão e conclusão

No segundo experimento, o procedimento adotado no primeiro foi replicado duas vezes com centenas de séries de quatro itens na Análise 1 e de cinco itens na Análise 2, sendo metade com e metade sem anteparo. Nas séries de cinco itens da Análise 2 os resultados mostraram interação entre a posição do item na série e a presença-ausência de anteparo: na ausência de anteparo, o efeito de primazia foi tão forte quanto o de recência; mas, na presença, o efeito de primazia foi completamente suprimido, enquanto que o de recência, elevado. A supressão do efeito de primazia, e, portanto, da consolidação de informação, produzida pelo anteparo sugere que o ensaio feito pelo rapaz era de natureza aberta e não encoberta. Se o rapaz fosse capaz de algum ensaio encoberto, quer subvocal, baseado no circuito de reverberação fono-articulatória, quer visual, baseado na tábua de desenho visuo-espacial, então a supressão da primazia não teria sido tão intensa. A interpretação alternativa, de que a supressão da primazia pudesse ser um artefato de uma espécie de “distração” produzida pela introdução e remoção do anteparo é extremamente implausível, uma vez que o anteparo era manipulado (i.e., introduzido e removido) não série-a-série, mas sessão-a-sessão, sendo que as sessões eram constituídas de 30 séries. A longa duração das sessões tornaria muito pouco plausível uma tal hipótese de artefato por “distração”.

Ao impedir a estratégia de ensaio aberto baseado na busca visual e memorização de posição, o anteparo impediu a alocação dos recursos do executivo central (atenção) ao ensaio aberto de busca visual, forçando assim sua concentração no ensaio encoberto e no canal auditivo. Conseqüentemente, de maneira esperada, a redução da interferência visual resultou no aumento do efeito de recência. Os resultados da Análise 2, especificamente a supressão de efeito de primazia produzida pelo anteparo, ajudam a explicar os resultados da Análise 1, i.e., as diferenças obtidas nas curvas de quatro itens entre os Experimentos 1 e 2. Os resultados da Análise 2 indicam que a ausência de efeito de primazia, verificada na Análise 1 do Experimento 2, foi devida ao uso do anteparo em metade das séries daquela análise. No Experimento 1, como os dados foram obtidos sem anteparo, havia possibilidade de ensaio aberto baseado em busca visual e memorização de posição. Já no Experimento 2, metade das séries foram

feitas com anteparo, e isto foi suficiente para reduzir como um todo o efeito de primazia. No entanto, como a série era relativamente curta, não houve interação entre a posição do item na série e a presença ou não do anteparo.

Apreciação geral

O Experimento 1 mostrou como empregar um sistema de comunicação alternativa (i.e., *ImagoVox*) como um *sistema AfeCenEfe* (Capovilla, no prelo), ou seja, como uma prótese cognitiva, para medir a capacidade da memória de trabalho de um paralisado cerebral não-vocal. Ao replicar os efeitos de primazia e recência de curvas de posição serial típicas, ele validou o procedimento enquanto teste de memória de curto prazo e de consolidação. Numa análise experimental do processamento de informação envolvido no efeito de primazia, o Experimento 2 demonstrou a natureza visuo-espacial do ensaio aberto feito pelo paralisado cerebral não-alfabetizado nesse tipo de tarefa. Os dois experimentos têm relevância direta para o modelo de três componentes da memória de trabalho (Baddeley e Hitch, 1974): o *executivo central*, o *circuito de reverberação fonarticulatória* e a *tábua de desenho visuo-espacial*. Experimentos baseados nesse modelo demonstraram que em tarefas de memória de trabalho, enquanto a criança alfabetizada emprega, primordialmente, o *circuito de reverberação fonarticulatória*, a não-alfabetizada emprega a não tão eficiente *tábua de desenho visuo-espacial* (Halliday et al, 1990; Hitch et al, 1989). Assim, os dados dos dois experimentos estendem para a criança paralisada cerebral não-alfabetizada a evidência relatada na bibliografia acerca de crianças pré-alfabetizadas em geral.

Igualmente importante nesses estudos é a constatação de que o rapaz não ficava passivo diante de seu *déficit* de memória de trabalho, mas procurava reduzi-lo pela adoção de uma estratégia compensatória. Em outras palavras, seu processamento não era apenas *serial-passivo bottom-up*, mas *iterativo bottom-up e top-down*. Frente à dificuldade de fazer ensaio encoberto com base no circuito de reverberação fonarticulatória pouco desenvolvido, seu executivo central procurava fazer ensaio aberto com base na *tábua de desenho visuo-espacial*, buscando os itens à medida em que ouvia seus nomes e procurando memorizar suas posi-

ções relativas. Em outras palavras, o rapaz fazia uso de seu sistema de comunicação alternativa como *sistema AfeCenEfe*, ou seja, como uma *prótese cognitiva*, para a compensação de sua deficiência de memória de trabalho relacionada ao estágio incipiente de desenvolvimento de seu circuito de reverberação fono-articulatória.

O presente estudo dá suporte ao conceito de *AfeCenEfes* como próteses de linguagem e pensamento (Capovilla, no prelo). É possível que para permitir um uso funcional eficiente, como sistema externo de representação de conhecimento, um *sistema AfeCenEfe* deva simular as características, fenomenicamente experimentadas, de sistemas internos de representação de informação. Em suporte de tal tese, tem sido observado (Capovilla, Gonçalves et al, 1996) que o tempo de acesso léxico-simbólico é afetado pela maneira como o conhecimento encontra-se arranjado num sistema de comunicação, o que confirma as expectativas baseadas na literatura (Lindsay e Norman, 1972). Se assim for, em termos de memória de trabalho, a parte simulada do sistema interno que é assistida pela prótese foi a tábua de desenho visuo-espacial.

Nos procedimentos tradicionais com não-paralisados os efeitos de primazia e recência são demonstrados com séries longas de cerca de 15 itens. Apesar da relativamente grande complexidade da tarefa modificada para o PC, o fato de que os efeitos de primazia e recência tenham sido demonstrados com séries curtas de apenas 4 e 5 itens, por si só, revela a relativamente limitada capacidade de memória de trabalho e de consolidação do paralisado cerebral não-alfabetizado. Conforme a bibliografia, em tarefas envolvendo comunicação, o circuito de reverberação fono-articulatória é mais eficiente do que a tábua de desenho visuo-espacial, e, assim, pode-se esperar que um fortalecimento desse circuito de reverberação fono-articulatória resulte num aumento da eficiência da memória de trabalho. Ao demonstrar a presença de processos fono-articulatórios subjacentes à comunicação via *ImagoAnaVox* com voz digitalizada, o estudo de Capovilla, Macedo, Duduchi, Gonçalves e colaborador (1996) indica que isto também é verdadeiro para o paralisado cerebral que usa sistemas de comunicação alternativa.

Agora que os presentes estudos ofereceram uma maneira prática de avaliar a consolidação de informação e a capacidade da memória de trabalho, e de de-

terminar a sua natureza no paralisado cerebral, o próximo passo em estudos subsequentes é analisar as relações bidirecionais entre a capacidade da memória de trabalho e a habilidade de fazer uso funcional de sistemas de comunicação alternativa. Ou seja, como a habilidade de usar um sistema de comunicação aumenta em proporção direta à capacidade da memória de trabalho; e como o treino no uso de um sistema de comunicação, eventualmente levando à aprendizagem de leitura-escrita, pode resultar no aumento da capacidade da memória.

Resumo

Dois experimentos avaliaram o grau de desenvolvimento da memória de trabalho e a natureza do ensaio subjacente à consolidação de informação. Participou um paralisado cerebral espástico-atetóide não-vocal e não-alfabetizado de 15a3m de idade, e usuário de sistema de comunicação computadorizado ImagoAnaVox havia dois anos. O Experimento 1 usou uma variante do procedimento de recordação livre, em que, após ouvir cada série de palavras, o sujeito selecionava, via tela sensível no monitor de seu sistema, as figuras cujos nomes eram falados pelo examinador. Foi obtida uma curva de posição serial típica, com acerto superior nos itens iniciais (primazia) e finais (recência). A primazia indica consolidação baseada em algum tipo de ensaio. Replicando o procedimento metade com e metade sem anteparo, o Experimento 2 analisou a natureza do ensaio, se aberto ou encoberto e se visual ou subvocal. O anteparo anulou a primazia e acentuou a recência; e, na sua ausência, a primazia foi tão forte quanto a recência. Assim, a consolidação foi artefato do ensaio aberto de busca visual na tela do sistema. A inabilidade em fazer ensaio encoberto (visuo-espacial ou subvocal) confirma expectativas teóricas para não-alfabetizados.

Abstract

Two experiments assessed the degree of working memory development and the nature of the rehearsal underlying consolidation. An illiterate, non-vocal 15y3m old cerebral-palsied boy, who had used a computerized alternative communication system for two years, participated. Experiment 1 used a variation of the free-recall

procedure in which after listening to each of several word-series, the subject selected from the system monitor, via touch-screen, the pictures corresponding to the names spoken by the examiner. A typical serial-position curve resulted, with primacy and recency effects. Primacy indicates consolidation which was based on some sort of rehearsal. Experiment 2 analyzed the nature of the rehearsal, whether overt or covert, and whether visual or subvocal. The procedure was replicated but the monitor was shaded in half of the trials. Shading suppressed primacy and highlighted recency whereas, in the absence of shading, primacy was as strong as recency. Thus, consolidation was an artifact of overt rehearsal based on visual search. The inability to perform covered rehearsal (both visuo-spatial and subvocal) is in accordance with the literature.

Referências Bibliográficas

- AMERICAN SPEECH-HEARING-LANGUAGE ASSOCIATION. (1981). Position statement on non-speech communication, *ASHA*, v.23, pp. 577-581.
- BADDELEY, A.D. (1986). *Working memory*. Oxford, G.B.: Oxford University Press.
- BADDELEY, A.D.; HITCH, G.J. (1974). Working memory. In: Bower, G. H. *The psychology of learning and motivation*, v.8, London, Academic Press, pp.120-160.
- BADDELEY, A.D.; LEWIS, V.J. (1981). Inner active processes in reading: The inner voice, the inner ear and the inner eye. In: Lesgold, A.M.; Perfetti, C.A. *Interactive processes in reading*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, pp.85-114.
- BASSO, A.; SPINLER, H.; VALLAR, G.; ZANNOBIO, E. (1982). Left hemisphere damage and selective impairment of auditory short-term memory: A case study. *Neuropsychologia*, v.20, pp.263-274. Oxford, Uk., Pergamon Press.
- BLISCHAK, D.M. (1994). Phonological awareness: Implications for individuals with little or no functional speech. *Augmentative and Alternative Communication*, v.10, n.4, pp.245-254. Ontario, Canada, Decker Periodicals.
- BUB, D.; BLACK, S.; HOWELL, J.; KERTESZ, A. (1987). Speech output processes and reading. In: Coltheart, M.; Sartori, G.; Job, R. (Eds.). *The cognitive neuropsychology of language*. London: Lawrence Erlbaum.

- ELLIS, A. W.; MILLER, D.; SIN, G. (1983). Wernicke's aphasia and normal language processing: A case study in cognitive neuropsychology. *Cognition*, v.15, pp.111-144. Oxford, UK., Elsevier Science.
- EYSENCK, M.W.; KEANE, M.T. (1990). *Psicologia cognitiva: Um manual introdutório*. Porto Alegre, Artes Médicas.
- FRITH, U. (1986). A developmental framework for developmental dyslexia. *Annals of Dyslexia*, v.36, pp.69-81. Baltimore, USA, Orton Dyslexia Society.
- HALLIDAY, M.S.; HITCH, G.J.; LENNON, B.; PETTIPHER, C. (1990). Verbal short-term memory in children. The role of the articulatory loop. *European Journal of Cognitive Psychology*, v.2, pp.23-38. Hampshire, UK., Taylor e Francis.
- HEHNER, B. (Ed.). (1980). *Blissymbols for use*, 4th ed, Ontario: Blissymbolics Communication Institute.
- HITCH, G.J.; HALLIDAY, M.S.; DODD, A.; LITTER, J.E. (1989). Development of research in short-term memory: Differences between pictorial and spoken stimuli. *British Journal of Developmental Psychology*, v.7, pp.347-362. British Psychological Society.
- JENKINS, R.; BOWEN, L. (1994). Facilitating development of preliterate children's phonological abilities. *Topics in Language Disorders*, v.14, n.2, pp.26-39.
- JOHNSON, R. (1992). *The Picture Communication Symbols, Book III*, Solana Beach, CA: Mayer-Jonson Co.
- LEVINE, D. N.; CALVANO, R.; POPOVICS, A. (1982). Language in the absence of inner speech. *Word*, 1982, v.15, pp.19-44.
- LINDSAY, P. H.; NORMAN, D. A. (1972). *Human information processing*. New York, N.Y.: Academic Press.
- LURIA, A.R. (1970). *Traumatic aphasia: its syndromes, psychology, and treatment*. The Hague, Netherlands, Mouton.
- MAHARAJ, S. (1980). *Pictogram Ideogram Communication*. Regina, Canada: The George Reed Foundation for the Handicapped.
- MILLER, G.A. (1956). The magic number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, v.63, pp.81-93. Washington, USA, Menicun Psychological Association.

- CAPOVILLA, F.C. (no prelo). Sistemas de multimídia como próteses de pensamento e linguagem para a superação de deficiências sensoriais, motoras e de processamento cognitivo. In: Bertolucci, P. – *Temas em neuropsicologia*. Série de Neuropsicologia, v.6, São Paulo, Sociedade Brasileira de Neuropsicologia.
- _____ (1996). Sistemas especialistas de *multimídia* em educação especial. In: Nunes, L. – *Prevenção e intervenção em educação especial*. Série Coletâneas da ANPEPP, v.1, n.14, Rio de Janeiro, ANPEPP, pp.124-150.
- 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, Canadá, pp.148-149.
- CAPOVILLA, F.C.; MACEDO, E.C.; DUDUCHI, M.; CAPOVILLA, A.G.S.; RAPHAEL, W.D.; GUEDES, M. (1996). UltraAACtive: Computerized multimedia expert AAC system. *Proceedings of the VII Biennial Conference of the International Society for Augmentative and Alternative Communication*. Vancouver, Canadá, pp.167-468.
- 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, Canada, pp.463-464.
- CAPOVILLA, F.C.; MACEDO, E.C.; RAPHAEL, W.D.; CAPOVILLA, A.G.S.; GONÇALVES, M.J.; DUDUCHI, M.; GUEDES, M. (1995). Multimedia expert systems for cognitive evaluation of AAC system users in special education. *Annals of the Third ECART European Conference on the Advancement of Rehabilitation Technology*, Lisboa, Portugal, pp.89-91.
- CARLSON, N.R. (1987). *Psychology: The science of behavior*. Boston, MA: Allyn e Bacon.
- CHOMSKY, N. (1965). *Aspects of the theory of syntax*. Cambridge, MA: M.I.T. Press.

- RUNDUS, D.; ATKINSON, R.C. (1970). Rehearsal procedures in free recall: A procedure for direct observation. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, v.9, pp.99-105.
- SHALLICE, T.; BUTTERWORTH, B. (1977). Short term memory impairment and spontaneous speech. *Neuropsychologia*, v.15, pp.729-735. Oxford, UK., Pergamon Press.
- SHALLICE, T.; WARRINGTON, E.K. (1974). The dissociation between long-term retention of meaningful sounds and verbal material. *Neuropsychologia*, v.12, pp.553-555. Oxford, UK., Pergamon Press.
- SCHWARTZ, M. F.; SAFFRAN, E. M.; MARIN, O. S. M. (1980). The word order problem in agrammatism. I. Comprehension. *Brain and Language*, v.10, pp.249-262. Orlando, USA, Academic Press.
- TREISMAN, A.M. (1964). Verbal cues, language, and meaning in selective attention. *American Journal of Psychology*, v.77, pp.206-219. Champaign, USA, University Illinois Press.
- WEBSTER, P.; PLANTE, A. (1992). Effects of phonological impairment on word, syllable and phoneme segmentation and reading. *Language, Speech and Hearing Services in Schools*, v.23, pp.176-182. Rockville, USA, Am. Speech Language-Hearing Association.

Recebido em out/97; aprovado em nov/97