

## Comunicação alternativa:

modelos teóricos e tecnológicos, filosofia educacional e prática clínica

Fernando C. Capovilla

**Como citar:** CAPOVILLA, F. C. Comunicação alternativa: modelos teóricos e tecnológicos, filosofia educacional e prática clínica. *In:* CARRARA, K. (org.). **Educação, Universidade e Pesquisa**. Marília: Unesp Marília Publicações, 2001. p. 179-208. DOI: <https://doi.org/10.36311/2001.85-86738-16-6.p179-208>



All the contents of this work, except where otherwise noted, is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 (CC BY-NC-ND 4.0).

Todo o conteúdo deste trabalho, exceto quando houver ressalva, é publicado sob a licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 (CC BY-NC-ND 4.0).

Todo el contenido de esta obra, excepto donde se indique lo contrario, está bajo licencia de la licencia Creative Commons Reconocimiento-No comercial-Sin derivados 4.0 (CC BY-NC-ND 4.0).

## COMUNICAÇÃO ALTERNATIVA: MODELOS TEÓRICOS E TECNOLÓGICOS, FILOSOFIA EDUCACIONAL E PRÁTICA CLÍNICA

Fernando C. CAPOVILLA<sup>1</sup>

Observai, igualmente, os navios que, sendo tão grandes e batidos de rijos ventos, por um pequeníssimo leme são dirigidos para onde queira o impulso do timoneiro (Tiago 3, p. 4)

Apesar das ventanias e das ondas bravias das circunstâncias às quais seu corpo é sujeito, a pessoa com severos distúrbios motores e de fala encontra nos sistemas de comunicação alternativa um pequenino leme com o qual pode traçar e cursar seu próprio rumo de navegação pela vida, e ser seu próprio timoneiro.

Todos nós, que lidamos responsabilmente com crianças com *severos distúrbios motores e de fala* (SDMF), sabemos quão importante é dispor de instrumentos apropriados para nos auxiliar em nosso complexo trabalho de avaliar, educar e reabilitar apropriadamente essas crianças. Por maior que seja nossa dedicação, sabemos que a qualidade e a eficácia de nosso trabalho dependem de instrumentos profissionais adequados à complexidade da tarefa a que nos propomos. É com esta preocupação de desenvolver instrumentos eficazes de avaliação, educação e reabilitação que temos conduzido nosso trabalho. Este breve artigo tece comentários sobre alguns dos frutos desse trabalho, com o objetivo de examinar alguns de seus aspectos teórico-conceituais, filosófico-educacionais, e pragmáticos. Ele aprecia alguns dos muitos recursos de avaliação, tratamento e comunicação que desenvolvemos nos últimos dez anos no Laboratório de Neuropsicolinguística Cognitiva Experimental do Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo, e algumas implicações educacionais e clínicas dos muitos achados importantes advindos de sua aplicação a crianças com SDMF.

---

<sup>1</sup> Universidade de São Paulo - USP

Como as crianças com SDMF não podem comunicar-se autonomamente pela articulação da fala e produção da escrita por meios tradicionais, nosso trabalho começou com o desenvolvimento de sistemas computadorizados de comunicação alternativa que permitem transformar séries de respostas discretas, como o piscar e o gemer, em mensagens que podem ser armazenadas, re combinadas, faladas com voz digitalizada, impressas e enviadas por rede local e Internet. Compartilhando a concepção de Light (1997), nosso trabalho intenso de uma década de pesquisa e desenvolvimento de recursos tecnológicos não advém de qualquer deslumbramento tecnofílico pelas máquinas, mas sim de nossa profunda sensibilidade às necessidades e potenciais das crianças com SDMF e à nossa percepção de quanto a tecnologia pode auxiliá-las a perseguir seu desenvolvimento cognitivo, sua integração social e sua realização pessoal. Como a comunicação é a base da socialização, da formação e manutenção da própria identidade pessoal e social, tais sistemas de comunicação constituem verdadeiras pontes que permitem cruzar o fosso do isolamento, e estabelecer com a criança uma relação humana bidirecional que é condição essencial ao seu desenvolvimento cognitivo, social e espiritual pleno. Só a partir do estabelecimento de tal comunicação confiável, eficaz e autônoma é que a criança pode fazer-se ouvida, conhecida e reconhecida por outrém e por si mesma, pode descobrir e formular suas perguntas e dúvidas, buscar orientação, engajar-se em sua própria educação e participar efetivamente da determinação de seu próprio destino. Assim, quando se fala em comunicação alternativa, há muito mais em jogo que um mero tabuleiro de símbolos ou um sistema computadorizado. Estamos falando de uma ponte para o mundo e o futuro da criança, uma ponte que precisa ser muito bem arquitetada para permitir e sustentar os intercâmbios e as descobertas necessários ao desenvolvimento e realização da criança, sua educação completa e integração plena. Estamos falando ao mesmo tempo dos olhos e dos ouvidos, da língua e das mãos da criança, de sua mente, de seus sentimentos, de seu mundo. É muito importante para nós, profissionais, que esta ponte seja especialmente adequada para sustentar os intercâmbios necessários ao exercício da educação, especialmente no contexto da política de inclusão.

### **A importância da CA e de recursos especiais de avaliação escolástica para crianças com SDMF na educação inclusiva**

A política governamental de inclusão na escola regular das crianças com SDMF requer muito dessas crianças, e não menos de suas professoras dedicadas e responsáveis. Para que a prática educacional plena seja levada a sério e a política educacional se revele um meio de qualificação real e integração social efetiva, e não apenas uma desculpa para reduzir gastos com a educação especial, deve ser esperado que as crianças com SDMF cumpram de fato e sistematicamente as lições de casa e os exercícios da aula, as redações e as apresentações orais, que façam as perguntas na sala de aula essenciais ao entendimento da matéria e então tomem as provas necessárias para demonstrar que possuem os conhecimentos requeridos para progredir ao longo das séries escolares. Os sistemas de comunicação que desenvolvemos permitem tudo isto. Com eles as crianças podem compor perguntas e emití-las com voz alta digitalizada em sala de aula. Podem responder aos exercícios prescritos pela professora e compor redações em casa ou em classe, e então imprimi-los, enviá-los por rede, ou armazená-los para apresentação oral ao vivo na aula. Além disso, podem também engajar-se com sucesso em atividades sociais e lúdicas no pátio durante o recreio e os intervalos. Embora seja amargo fazê-lo, é preciso dizer que na ausência de recursos eficazes para permitir a participação escolar efetiva da criança e a avaliação de seu desempenho acadêmico pela professora, a política de inclusão não passa de uma carta de boas intenções redigida na mais absoluta ingenuidade quanto à prática pedagógica. A filosofia inclusiva só será responsável e conseqüente no dia em que reconhecer a necessidade de equipar os alunos portadores de SDMF com recursos especiais de comunicação oral e escrita e as suas professoras com recursos de avaliação adaptados e efetivos. Sem tais recursos a escola está fadada a produzir fracasso e incompetência, apesar dos sinceros e desgastantes esforços da criança em aprender e da professora em ensinar. Fracasso e incompetência que, ainda que disfarçados pela ausência de avaliações escolares sérias e sistemáticas, sempre encontram um meio de revelar-se quando o jovem mais precisa das habilidades que deveriam ter sido desenvolvidas na escola, ou

seja, quando candidatar-se a um curso mais avançado ou a um emprego no mundo real, e não puder mais contar com a condescendência de seu antigo sistema escolar inclusivista mas desequipado.

É importante lembrar que para que a educação inclusiva seja bem sucedida, não basta apenas procurar reduzir o preconceito da sociedade para com pessoas com deficiências, mas é vital desenvolver nestas pessoas a autonomia, as habilidades específicas e as competências necessárias para que elas possam competir acadêmica e profissionalmente pelo seu próprio lugar ao sol. E, por melhores que sejam as intenções, não é possível lograr o desenvolvimento de tais competências na ausência das ferramentas especiais necessárias. Enquanto recursos para o desenvolvimento e a mensuração dessas competências, nossos sistemas computadorizados de comunicação alternativa e de avaliação constituem algumas dessas ferramentas. Sem mensuração sistemática do desenvolvimento de competências, como saber se estamos fazendo um bom trabalho na educação dessas crianças? Como saber se nossos métodos estão funcionando e como podem ser melhorados? Enfim, como saber se a criança está mesmo adquirindo as competências de que tanto precisará ao sair da escola e competir por uma vaga? Afinal, para conseguir a vaga no ensino médio e no mundo real, para além do portão da escola de ensino fundamental, o jovem com SDMF, assim como todos os seus co-concorrentes pela vaga, deverá demonstrar na avaliação aquilo que efetivamente sabe e consegue fazer. Muito pode ser feito por este jovem quando o tempo é mais apropriado, no ensino infantil e também no fundamental. Como exemplo de um trabalho bem sucedido de alfabetização de uma menina com paralisia cerebral no ensino fundamental, o estudo de Capovilla, Capovilla, Silveira et al. (1998) demonstra como um treino de habilidades fonológicas em menos de 20 sessões pode elevar em cerca de dois anos o desempenho em habilidades fonológicas e de escrita em paralisia cerebral, habilitando o portador de SDMF a usar o sistema de CA como uma ferramenta efetiva de escrita. O procedimento completo de treino pode ser encontrado em Capovilla e Capovilla (1998a).

### **Recursos especiais de avaliação escolástica de crianças com SDMF**

Os mesmos distúrbios motores que impedem a fala e a escrita de crianças com SDMF também impedem que elas sejam avaliadas pelas versões tradicionais da maioria dos testes psicométricos padrão. E quando, apesar de suas dificuldades, essas crianças conseguem de uma forma ou outra passar pelos testes, inexoravelmente seu desempenho mostra-se muito inferior ao desempenho médio das crianças de sua mesma faixa etária, não portadoras de SDMF. Para que a avaliação psicométrica possa fazer justiça a essas crianças ao avaliar seu desempenho cognitivo, seria necessário primeiramente adaptar os testes psicométricos padrão às características motoras dessas crianças. Seria necessário gerar versões computadorizadas capazes de ser operadas por crianças com os mais variados graus de comprometimento motor, desde os mais leves que têm controle motor o suficiente para poder usar tela sensível ao toque, até os mais severos que precisam fazer seleção indireta por varredura, e cujo controle motor é tão pobre que o parâmetro temporal de varredura precisa ser retardado em 1, 2 e mesmo 3 segundos. Seria necessário adaptar os testes psicométricos padrão às características motoras dessas crianças para então, de algum modo, poder subtrair o efeito da dificuldade de operação dos sistemas, e assim compensar as estimativas de desempenho. Um dos modos com que logramos fazer isto foi submeter todas as crianças de uma amostra de pré-escolares não portadoras de SDMF a todas as versões computadorizadas de uma série de testes de grande importância para o desempenho escolar de crianças com SDMF e para seu uso bem-sucedido de sistemas de CA, e obter tabelas de normatização de cada faixa etária em cada uma das versões de cada um dos testes. Isto foi conseguido em uma série de estudos, que resultaram em tabelas de normatização do desempenho de crianças do pré 1 ao pré 3 em cada uma das versões computadorizadas de uma série de testes psicométricos (Thiers & Capovilla, 1999).

Para tais estudos adaptamos testes importantes de prontidão para alfabetização, vocabulário, compreensão auditiva, raciocínio categorial e seqüencial, dentre outros. Desenvolvemos versões computadorizadas do Teste de Vocabulário por Imagens Peabody (Capovilla & Capovilla, 1997b; Capovilla,

Nunes et al., 1997; Capovilla et al., 1998; Dunn et al., 1986), do Teste Token (DeRenzi & Vignolo, 1962; Di Simoni, 1978; Macedo et al., 1998), da Escala de Maturidade Mental Colúmbia (Burgemeister, Blum & Lorge, 1971; Capovilla et al., 1997c), do Teste de Inteligência Infantil de Wechsler ou WISC III-R (Wechsler, 1991), do Reversal Test (Capovilla et al., 1998; Edfeldt, 1971), e do Teste de Prontidão para a Leitura (Capovilla et al., 1998; Kunz, 1979), dentre outros. Para cada um desses testes desenvolvemos versões computadorizadas por acionamento direto com mouse e tela sensível ao toque, e indireto por varredura automática em parâmetros temporais variando de 1 a 3 segundos e dispositivos sensíveis ao piscar e a movimentos. Em uma série de estudos (Thiers & Capovilla, 1999), aplicamos todos esses testes (exceto o WISC) em todas as suas versões computadorizadas e tradicionais, e comparamos o desempenho de várias dezenas de crianças em cada uma das versões computadorizadas com a respectiva versão tradicional para saber se as computadorizadas seriam tão discriminativas quanto as tradicionais. Os resultados dos estudos mais recentes provaram que as versões computadorizadas foram capazes de discriminar entre as séries escolares tão bem quanto as tradicionais, apesar de produzirem uma redução geral no desempenho, na seguinte ordem do melhor para o pior desempenho:

- 1 versão tradicional;
- 2 versão computadorizada com seleção direta por tela de toque;
- 3 computadorizada por seleção indireta e tempo de varredura de 1 segundo;
- 4 computadorizada com varredura de 2 segundos;
- 5 computadorizada com varredura de 3 segundos. Como tais estudos geraram tabelas de normatização das várias séries escolares sob cada uma dessas versões de cada um dos testes, eles produziram o controle que desejávamos, eliminando o efeito da versão que a criança com SDMF precisa usar sobre a estimativa de suas capacidades cognitivas. Com tais trabalhos logramos estender o escopo da psicometria clássica para abarcar crianças com SDMF e assim, finalmente, começar a fazer-lhes justiça. Para proceder à avaliação de habilidades escolásticas e de capacidades cognitivas de crianças com

SDMF, além das versões computadorizadas e normatizadas dos testes psicométricos padrão já referidos, desenvolvemos também uma série de provas neuropsicológicas delineadas conforme modelos clássicos da neuropsicologia da leitura e escrita, como a prova de competência de leitura silenciosa *TeCoLeSi-Comp* (Capovilla, Macedo et al., no prelo) para a avaliação do desenvolvimento das rotas de leitura baseada no modelo de duplo processo (Grégoire & Piérart, 1997). Todos esses recursos também são importantes para avaliar as chances de sucesso de crianças com SDMF em fazer uso funcional de sistemas de CA, e em selecionar os sistemas mais apropriados para cada caso específico. Neste ponto, para que possamos apreciar mais a questão da indicação de sistemas de CA, é preciso, antes, revisar alguns conceitos básicos do campo.

#### **CA: definição e conceituação, modalidades e suas indicações**

A *comunicação alternativa* (CA) diz respeito a toda e qualquer modalidade de comunicação diferente da oral e/ou da escrita. Mais precisamente, a toda comunicação obtida por meios outros que não os da linguagem primária (i.e., a oral-aural para a criança ouvinte ou a língua de sinais para a surda) e/ou secundária (i.e., a escrita). Ela é o único recurso disponível para comunicação por parte de pessoas cujos severos distúrbios e/ou limitações motores e/ou cognitivos impedem a articulação da fala (na ouvinte), do sinal (na surda) e da escrita. Tais quadros incluem os de paralisias cerebrais, afasias, anartrias, alexias e agrafias, distrofia muscular progressiva, esclerose lateral amiotrófica, dentre outros. Incluem também lesões medulares que resultam em tetraplegia que impede a sinalização em surdos que não articulam a fala. A CA é também uma área clínica e educacional dedicada à pesquisa e ao desenvolvimento de recursos alternativos de comunicação, ao estudo da sua eficácia em diferentes quadros clínicos, e ao estudo dos processos cognitivos envolvidos que os sistemas de comunicação demandam e permitem desenvolver. É uma área multidisciplinar que articula esforços da psicologia, fonoaudiologia, educação, educação especial, neurologia, terapia ocupacional, análise de sistemas e computação, dentre outros. A pesquisa

usa modelos de neuropsicologia cognitiva (como o modelo da memória de trabalho de Baddeley, 1992, e o de duplo processo da leitura de Morton, 1989), de engenharia de software e ergonomia cognitiva (Capovilla, Gonçalves & Macedo, 1998), dentre outros. Sendo necessariamente multidisciplinar, busca usar, de um lado, o conhecimento de pesquisa em psicologia e neuropsicologia para melhor aproveitar os recursos tecnológicos disponíveis e, de outro lado, os recursos da tecnologia de informática mais avançados de modo a compensar e superar as limitações motoras e cognitivas da pessoa com SDMF.

Embora tecnicamente a comunicação alternativa (i.e., *alternative communication*) seja diferente da comunicação suplementar (i.e., *augmentative communication*), o termo comunicação alternativa é usualmente empregado como um nome abreviado da área mais ampla de comunicação alternativa e suplementar (i.e., *augmentative and alternative communication*). Ainda assim, a distinção entre alternativo e suplementar é importante: os recursos da *comunicação alternativa e suplementar* (CAS) podem ser usados tanto em *substituição* à comunicação oral e escrita (i.e., como *alternativa* a elas) quando elas se encontram totalmente impedidas, quanto em *auxílio* a elas (i.e., como *suplemento* delas) quando encontram-se dificultadas. Por exemplo, nos estágios intermediários da esclerose lateral amiotrófica, à medida em que a voz se torna progressivamente mais fraca, um aparelho de amplificação sonora pode *suplementar* a comunicação oral, permitindo compensar a fraqueza da resposta e recuperar temporariamente sua eficácia, funcionando assim como um sistema de *comunicação suplementar* (CS). Já nos estágios mais avançados da doença, quando a amplificação já não for mais eficaz, um sistema sintetizador de voz operado por meio de varredura automática e seleção pelo piscar, por exemplo, pode *substituir* a comunicação oral funcionando, assim, como um sistema de *comunicação alternativa* (CA). Os sistemas de CA e CS envolvem processamentos comportamentais e cognitivos bastante diferentes. Os sistemas de CS apenas amplificam os efeitos de certas características físicas da comunicação natural que se encontra de algum modo comprometida. Restauram a comunicação natural sem necessidade de qualquer aprendizagem ou processamento cognitivo adicional. Já os sistemas de CA substituem a comunicação natural que se encontra

severamente impedida. Constituem sistemas novos e artificiais de expressão que precisam ser aprendidos e requerem o envolvimento de sistemas comportamentais e cognitivos distintos. O trabalho feito em nosso laboratório privilegia a comunicação alternativa, em vez da suplementar. Ainda assim, como o mesmo sistema pode ser empregado de maneira alternativa e suplementar por crianças diferentes e pela mesma criança e momentos diferentes, o termo *comunicação alternativa* é usado aqui como uma forma abreviada nos dois sentidos, de alternativa e suplementar. A mesma posição, a propósito, é adotada por von Tetzchner e Jensen (1996).

A fala para o ouvinte e a sinalização para o surdo são naturais; já a articulação da fala pelo surdo impedido de sinalizar e a sinalização pelo ouvinte impedido de articular são alternativas. A CA pode envolver a mediação de um instrumento (CA assistida) ou não (CA não-assistida). Nos casos da fala pelo surdo tetraplégico ou amputado, e da sinalização pelo ouvinte anártrico, a CA é não-assistida, pois os itens de comunicação (palavras articuladas pelo surdo, sinais articulados pelo ouvinte anártrico, mímica e pantomima) são realizados sem a mediação de qualquer instrumento de comunicação específico. Por outro lado, a CA é assistida em todos os casos em que são empregados aparatos como tabuleiros de comunicação, cadernos de símbolos e sistemas computadorizados.

Pode-se usar CA com crianças e adultos, em quadros de lesões adquiridas e de desenvolvimento, incluindo os degenerativos progressivos. O escopo da CA é bastante vasto, já que ela pode ser empregada tanto para a criança cuja lesão cerebral antecede o desenvolvimento da linguagem oral e/ou escrita (e.g., a paralisada cerebral cuja lesão é perinatal), quanto para o adulto cuja lesão resulta em perda de habilidades lingüísticas já desenvolvidas (e.g., o afásico, o aléxico, o demenciado). Os objetivos da CA variam dependendo das características da pessoa, tais como seu estágio de desenvolvimento, a configuração de suas várias funções sensório-motoras, cognitivas e sociais, e a natureza e grau de comprometimento e de preservação dessas funções. A CA pode ser empregada *temporariamente* como um recurso *terapêutico e educacional* de *(re)habilitação e educação* até que as funções subdesenvolvidas ou perdidas se *(re)estabeleçam*, e/ou mais

*perenemente* como um recurso de *substituição e compensação* das funções comunicativas que não podem desenvolver-se ou recuperar-se. Uma completa revisão dos diversos usos de diversos sistemas de CA com diferentes quadros de afasias pode ser encontrada em Capovilla (1997).

### **Sistemas de CA como próteses sensório-motoras e cognitivas, para comunicação e pensamento**

Quando os sistemas de comunicação alternativa são eficazes em permitir à criança *comunicar-se com outrém* e expressar com maior clareza suas necessidades, desejos e opiniões, eles constituem *próteses comunicativas*. Quando, além disso, eles também são eficazes em permitir à criança *comunicar-se consigo mesma*, isto é, *pensar e desenvolver sua fala interna* (ou sinalização interna) de modo a conseguir chegar a novas conclusões e descobertas por si mesma, eles constituem *próteses cognitivas*. Só quando os sistemas logram funcionar como próteses cognitivas é que eles se tornam vias naturais e efetivas para alfabetizar a criança. A noção de prótese requer algumas explicações adicionais. Prótese é um sistema artificial que substitui um sistema natural no exercício de sua função, quando ele se encontra comprometido e esta, conseqüentemente, deficitária. Há próteses sensoriais, como a lente artificial que substitui o cristalino num quadro de catarata, e próteses motoras, como um membro mecânico que permite ao amputado deambular e manipular objetos. Na surdez neuro-sensorial profunda as células ciliares da cóclea encontram-se reduzidas a tal ponto que os aparelhos convencionais de amplificação sonora não são eficazes. Como o órgão natural (i.e., cóclea) encontra-se lesado, a função auditiva que ele deveria desempenhar torna-se seriamente comprometida, e pode ser restabelecida por uma prótese (i.e., implante coclear). Maiores detalhes sobre o implante coclear, suas indicações e contra-indicações em crianças e adultos com diferentes tipos e graus de surdez podem ser encontrados em Capovilla, no prelo.

Um sistema de multimídia para CA funciona como uma prótese sensorial e, ao mesmo tempo, como uma prótese motora. Por exemplo,

consideremos um quadro motor de anartria e tetraplegia. Como a anartria impede a articulação da fala, e a tetraplegia impede o escrever, o operar um mouse ou mesmo o tocar uma tela sensível, o sistema pode fazer varredura visual automática entre alternativas, de modo que, para selecionar dentre as alternativas (e.g., uma ordem a ser cumprida pelo computador ou uma palavra a ser impressa ou falada por ele), a pessoa precisa apenas esperar até que essa alternativa esteja iluminada e emitir um piscar, gemido ou movimento qualquer. O sistema funciona como uma *prótese motora* na medida em que permite transformar um piscar ou um gemido de um paciente tetraplégico em uma alteração ambiental *física* (e.g., o ligar ou desligar de um eletrodoméstico, o abrir de uma porta ou janela) ou *social* (e.g., a intervenção de uma pessoa do meio para o atendimento de uma necessidade expressa pela emissão de uma palavra falada e escrita). Se esta pessoa anártrica e tetraplégica tampouco puder escolher dentre as alternativas escritas devido a analfabetismo ou a um quadro aléxico (e.g., cegueira verbal), o sistema pode substituir as palavras escritas por pictogramas ou desenhos, prescindindo assim da leitura. Se o anártrico tetraplégico também apresentar agnosia visual ou for cego, o sistema substitui a varredura visual pela auditiva, em que soam automaticamente os nomes falados dos significados representados (e.g., palavras cachorro, gato, pássaro). Finalmente, se o anártrico tetraplégico cego também apresentar um quadro afásico de surdez verbal, como ele não conseguiria compreender tampouco a fala, na varredura auditiva seriam usados os próprios sons da natureza (e.g., o latido, o miado, o trinado) em vez dos nomes falados correspondentes. Em todos esses casos, os sistemas demonstram grande flexibilidade enquanto prótese sensorial para superar as limitações de input do usuário por meio do emprego de variados recursos de multimídia.

Um sistema é considerado de multimídia quando permite apresentar combinadamente texto escrito, imagens com animação gráfica, palavras faladas e sons da natureza. Ao incorporar tais recursos de multimídia nossos sistemas de CA são eficazes como próteses sensoriais. Ao mesmo tempo, são próteses motoras eficazes, na medida em que incorporam periféricos variados para acionamento direto (e.g., mouse e tela sensível ao toque) quando a pessoa

tiver controle motor suficiente para poder fazer uso dele, e indireto (c.g., varredura automática e detetores sensíveis ao piscar, ao gemido ou a movimentos grossos) quando os distúrbios motores impedirem o acionamento direto. Um sistema de CA só cumpre sua função plena de *prótese comunicativa* quando permite à pessoa com SDMF, apesar de suas limitações sensório-motoras e cognitivas, controlar a apresentação dos recursos de multimídia para *produzir efeitos sociais sobre o meio*. Ele só cumpre sua função plena de *prótese cognitiva* quando permite a essa pessoa controlar a apresentação dos estímulos em suporte às suas próprias respostas, tornando-se capaz de usar o arranjo seqüencial das figuras, palavras e sílabas do computador como parte de seu pensamento e em auxílio a ele, para conseguir pensar através do sistema como os ouvintes falantes e os surdos sinalizadores que usam sua própria fala e sinalização consigo mesmos como parte vital de seu pensar. Maiores detalhes sobre sistemas de CA como próteses cognitivas podem ser encontrados em Capovilla, Macedo e Capovilla (1997) e Capovilla, Macedo, Duduchi, Capovilla e Gonçalves (1998).

### **Sistemas de CA: design e estratégias de representação de informação**

No delineamento de um sistema de CA deve-se levar em consideração uma série de características de *design*, as quais encontram-se sumariadas em Capovilla, Macedo, Duduchi, Capovilla e Thiers (1998). Por exemplo, um sistema deve permitir a composição de mensagens no modo *on line* (i.e., pela seleção livre dos itens de interesse), bem como o armazenamento de tais mensagens e sua posterior recuperação no modo *pre-stored*. Assim, conciliam-se as vantagens da flexibilidade de composição do modo *on line* com a rapidez comunicativa do modo *pre-stored*. Uma revisão das principais características de *design* de sistemas de CA e de suas vantagens e desvantagens, suas indicações e contra-indicações em quadros clínicos diferentes pode ser encontrada em Capovilla, Macedo, Duduchi, Capovilla e Thiers (1998). Aqui é importante apenas lembrar que, para a indicação clínica de um ou outro sistema a uma determinada criança, tais características de *design* são tão importantes quanto as características

clínicas do quadro da criança. Um sistema é considerado especialista (*expert system*) quando ele é sensível ao desempenho do usuário e toma decisões com base nesse desempenho. Uma das características mais importantes de design de sistemas de CA enquanto sistemas especialistas é a *previsão de palavras (word prediction)*. Um sistema de CA capaz de fazer previsão de palavras oferece ao usuário, durante sua elaboração de mensagens, uma série de alternativas prováveis à conclusão da mensagem em elaboração. Para tanto, o sistema usa o contexto da mensagem em elaboração, e o registro passado armazenado na memória acerca da probabilidade de ocorrência de palavras em contextos semelhantes de mensagens. Em consequência, a composição de mensagens no modo *on line* tende a ser bastante acelerado, uma vez que os itens mais provavelmente requeridos para a continuação e conclusão das mensagens estarão sempre em amostra na tela, disponíveis à ponta dos dedos.

### **Sistemas de CA não-lingüísticos**

Os sistemas de CA empregam diferentes estratégias para representar a informação. Há sistemas *não-lingüísticos* e *lingüísticos*. Os não-lingüísticos compreendem conjuntos de fotografias, pictogramas e desenhos de linha para representar o significado. São exemplos os sistemas PIC ou *Pictogram-Ideogram Communication* (Maharaj, 1980) e PCS ou *Picture Communication Symbols* (Johnson, 1992), ambos por nós já computadorizados em sistemas de multimídia com voz digitalizada e com eficácia comprovada em dezenas de estudos experimentais (e.g., Capovilla, Gonçalves & Macedo, no prelo; Capovilla et al., 1997d). Tais sistemas são especialmente apropriados para introduzir CA a crianças com SDMF pré-alfabetizadas, e nos primeiros anos de sua alfabetização. São também especialmente apropriados quando há perda de linguagem oral e escrita, como nos casos das afasias e alexias, respectivamente. As pesquisas do grupo de Steele (Steele et al., 1992; Steele et al., 1987; Steele et al., 1989), dentre outros, comprovam o sucesso de sistemas deste tipo em afasias de Broca, Wernicke e global. Bertoni, Stoffel e Weniger (1991) também comprovam a superioridade da representação

pictorial para afásicos, e a inadequação da representação lingüística, como língua de sinais ou semantografia Bliss, para esses pacientes. Finalmente, tais sistemas pictoriais são também muito apropriados em casos de dislexia do desenvolvimento como um recurso temporário para permitir a crianças, já muito frustradas com o fracasso escolar, a experiência de ler e escrever com sucesso apesar de suas dificuldades fonológicas.

O uso de sistemas semelhantes com disléxicos e surdos foi estudado extensamente pelo pedagogo argentino Oscar Oñativia (1986). A propósito, pouco antes de falecer, Oñativia elogiou nossos sistemas de CA como um dos melhores meios de implementar seu *Método Integral* ao computador (1994a, b). Tais sistemas pictoriais, no entanto, não são apropriados para todos os casos, sendo que na grande maioria das crianças com SDMF, seu uso principal é como um recurso psicopedagógico para estabelecer os principais pré-requisitos à alfabetização. Um dos problemas com a representação pictorial é a limitação dos significados passíveis de representação àquilo que é mais concreto e manifesto, em vez de abstrato e sutil. Um outro problema dessa representação é a *polissemia* ou multiplicidade de significados passíveis de atribuição a uma mesma figura. Se é fato que “uma imagem vale mais que mil palavras”, então quando a criança com paralisia cerebral quiser expressar uma palavra por meio da seleção de uma imagem, ela terá, por assim dizer, cerca de 999 outros significados alternativos que irão competir na mente do interlocutor com o significado específico que ela deseja comunicar. Um recurso adicional simples para aumentar a clareza denotativa dos desenhos, é emparelhar ao desenho a palavra escrita correspondente ao significado por ele representado. Embora seja mais fácil representar pictorialmente o concreto e manifesto que o abstrato e explícito, a transparência do significado dos desenhos de sistemas como PCS e PIC está entre as mais elevadas de todas as formas de representação de informação. Ainda assim, para crianças com SDMF em pleno desenvolvimento cognitivo, os sistemas pictoriais devem ser vistos como recursos de CA provisórios de suporte à educação, que devem ser eventualmente substituídos por sistemas lingüísticos e, de preferência, fônicos.

Os sistemas de CA lingüísticos constituem linguagens propriamente ditas, mais que meros meios de comunicação e são capazes de representar virtualmente qualquer significado, por mais sutil, abstrato e complexo que seja. Tamanha precisão e flexibilidade de representação é possibilitada pelo uso de unidades mínimas abstratas que se recombinaem de acordo com regras arbitrárias e consensuais de morfologia e sintaxe. Tal vantagem, no entanto, tem seu custo. A adoção de tais sistemas requer um bom nível de preservação cognitiva, o que exclui um bom número de afásicos, e um certo grau de desenvolvimento lingüístico, o que exclui inicialmente as crianças pré-alfabetizadas cujos pré-requisitos à alfabetização ainda não tenham sido desenvolvidos. Ainda assim é preciso estudar os sistemas lingüísticos mais atentamente, já que boa parte dos esforços no uso da CA como recurso terapêutico e psicopedagógico objetivam levar o ouvinte com SDMF a progredir do pictorial ao lingüístico, culminando em sistemas com voz digitalizada baseados na escrita alfabética como a forma mais flexível e socialmente válida de comunicação.

### Sistemas de CA lingüísticos visuais

Há dois tipos de sistemas lingüísticos, os *visuais* e os *fônicos*. Os *sistemas lingüísticos visuais* representam diretamente o significado, por referência às suas propriedades, especialmente as visuais. Os sinais e símbolos que os compõem freqüentemente têm uma relação de similaridade ou analogia física às propriedades dos referentes. Tal *princípio de analogia* que é típico da representação pictorial, mais primitiva, está na origem da maior parte dos sinais e símbolos, e lhes confere uma certa iconicidade e transparência denotativa, tornando seu significado muitas vezes aparente e claro. Ainda assim, apesar da origem analógica e transparente da maioria dos símbolos desses sistemas visuais, na medida em que constituem linguagens plenas, *princípios lingüísticos* como o da recombinaatividade de unidades mínimas arbitrárias de acordo com regras consensuais sobrepõem-se à iconicidade, tornando a representação do significado no fluxo lingüístico muitas vezes opaca, apesar de abstrata e logicamente precisa. A perda da iconicidade é o preço inevitável da flexibilidade dos sistemas lingüísticos em representar qualquer significado.

Dentre os sistemas lingüísticos visuais há os *artificiais*, como a *semantografia Bliss* (Bliss, 1972; McNaughton, 1985) que é inspirada na ideografia chinesa, e os *naturais* como a *língua brasileira de sinais* (Capovilla, Raphael & Macedo, 1998). A semantografia Bliss representa diretamente os significados (semanto + grafia) por meio de símbolos de três tipos: os *pictoriais*, cuja forma física é análoga à do referente representado; os *ideográficos*, que têm uma relação ideacional com o significado; e os *arbitrários*. Substantivos concretos e verbos manifestos podem ser representados eficazmente por semantogramas pictoriais, cuja forma física é análoga às dos referentes por eles representados. Já substantivos abstratos e verbos internos não podem ser representados eficazmente de maneira pictorial, mas precisam ser representados de modo ideográfico, sendo sua forma relacionada ao significado de maneira apenas ideacional e abstrata. Finalmente, relações lógicas e matemáticas são representadas por símbolos abstratos. Apesar de seu refinamento, quando implementada em tabuleiros de madeira, a semantografia Bliss padece de uma série de limitações, a começar pela dificuldade em ampliar os tabuleiros incluindo novos símbolos para representar novos significados. Dada a complexidade lingüística da semantografia, a criança tende a depender excessivamente de características incidentais como a posição do símbolo no tabuleiro, sua coloração de fundo e a palavra escrita associada. Quando privadas dessas características de suporte, apesar de sete anos de experiência prévia com tais tabuleiros, as crianças que examinamos tendem a identificar apenas 5-50% dos semantogramas, quando solicitadas. Em contraposição à sua insatisfatória implementação tradicional em tabuleiros de madeira, desenvolvemos um sistema de multimídia para CA que implementa a semantografia Bliss com voz digitalizada, bem como um sistema computadorizado para o ensino sistemático dessa semantografia, com eficácia comprovada experimentalmente em paralisia cerebral (Capovilla et al., 1997).

As línguas de sinais constituem linguagens plenas, com unidades mínimas arbitrárias (quiremas, do grego *queirós*, ou mão) que se recombina conforme regras de morfologia e de sintaxe espacial. Tais unidades incluem a articulação da(s) mão(s), o local da articulação no espaço de sinalização em relação ao corpo, o movimento envolvido no plano de sinalização, seu sentido e forma

geral, e a expressão facial associada. Embora a língua de sinais seja um sistema lingüístico natural receptivo-expressivo para o surdo congênito, seus sinais podem constituir um sistema de CA expressiva para o ouvinte que perdeu a habilidade motora de articular a fala, e receptiva para o surdo pós-lingüístico cuja língua primária era originalmente a oral-aural. Nesses casos, quando os sinais dessa língua não são aprendidos naturalmente durante a janela de desenvolvimento lingüístico dos 2-6 anos, mas sim posteriormente como um sistema de CA, quanto maior a transparência denotativa dos sinais da língua de sinais, tanto maior a facilidade de processamento receptivo e expressivo em seu uso funcional como recurso pragmático de comunicação. Uma documentação cuidadosa de mais de 3500 sinais da língua brasileira de sinais pode ser encontrada no *Dicionário da língua brasileira de sinais* (Capovilla & Rafael, no prelo) em forma de livro impresso e de CD ROM com animação gráfica e busca por características morfológicas dos sinais. No dicionário cada um dos sinais é desenhado em seqüências ilustrando os estágios dos movimentos envolvidos. À esquerda de cada sinal há a ilustração naturalística de seu significado e, à direita, sua escrita no sistema visual direto *SignWriting* (Sutton, 1997, 1999). Além disso, abaixo de cada ilustração há uma definição e uma descrição morfológica de cada sinal, além da ilustração de seu uso lingüístico. Um levantamento experimental da iconicidade dos sinais dessa língua pode ser encontrado em Capovilla, Sazonov et al. (1997). Tal trabalho de pesquisa e documentação resultou num sistema de CA lingüístico visual baseado nos sinais da língua brasileira de sinais chamado *SignoFone* (Capovilla, Macedo et al., 1998), para surdos com SDMF.

### Sistemas de CA lingüísticos fônicos

Diferentemente dos sistemas lingüísticos visuais que representam diretamente o significado por referência analógica às suas propriedades visuais, os *sistemas lingüísticos fônicos* representam o significado indiretamente, por meio do mapeamento do som de parte(s) da palavra falada que o designa. Dentre todas as estratégias fônicas, uma das mais antigas é a *rebus* (Morais, 1995). Robinson

(1995) relata seu uso já entre os sumérios e os egípcios. Embora a estratégia rebus use desenhos, o significado por eles representado não pode ser obtido diretamente por inspeção visual, mas apenas pela mediação da fala (interna ou em voz alta) que designa esses desenhos. Por exemplo, a idéia de *solver* (i.e., dissolver) pode ser representada por meio do seqüenciamento dos desenhos de um *sol* e de um *olho enxergando* algo (i.e., *sol + ver*), embora o significado representado não tenha qualquer relação com a estrela de nosso sistema solar ou a optometria. Obviamente, o emprego de tal estratégia depende do desenvolvimento e preservação de habilidades fonológicas, e constitui uma espécie de exercício para o aprimoramento e/ou reabilitação de tais habilidades. Indo além da primitiva estratégia rebus, os fonogramas astecas, os silabários japoneses e os alfabetos fenício e greco-romano foram mapeando a fala em níveis cada vez mais refinados ao longo da história da evolução da escrita, permitindo a consecução de níveis de consciência fonológica cada vez mais refinados.

Como a escrita alfabética mapea a linguagem oral-aural, os sistemas de CA fônicos são especialmente apropriados para pessoas ouvintes cujos distúrbios são de natureza motora, e não lingüística. Ou seja, tais sistemas fônicos não são apropriados para afásicos ou aléxicos ou surdos, mas para paralisados cerebrais alfabetizados ou cujos pré-requisitos à alfabetização já tenham sido desenvolvidos por experiência prévia com sistemas de CA pictoriais, especialmente aqueles com voz digitalizada. Conforme demonstramos experimentalmente (Capovilla, Gonçalves et al., 1998), quando a criança tem a experiência de, por meio da seleção e combinação de itens ao computador, produzir fala audível com seu sistema de CA, apesar de sua incapacidade de articular fala externa, tal experiência tende a fortalecer sua fala interna. Conforme demonstrado alhures (Capovilla, Macedo & Duduchi, 1998) a operação sistemática do sistema de CA com voz digitalizada produz no ouvinte a estruturação e o fortalecimento do raciocínio lingüístico da criança e de sua fala interna. Como todo sistema de CA assistido é uma espécie de escrita, e como a escrita é sempre um sistema secundário baseado num primário (i.e., a fala interna para o ouvinte e a sinalização interna para o surdo), a experiência com um sistema de CA com

voz digitalizada produz o fortalecimento da fala interna que, por sua vez, aumenta a eficácia do uso do sistema de CA para produzir mensagens completas e para aprender a ler e escrever. Assim, o sistema de CA pictorial deve incorporar desde o início a voz digitalizada. Isto levará ao desenvolvimento de habilidades fonológicas e lingüísticas da criança, que facilitará sua transição do pictorial ao lingüístico fônico, levando à sua alfabetização plena. Nesta fase de substituição do sistema de CA do pictorial ao lingüístico fônico, é especialmente importante administrar à criança procedimento de treino de consciência fonológica (Capovilla & Capovilla, 1998a).

**Sistemas de CA como recurso psicopedagógico para a alfabetização: transições nas crianças ouvinte (do pictorial ao alfabético) e surda (do pictorial aos sinais animados, à escrita visual direta, à escrita alfabética)**

Em crianças com SDMF, a CA é um recurso psicopedagógico de vital importância à educação e ao desenvolvimento plenos. Um dos objetivos últimos e critérios da eficácia da CA é levar a criança a alfabetizar-se e a empregar a escrita alfabética como recurso principal de comunicação. De fato, quando as funções cognitivas que constituem pré-requisitos à alfabetização desenvolvem-se como fruto de um bem-sucedido trabalho de CA, eventualmente complementado por um treino de consciência fonológica (Capovilla & Capovilla, 1997a), cedo ou tarde a própria criança eventualmente irá manifestar interesse em substituir os pictogramas, símbolos e sinais — empregados inicialmente para lograr o estabelecimento e desenvolvimento de sua comunicação — pelas palavras, sílabas e grafemas da escrita alfabética da cultura em que vive. Assim, na criança com SDMF, a substituição dos semantogramas, pictogramas, símbolos e sinais inicialmente empregados pela escrita constitui um dos maiores marcos do sucesso da CA como um instrumento psicopedagógico para a promoção do desenvolvimento cognitivo e lingüístico da criança. A ênfase na escrita alfabética, no entanto, precisa ser melhor qualificada quando se considera o caso do surdo com SDMF

Consideremos um surdo congênito sinalizador que, em decorrência de uma lesão medular, torna-se tetraplégico e incapaz de articular os sinais de sua língua. Usualmente tal surdo teria poucas alternativas senão abrir mão dos sinais de sua língua e engajar-se num prolongado tratamento destinado a aprender a articular a fala. Em circunstâncias normais isto já é bastante difícil e trabalhoso, e a depressão resultante da perda de movimentos só tende a aumentar ainda mais esta dificuldade. Além disso, pertencendo a uma comunidade de surdos sinalizadores, seria importante que ele continuasse a comunicar-se a partir dos sinais de sua língua. Pensando nisto, desenvolvemos o sistema de CA lingüístico visual baseado nos sinais dotados de animação gráfica do *Dicionário da língua brasileira de sinais*. O sistema de CA *SignoFone* (Capovilla, Macedo et al., 1998) para surdos com SDMF permite a comunicação entre surdos e entre surdos e ouvintes. Nele os sinais animados podem ser selecionados diretamente por mouse e tela sensível ao toque ou indiretamente por varredura automática e dispositivos sensíveis ao piscar e a movimentos discretos. As mensagens em sinais assim compostas podem ser cifradas da língua brasileira de sinais para a língua americana de sinais, bem como para o português e o inglês falados e escritos e, então, impressas, soadas com voz digitalizada, ou enviadas por rede local e, em breve, também por Internet. Além das ilustrações dos sinais com animação gráfica, o sistema *SignoFone* também incorpora a escrita visual direta dos mesmos sinais com base no sistema *SignWriting* (Sutton, 1997, 1999). Uma explicação detalhada da importância de tal escrita visual direta de sinais para o desenvolvimento lingüístico e cognitivo da criança surda pode ser encontrada em Capovilla et al. (1999); Capovilla, Raphael, Shin et al. (1999).

Conforme explicado acima, o uso psicopedagógico dos sistemas de CA deve sempre objetivar levar a criança com SDMF do pictorial ao lingüístico, culminando no uso da *escrita* como principal recurso de comunicação e desenvolvimento cognitivo. Se a criança com SDMF for ouvinte e não tiver distúrbios fonológicos demasiadamente severos, a escrita almejada é a alfabética. Como a escrita alfabética mapea os sons da fala e como a criança ouvinte tem acesso a esses sons, há uma continuidade entre as propriedades formais da fala

com que a criança se comunica e pensa e as da escrita alfabética. Tão forte é tal relação entre a fala interna e a escrita que, na fase alfabética (Frith, 1985, 1990) de aquisição de leitura e escrita, a criança tende a escrever como fala (i.e., por codificação fonológica estrita, sem acesso ao léxico ortográfico ainda incipiente), cometendo assim erros de regularização fonológica. Tirando vantagem da relação entre a fala e a escrita na criança ouvinte, numa série de estudos de intervenção com pré-escolares e escolares de escolas particular (Capovilla & Capovilla, 1997a) e pública (Capovilla, Capovilla & Silveira, 1998), e de crianças com paralisia cerebral (Capovilla, Capovilla, Silveira et al., 1998), demonstramos que um breve treino de consciência fonológica pode produzir notáveis progressos em habilidades fonológicas, de leitura e de escrita. A propósito, tais progressos são ainda mais facilmente documentáveis agora que desenvolvemos testes cognitivos computadorizados de compreensão auditiva e de texto (Capovilla & Macedo, 1999), bem como de competência de leitura silenciosa (Capovilla, Macedo, Capovilla & Charin, no prelo), baseados nos modelos mais refinados da neuropsicologia cognitiva (Braibant, 1997; Khomsi, 1997), que são especialmente apropriados para avaliar o desenvolvimento de diferentes rotas cognitivas de leitura em crianças com paralisia cerebral. Este teste de competência de leitura, por exemplo, é capaz de determinar em que fase do desenvolvimento da leitura e escrita a criança com SDMF se encontra (i.e., se na logográfica, na alfabética, ou na ortográfica, cf. Frith, 1985, 1990), permitindo assim identificar quais as habilidades específicas que devem ser desenvolvidas para a completa alfabetização da criança. De qualquer modo, há farta evidência de que, na criança ouvinte, a aprendizagem da leitura e escrita leva a uma dramática reorganização cognitiva e lingüística, que retroage muito favoravelmente sobre a fala. Por outro lado, se a criança com SDMF for surda, para que seu desenvolvimento lingüístico em sinais se beneficie da aprendizagem da escrita, a criança precisará de um estágio adicional e anterior de aprendizagem de leitura e escrita, em que uma escrita diferente é usada, não alfabética mas sim baseada na representação visual direta dos sinais. O sistema de escrita visual direta de sinais *SignWriting* faz pelo desenvolvimento lingüístico em sinais da criança surda o mesmo que a escrita alfabética faz pelo desenvolvimento lingüístico da fala na ouvinte. O

desenvolvimento meta-lingüístico por ela propiciado auxilia no uso da língua de sinais como meta-linguagem para a melhor aquisição da leitura e escrita alfabéticas.

Consideremos uma criança surda congênita e filha de pais surdos, que tem na língua brasileira de sinais sua linguagem materna primária adquirida naturalmente nos intercâmbios primevos com sua comunidade sinalizadora. Assim como a criança ouvinte pensa e expressa-se em palavras e usa com sucesso sua fala interna em auxílio à sua escrita alfabética, a surda pensa e expressa-se em sinais e tenta usar sua sinalização interna em auxílio à sua escrita. Como as unidades da escrita alfabética (grafemas) mapeam as unidades sonoras lingüísticas da fala (fonemas), e como a criança surda não tem acesso aos sons da fala, as propriedades formais (quiereimas) da sinalização interna são de auxílio limitado à aquisição da escrita alfabética. A descontinuidade entre as propriedades formais da língua de sinais, com que a criança surda pensa e se comunica, e as da escrita alfabética com que se espera que se comunique por escrito já desde o início, torna o empreendimento da aquisição de leitura e escrita muito mais difícil. Na criança ouvinte, a aquisição do sistema secundário de escrita alfabética produz uma expansão da capacidade de processamento e da memória de trabalho Capovilla, Nunes, Macedo et al. (1997), e uma reorganização cognitiva e lingüística que se reflete em maravilhosos progressos em sua linguagem oral e, no caso da criança com SDMF, em seu manejo de sistemas de CA baseados na escrita alfabética. Do mesmo modo, a aquisição do sistema de escrita visual direta dos sinais pela criança surda produz uma reorganização cognitiva e lingüística equivalente, que se reflete em maravilhosos progressos em sua língua de sinais e, no caso da quela com SDMF, em seu manejo de sistemas de CA baseados na escrita visual direta dos sinais de sua língua.

Como nossos sistemas contêm simultaneamente diferentes bancos de pictogramas, sinais, símbolos, palavras e sílabas, a própria criança pode escolher a qualquer momento o tipo de banco que prefere usar. Em qualquer momento, o sistema que a criança mais usa torna-se o principal e os outros, secundários e terciários por ordem de uso. Por uma questão de identificação com seu grupo lingüístico, é natural que, após suas experiências iniciais com um

sistema pictorial mais elementar, a criança surda venha a substituir progressivamente os pictogramas pelos sinais animados da língua de sua comunidade (*Signo Fone*). À medida em que isto ocorre e que o sistema pictorial for sendo menos e menos acessado, ele vai cedendo lugar na hierarquia dos bancos do sistema. Logo, ao lado do banco de sinais com ilustrações animadas, a criança começará a explorar o banco dos mesmos sinais escritos em *Sign Writing*. Como esta escrita visual direta dos sinais tem uma recombinação superior à das ilustrações, ela permite atingir um maior grau de abstração e refinamento lingüístico. Ainda assim, cedo ou tarde a criança perceberá que, embora a comunicação baseada em sinais animados e escritos seja muito satisfatória e eficaz com sua comunidade lingüística de surdos sinalizadores, o mundo é mais amplo, e que a maior parte da comunicação se dá pela escrita alfabética. Neste ponto, desde que o banco apropriado lhe seja tornado acessível, e movida por sua própria curiosidade exploratória, a criança começará a manipular ludicamente as palavras da escrita alfabética, suas sílabas e letras. No entanto, como esta criança não ouve, os arranjos sonoros (palavras e pseudopalavras) produzidos pela manipulação das sílabas pela criança não podem funcionar como conseqüência lúdica para a manutenção de seu comportamento de manipular exploratoriamente tais sílabas. Aqui também cabe à professora um papel de importância essencial para assegurar que o comportamento de manipular sílabas e compor palavras e mensagens em escrita alfabética tenha conseqüências sociais tão significativas para a criança surda quanto o de manipular sinais animados e compor mensagens em escrita visual de sinais.

Este artigo apenas comentou sobre uma pequena parte dos frutos de uma década de trabalho intenso de pesquisa e desenvolvimento de recursos de hardware e software para CA de pessoas com SDMF. Nesta breve retrospectiva, percorrendo os diversos sistemas específicos, os variados achados experimentais e clínicos com quadros como os de paralisia cerebral, dislexia, surdez e afasias, e os diferentes modelos teóricos pertinentes a cada um dessas diferentes quadros, percebemos que estamos lidando com um todo orgânico, cuja fisionomia e configuração própria conferem um papel especial a cada uma

das centenas de estudos que conduzimos, como pequenas pedras cujos desenhos particulares coalescem naturalmente, revelando inadvertidamente um todo maior: este belo mosaico que é a Neuropsicolingüística Cognitiva Experimental, e a ainda mais bela arquitetura cognitiva que ele faz revelar.

### Referências Bibliográficas

- BADDELEY, A. D. Is working memory working? *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 44, 1-31, 1992
- BERTONI, B., STPFEL, A.M., WENIGER, D. Communicating with pictograms: a graphic approach to the improvement of communicative interactions. *Aphasiology*, v.5, n.4/5, 341-53. 1991
- BLISS, C.. Semantography: one writing for one world. Em H. Dreyfuss, ed. *Symbol sourcebook: an authoritative guide to international graphic symbols* p. 22-3. New York: McGraw-Hill 1972
- BRAIBANT, J. M. A decodificação e a compreensão: dois componentes essenciais da leitura no 2º ano primário. In: GRÉGOIRE, J., PIÉRART, B.(Eds.), *Avaliação dos problemas de leitura: os novos modelos teóricos e suas implicações diagnósticas*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997, p. 166-87.
- BURGEMEISTER, B., BLUM, L., LORGE, I. *Columbia mental maturity scale*. New York: Harcourt, Brace, Jovanovich., 1971.
- CAPOVILLA, A. G. S., CAPOVILLA, F. C. Treino de consciência fonológica e seu impacto em habilidades fonológicas, de leitura e ditado de pré-3 a 2ª. série. *Ciência Cognitiva: Teoria, Pesquisa e Aplicação*, v.1, n. 2, p. 461-532, 1997.
- \_\_\_\_\_. Consciência fonológica: procedimentos de treino. *Ciência Cognitiva: Teoria, Pesquisa e Aplicação*, v.2, n.3, p.341-88, 1998a.
- CAPOVILLA, A. G. S., CAPOVILLA, F.C., SILVEIRA, F. B. Tratamento de dificuldades fonológicas e de alfabetização em escola pública com nível sócio-econômico baixo. *Ciência Cognitiva: Teoria, Pesquisa e Aplicação*, v.2, n.4, 1998.

- CAPOVILLA, A.G. S. et. al. . Processos fonológicos em paralisia cerebral: efeitos de treino sobre consciência fonológica, leitura e escrita. *Ciência Cognitiva: Teoria, Pesquisa e Aplicação*, v.2, n.3, p.209-52, 1998.
- CAPOVILLA, F. C. O implante coclear como ferramenta de desenvolvimento lingüístico da criança surda. *Revista Brasileira de Crescimento e Desenvolvimento Humano*. (no prelo).
- CAPOVILLA, F.C., et. al. Sistemas computadorizados para comunicação e aprendizagem pelo paralisado cerebral: sua engenharia e indicações clínicas. *Ciência Cognitiva: Teoria, Pesquisa e Aplicação*, v.1, n.1, p. 201-48, 1997a.
- \_\_\_\_\_. Sistemas de comunicação alternativa e suplementar: princípios de engenharia e design. *Distúrbios da Comunicação*, v.9, n.2, p.185-231, 1998.
- \_\_\_\_\_. Sistemas de multimídia: ferramentas para estudar processos cognitivos e próteses cognitivas em auxílio à aquisição de leitura e escrita em paralisia cerebral. In: CAPOVILLA, F. C., GONÇALVES, M. J., MACEDO, E. C. (Eds.) *Tecnologia em (re)habilitação cognitiva: uma perspectiva multidisciplinar*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Neuropsicologia, 1998, p. 328-37.
- CAPOVILLA, F.C., MACEDO, E. C., CAPOVILLA, A. G. S. O processamento de informação no paralisado cerebral e o uso de sistemas de comunicação alternativa como próteses cognitivas. *Torre de Babel: Reflexões e Pesquisa em Psicologia*, v.4,n.1, p.161-84, 1997.
- CAPOVILLA, F.C. et. al. Processos verbais de fala interna na codificação de mensagens pictoideográficas por menina paralisada cerebral usando um sistema computadorizado de comunicação. *Ciência Cognitiva: Teoria, Pesquisa e Aplicação*, v.1, n.1, p.141-200, 1997b.
- CAPOVILLA, F.C., GONÇALVES, M.J., MACEDO, E.C. Comunicação alternativa pictoideográfica em paralisia cerebral: efeito do modo (serial x bloco) e do parâmetro temporal de varredura. *Ciência Cognitiva: Teoria, Pesquisa e Aplicação*. (no prelo).
- CAPOVILLA, F. C., et al. Sistema de multimídia para ensino de símbolos Bliss a paralisado cerebral: Explorando processos de aprendizagem direta e emergente I. *Ciência Cognitiva: Teoria, Pesquisa e Aplicação*, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 293-342, 1997c.

- CAPOVILLA, F. C. Comunicação alternativa e facilitadora para as afasias: histórico de pesquisa e aplicação. *Ciência Cognitiva: Teoria, Pesquisa e Aplicação*, v. 1, n. 1, p. 29-80, 1997.
- CAPOVILLA, F.C. CAPOVILLA, A.G.S.. Desenvolvimento lingüístico na criança de dois aos seis anos: tradução e standardização do Peabody Picture Vocabulary Test de Dunn & Dunn, e da Language Development Survey de Rescorla. *Ciência Cognitiva: Teoria, Pesquisa e Aplicação*, v.1, n.1, p.353-80, 1997.
- CAPOVILLA, F.C., GONÇALVES, M.J., MACEDO, E.C.. *Tecnologia em (re)habilitação cognitiva: uma perspectiva multidisciplinar*. São Paulo: Loyola, 1998.
- CAPOVILLA, F.C., et al. Processos verbais de fala interna na codificação de mensagens picto-ideográficas por menina paralisada cerebral usando um sistema computadorizado de comunicação. *Ciência Cognitiva: Teoria, Pesquisa e Aplicação*, v.1, n.1, p.141-200, 1997d.
- CAPOVILLA, F. C., MACEDO, E.C. Testes computadorizados de competência de leitura silenciosa e em voz alta e seu uso para analisar processamentos lexical e perilexical, e testes de compreensão auditiva e de leitura para o diagnóstico diferencial das dislexias. Testando modelos de leitura. Em: P. Mattos (Org.). *Temas em Neuropsicologia*. Sociedade Brasileira de Neuropsicologia, Rio de Janeiro, 1999.
- CAPOVILLA, F.C., MACEDO, E.C., DUDUCHI, M. Sistema de multimídia para comunicação picto-silábica: Análise de seis meses de uso domiciliar de *ImagoVox* por mulher com paralisia cerebral. *Ciência Cognitiva: Teoria, Pesquisa e Aplicação*, v.2, n.3, p.21-112, 1998.
- CAPOVILLA, F.C., et al. Competência de leitura: teorias e sistemas na avaliação de leitura silenciosa e em voz alta. *Ciência Cognitiva: Teoria, Pesquisa e Aplicação*, v. 2, n. 4. (no prelo).
- CAPOVILLA, F.C. et. al. SignoFone: Sistema de multimídia baseado na língua brasileira de sinais para comunicação face a face e em rede por surdos com distúrbios motores. *Ciência Cognitiva: Teoria, Pesquisa e Aplicação*, v.2, n.3, p.161-208, 1998.
- CAPOVILLA, F.C. et. al.. Processamento de informação na memória de trabalho do paralisado cerebral: efeitos de primazia e recência, e natureza da consolidação. *Ciência Cognitiva: Teoria, Pesquisa e Aplicação*, v.1, n.1, p.243-292, 1997e.

- CAPOVILLA, F.C. et. al. Desenvolvimento do vocabulário receptivo-auditivo da pré-escola à oitava série: normatização fluminense baseada em aplicação coletiva do *Peabody Picture Vocabulary Test*. *Ciência Cognitiva: Teoria, Pesquisa e Aplicação*, v.1, n.1, p.381-440, 1997f.
- CAPOVILLA, F.C., RAPHAEL, W.D. *Dicionário ilustrado de Língua Brasileira de Sinais para surdos: ilustração, descrição e escrita visual direta de mais de 3000 sinais usados em São Paulo*. São Paulo: Instituto de Psicologia da USP. (no prelo).
- CAPOVILLA, F.C., RAPHAEL, W.D., MACEDO, E.C.. (Eds.), *Manual ilustrado de sinais e sistema de comunicação em redes para surdos*. São Paulo: Editora Instituto de Psicologia - USP/Dharma, 1998.
- CAPOVILLA, F.C., et al. SignWriting: implicações psicológicas e sociológicas de uma escrita visual direta de sinais, e de seus usos na educação da criança surda. *Espaço: Informativo Técnico-Científico do Instituto Nacional de Educação de Surdos*, 1999.
- \_\_\_\_\_. Dicionário de língua brasileira de sinais: Ilustração e escrita visual direta de 3500 sinais usados por surdos em São Paulo. *Espaço: Informativo Técnico-Científico do Instituto Nacional de Educação de Surdos*, 1999.
- \_\_\_\_\_. A língua brasileira de sinais e sua iconicidade: Análises experimentais computadorizadas de caso único. *Ciência Cognitiva: Teoria, Pesquisa e Aplicação*, v.1, n.2, p.781-924, 1997g.
- \_\_\_\_\_. Validação preliminar da adaptação computadorizada para paralisados cerebrais da Escala de Maturidade Mental Columbia. *Temas sobre Desenvolvimento*, v.6, n.35, p.2-7, 1997h.
- \_\_\_\_\_. Validações preliminares das adaptações computadorizadas, para paralisados cerebrais, do Reversal Test, do Teste de Prontidão para Leitura, e do Teste de Maturidade para Leitura. *Temas sobre Desenvolvimento*, v.6, n.36, p.28-34, 1998.
- \_\_\_\_\_. Validação preliminar da adaptação computadorizada para paralisados cerebrais do teste de vocabulário por imagens Peabody. *Temas sobre Desenvolvimento*, v.7, n.37, p.36-41, 1998.

- DeRENZI, E., VIGNOLO, L. The Token Test: a sensitive test to detect receptive disturbances in aphasics. *Brain*, 85, p. 665-78, 1962.
- DiSIMONI, F.G. *The Token Test for children*. Boston : Teaching Resources Corporation, 1978.
- DUNN, L. L. et al. *Test de Vocabulário em Imágenes Peabody: Adaptación hispanoamericana*. Circle Pines, MN: AGS, 1986.
- EDFELDT, A.W. Reading Reversal Test and its relations to reading readiness. *Research Bulletin from the Institute of Education*, University of Stockholm, 1, 1971.
- FRITH, U. Beneath the surface of developmental dyslexia. In: PATTERSON, K.; MARSHALL, J., COLTHEART, M. (Eds.). *Surface dyslexia: neuropsychological and cognitive studies of phonological reading*. London, UK: Erlbaum, 1985.
- \_\_\_\_\_. *Dyslexia as a developmental disorder of language*. London, UK: MRC, Cognitive development unit, 1990.
- GRÉGOIRE, J. PIÉRART, B. *Avaliação dos problemas de leitura: os novos modelos teóricos e suas implicações diagnósticas*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.
- JOHNSON, R. *The picture communication symbols*, book III. Solana Beach, CA: Mayer Johnson, 1992.
- KHOMSI, A. A propósito de estratégias de compensação em crianças disléxicas. In: GRÉGOIRE, J. , PIÉRART, B. (Eds.), *Avaliação dos problemas de leitura: os novos modelos teóricos e suas implicações diagnósticas* (p. 203-214). Porto Alegre, :Artes Médicas, 1997.
- KUNZ, E. R. *Teste de Prontidão para a Leitura*. Rio de Janeiro: Centro Editor de Psicologia Aplicada, 1979.
- LIGHT, J. Communication is the essence of human life: reflections on communicative competence. *Augmentative and Alternative Communication*, v.13, n.2, p.61-70, 1997.

- MACEDO, E.C., et. al. Versões computadorizadas de testes neuropsicológicos: Teste Boston para diagnóstico diferencial das afasias (Boston-Comp), Teste Boston de nomeação (TBN-Comp) e Teste Token para crianças (Token-Comp). In: F.C. CAPOVILLA, F. C., GONÇALVES, M. J., MACEDO, E. C. (Eds.). *Tecnologia em (re)habilitação cognitiva: uma perspectiva multidisciplinar*. São Paulo: EDUNISC, 1998.
- MAHARAJ, S. *Pictogram ideogram communication*. Canada: The George Reed Foundation for the Handicapped, 1980.
- McNAUGHTON, S. *Communicating with Blissymbolics*. Toronto: Blissymbolics Communication Institute, 1985.
- MORAIS, J. *A arte de ler*. São Paulo: Unesp, 1995.
- MORTON, J. An information-processing account of reading acquisition. In: GALABURDA, A. M. (Ed.) *From reading to neurons*. Cambridge, MA: The MIT Press, 1989, p. 43-68.
- OÑATIVIA, O. V. *Método integral: aprendizaje inicial de la lectoescritura*. Buenos Aires: Guadalupe, 1986.
- \_\_\_\_\_. Educacion especial: la tecnologia computacional en tratamiento de niños com trastornos de lenguaje. *Tiempo*, v. 122, p. 4-9, 1994.
- \_\_\_\_\_. Los métodos holísticos en la alfabetización para el siglo XXI: comparación con otros métodos. *Tiempo*, v. 123, p. 4-15, 1994.
- ROBINSON, A. *The story of writing*. London: Thames and Hudson Ltd, 1995.
- STEELE, R.D., et. al. Computers in the rehabilitation of chronic, severe aphasia: C-VIC 2 cross-modal studies. *Aphasiology*, v. 6, n. 2, p. 185-94, 1992.
- \_\_\_\_\_. Evaluating performance of severely aphasic patients on a computer-aided visual communication system. *Clinical Aphasiology: Conference Proceedings*. Minneapolis, MN, BRK Publishers, p. 46-54, 1987.
- \_\_\_\_\_. Computer-based visual communication in aphasia. *Neuropsychologia*, v. 27, n. 4, p. 409-26, 1989.

SUTTON, V. *Lessons in SignWriting textbook*. 2.ed.. La Jolla, CA: Deaf Action Committee for SignWriting, 1997.

\_\_\_\_\_. SignWriting web site: <http://www.SignWriting.org>. La Jolla, CA: Deaf Action Committee for SignWriting, 1999.

THIERS, V. O., CAPOVILLA, F. C. Avaliação cognitiva de crianças com severos distúrbios motores: versões computadorizadas, normatizadas e validadas de cinco testes de vocabulário, compreensão auditiva, prontidão para a leitura e inteligência geral. IN: P. Mattos (Org.). *Temas em Neuropsicologia*. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Neuropsicologia, 1999.

Von TETZCHNER, S., JENSEN, M.H. *Augmentative and alternative communication: European perspectives*. London: Whurr, 1996.

WECHSLER, D. *David Wechsler test de inteligencia: niños*. Buenos Aires: Paidós, 1991.