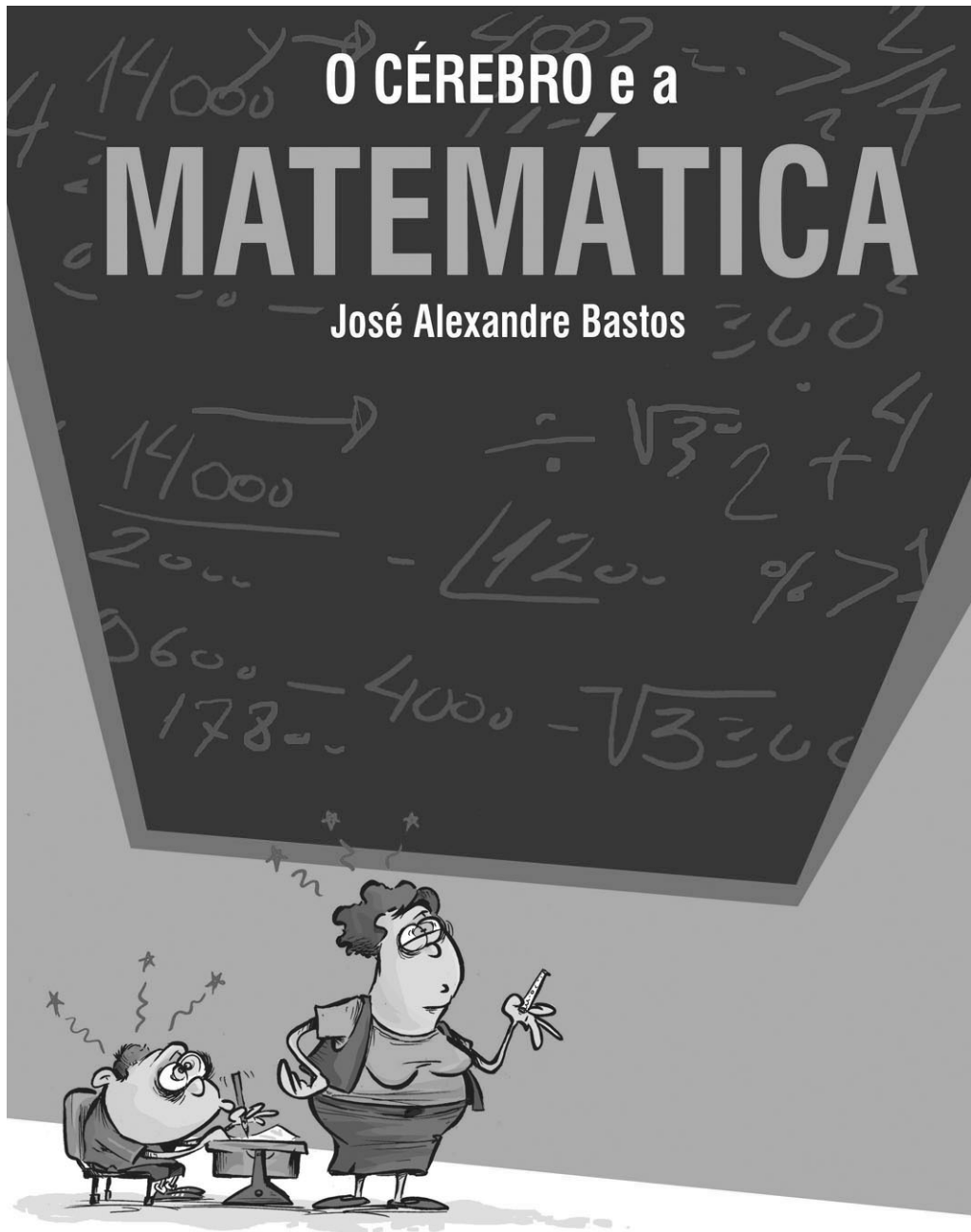


José Alexandre Bastos



*O Cérebro e a Matemática*

**EDITORA**

**AUTOR**

José Alexandre Bastos

**ILUSTRAÇÕES**

Walmir Orlandeli

**DIAGRAMAÇÃO**

Sérgio Magri

# O CÉREBRO E A MATEMÁTICA

1ª Edição

São José do Rio Preto - SP  
Edição do Autor

*José Alexandre Bastos*

## **AUTOR**

José Alexandre Bastos

Doutor em Ciências Médicas. Responsável pelo Serviço de Neurologia Infantil da Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto - SP (FAMERP). Coordenador do Projeto Gato de Botas.

Título de Especialista em Neurologia Infantil pela Associação Médica Brasileira.  
Membro Titular da Academia Brasileira de Neurologia.

## **Colaboradores**

**Ângela Cecato**

Pedagoga, coordenadora Pedagógica do Projeto Gato de Botas

**José Antonio Cordeiro**

Livre docente (UNESP) em probabilidade e Estatística

**Maria Valeriana Leme de Moura Ribeiro**

Prof. Titular de Neurologia Infantil- FCM UNICAMP

## **DEDICATÓRIA**

A minha esposa

A doce Regina, companheira sempre presente e incentivadora.

Aos meus filhos

Por terem tornado minha missão de pai muito fácil.

Aos meus pais

Meu pai, mestre Alexandre pelos ensinamentos de vida.

“Até às 6h descansa um corpo, até às 8h dorme um porco e até às 10h

Jaz um morto.”

Minha mãe Catharina por sua coragem e por ter colocado a educação  
dos filhos em primeiro lugar.

Aos meus netos

Pelo prazer de assistir com mais paciência suas traquinagens.

## SUMÁRIO

Prefácio .....	8
Apresentação .....	10
Capítulo 1.	
A História da Matemática .....	13
Capítulo 2.	
O Cérebro, o processamento numérico e o cálculo.....	25
Capítulo 3	
O desenvolvimento das habilidades em Matemática .....	35
Capítulo 4	
Genética, amadurecimento cerebral e a Matemática.....	51
Capítulo 5	
Bases Neuropsicológicas.....	55
Capítulo 6	
O Cérebro e as dificuldades em matemática .....	63
Capítulo 7	
Situações clínicas associadas com dificuldades em Matemática .....	107
Capítulo 8	
Diagnóstico.....	131
Capítulo 9	
Intervenção Psicopedagógica .....	139

## **PREFÁCIO**

Existe carência de investimentos, informações e pesquisas a respeito dos processos de aprendizagem da matemática, no referente ao ritmo de aquisições, da adequação com a idade, do entendimento e processos de memorização. Neste aspecto o autor insere conhecimentos do desenvolvimento evolutivo da quantificação no lactente. A leitura agradável assessorada pela idéia louvável do conjunto de ilustrações cuidadosamente inseridas, imprime vivacidade nas informações a respeito da história dos símbolos, egípcios, hindus, da cultura primitiva dos povos.

Nos capítulos 2, 3 e 4 oferece ao leitor informações essenciais envolvendo fatores biológicos, genéticos, estruturais, ambientais que interferem concretamente na essência do aprendizado. No capítulo 5 apresenta conhecimento e ilustrações através de imagem favorecendo solidificação das bases neuropsicológicas. No capítulo 6 embasado no estudo de 2773 crianças em idade escolar da cidade de São José do Rio Preto (Estado de São Paulo) alunos de 29 escolas, municipais e particulares, repassa conclusões claras a respeito dos seus achados sempre voltado às habilidades no raciocínio matemático.

Amplia as informações com dados na literatura nacional e internacional, referentes às dificuldades e distúrbios no aprendizado da matemática com destaque na discalculia, abordando também dislexia, dispraxia construtiva, orientação espacial e disprosódia. Esses achados são discutidos em diferentes anormalidades neurológicas como na epilepsia, Síndrome de Turner, Síndrome alcoólica, Síndrome de Williams-Beuren, no distúrbio do déficit de atenção com hiperatividade, em crianças nascidas com baixo peso, entre outras (capítulos 7 e 8). Valoriza incansavelmente os

*José Alexandre Bastos*

conhecimentos, ordena idéias para valorizar as ações psicopedagógicas recomendadas por Ângela Cecato. Sinaliza também a importância da viva interação criança-pedagogo no cotidiano, concreto nas abstrações, nas estratégias facilitadoras do raciocínio matemático.

Concluindo, José Alexandre Bastos, busca dedicação e eficiência ao tema, não somente oferecer relevantes conhecimentos sobre o cérebro (estrutura, função, circuitos, linguagem, memória, comportamento, motivação, atividades associativas) como os desafios e estratégias corretivas das tarefas que compõem a progressão, a independência no aprendizado da matemática, procurando recuperar a auto-estima geral da criança escolar.

**Maria Valeriana Leme de Moura Ribeiro**

Prof. Titular de Neurologia Infantil- FCM UNICAMP

## **APRESENTAÇÃO**

Em um mundo, cada vez mais competitivo, o aprendizado da leitura, escrita e matemática é fundamental para que o indivíduo participe do mercado de trabalho. Os temas implicam o envolvimento de profissionais de diversas áreas, tais como: medicina, psicologia, fonoaudiologia, pedagogia, além do interesse por parte dos educadores, professores, pais e governo, devendo ser encarado como um problema suprapartidário.

As pesquisas e publicações sobre os distúrbios do aprendizado da leitura e escrita se avolumaram nas últimas décadas, no entanto, as dificuldades em matemática são menos estudadas e os neurologistas têm lhes dado atenção limitada, mantendo-se afastados ou pouco motivados pelo tema.

Não saber matemática, parece “incomodar” menos do que ter dificuldades em leitura e escrita, sendo a matéria nos diferentes patamares do aprendizado considerada difícil por todos; aprender, compreender, raciocinar e saber matemática não raramente parece ser um privilégio de poucos indivíduos; não se leva em conta o pensamento de Aristóteles: “Os inábeis na manipulação das pedras são enganados pelos hábeis no cálculo”

O acesso à matemática, de forma mais abrangente, só aconteceu há pouco tempo, no entanto, em países com grandes desníveis sociais como o Brasil, este aprendizado é muito comprometido, sendo uma das importantes causas de retenção escolar.

Entretanto nem tudo é sombrio; novos conhecimentos sobre o funcionamento cerebral durante o cálculo e o raciocínio matemático foram adquiridos e o papel das diversas áreas cerebrais tem se tornado cada vez mais claro em virtude do melhor

*José Alexandre Bastos*

embasamento neurofisiológico, das constatações através da ressonância magnética funcional, da tomografia com emissões de pósitrons e da neurogenética.

A neuropsicologia avança para o amplo e melhor entendimento, colaborando no diagnóstico e no tratamento das diversas situações que dificultam o seu aprendizado.

Vários motivos nos levaram a escrever este livro que pretende cobrir uma lacuna na literatura médica no Brasil, que tem várias publicações sobre os distúrbios de aprendizado, mas com o tema Matemática, pouco divulgado; longe está a pretensão de esgotar o assunto e sim colaborar com médicos, Psicólogos, Psicopedagogos e Professores para melhorar o atendimento destas pessoas com dificuldades no aprendizado da Matemática.

A convivência com crianças com mau rendimento escolar levou à observação que, além das dificuldades de leitura e escrita, existe com frequência um baixo desempenho em matemática, sem entretanto preocupar pais e professores.

Outro aspecto é que a criança originada de classe econômica mais baixa tinha com mais frequência pior desempenho.

A falta de um protocolo padronizado nos estimulou a propor um, que possa ser aplicado com facilidade por profissionais de diversas áreas e finalmente as palavras de Ruth Shalev citadas abaixo:

*“O papel do médico no manejo dos distúrbios do aprendizado de matemática se estende além da fase de diagnóstico. Com sua autoridade, é a pessoa mais indicada dentro de uma equipe interdisciplinar, para discutir com os pais a natureza e conseqüências do déficit cognitivo que afeta a criança.”*

## *O Cérebro e a Matemática*

Para finalizar, é necessário registrar que escrever uma tese ou um livro é na realidade um trabalho de equipe em que o autor é apenas uma parte da engrenagem, as pessoas envolvidas são tantas que é natural que eu faça alguma omissão, a estas desde já peço perdão.

Não posso deixar de agradecer a saudosa Ana Piovesana que num intervalo de congresso me disse: “Bastos em vez de fazer uma tese sobre Neuropsicologia (que era a proposta inicial) porque não sobre matemática”?

Agradecer aos membros da Banca examinadora Dra. Newra Rotta, Dra. Maria Valeriana, Dr. Erasmo Casella, Dr. Ayrton Moscardini e Dr. Waldir Tognola, este meu orientador, incentivador e companheiro no Instituto de Neurologia desde 1975, ao Dr. Moacir Borges este sim um matemático e que tanto colaborou e incentivou este trabalho.

A ajuda da Dra. Newra nas correções da tese e depois com o honroso convite para integrar o grupo de colaboradores do seu livro, é impossível quantificar meu agradecimento, assim como a Dra. Maria Valeriana fazendo uma ponte São José do Rio Preto- Santos com suas correções e sugestões para este trabalho.

Ao Erasmo Casella por seu convite para falar sobre o tema em diversas ocasiões.

A Simone Capellini e Sylvia Ciasca pelas diversas vezes que estivemos juntos e a abertura dada para a “prima pobre da Dislexia”.

A opção de tornar o livro mais leve justifica as charges e aí entra a genialidade do Orlandeli com as ilustrações, o acabamento final ao Sérgio com sua enorme disponibilidade.

Todos esses fatos foram de grande valor para que eu desse início a esta empreitada, o tema é empolgante e as lacunas deixadas neste livro espero preenchê-las no futuro.



# CAPITULO 1

## HISTÓRIA DA MATEMÁTICA

## HISTÓRIA DA MATEMÁTICA

Os cálculos sempre fizeram parte do cotidiano do homem. Ao caçar ou pescar, faziam-se marcas em ossos de animais ou pedaços de madeira, quantificando os resultados (Figura 1).



Figura 1. Homem pré-histórico fazendo marcas correspondentes à quantidade de animais abatidos.

Com a evolução e organização das comunidades, houve o desenvolvimento da agropecuária, com conseqüentes “sobras” de produtos, surgindo o livre comércio com racionalização do trabalho e da produção. Estes fatores tornaram necessárias a criação e viabilização de métodos de cálculo mais práticos; controlar o rebanho de ovelhas, “contando pedras” em que cada pedra correspondia a uma ovelha, já não era suficiente. (Figura 2)



Figura 2. Pastor de ovelhas controlando o rebanho com pedras.

### **A contribuição dos vários povos para a evolução dos números e cálculos.**

#### **Os egípcios**

Aproximadamente no ano 1650 a.C., um escriba egípcio chamado Aahmeru escreveu um papiro, conhecido como papiro “AHMES”, contendo 80 problemas matemáticos resolvidos, relacionados ao dia a dia das pessoas (Figura 3).



Figura 3. Os Egípcios e seus símbolos numéricos.

Com a decifração dos hieróglifos no século XVIII, o sistema numeral Egípcio, também foi desvendado. Basicamente o sistema tem sete números-chave: 1 – 10 – 100 – 1000 – 10000 – 100000 – 1000000. e cada número tem um símbolo correspondente (Figura 4).

1	
10	∩
100	∪
1000	⋈
10000	└
100000	☞
1000000	⋈

Figura 4. Números egípcios e seus respectivos valores.

A ordem dos símbolos não alterava o valor numérico, para representar quantitativamente o número 10111, podia-se “escrever”(Figura 5):

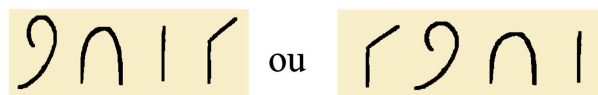


Figura 5. O valor 10111 representado de duas maneiras diferentes.

### **Os romanos**

Os romanos desenvolveram um sistema numérico aproveitando as próprias letras do alfabeto, contendo sete números-chave: I= 1; V =5; X= 10; L =50; C =100; D =500; M =1000 (Figura 6).

Nessa concepção a ordem das “letras” alterava o valor numérico, assim: MCD =1400 e MDC= 1600. Todavia existiam regras adicionais que alteravam o valor do número, assim, um traço em cima da letra o multiplicava por mil.

$$\overline{\text{VI}} = 6000$$

Dois traços em cima da letra o multiplicava por 1 milhão.

$$\overline{\overline{\text{M}}} = 1000000000$$

A execução de cálculos utilizando-se o sistema romano era extremamente complexa; exemplificando imagine-se fazendo o seguinte cálculo:  
MCDXVII x DCCIX ?



Figura 6. Sistema numérico dos romanos.

### **Os hindus**

Na Síria no ano 662, numa reunião em clube científico, o bispo sírio Severus Sebokt fez a seguinte afirmação: “Existem outros povos que também sabem alguma coisa, os hindus, por exemplo, têm valiosos métodos de cálculos. São métodos fantásticos. Imaginem que os cálculos são feitos por meio de apenas nove símbolos”.(Figura 7)

## O Cérebro e a Matemática



Figura 7. Invenção do método decimal pelos hindus.

Os matemáticos continuaram a procurar um sistema mais simples para os números e cálculos. Deve-se aos hindus a descoberta do sistema decimal, que se fundamenta em três princípios:

1- Limitação dos símbolos numéricos em dez; 2- o uso do zero indicando a ausência de força foi introduzido no ano de 876; 3- o princípio no qual o valor numérico muda de acordo com o posicionamento do símbolo dentro da anotação numérica.

(Figura 8)



Figura 8: Os números hindus.

## **Os árabes**

Uma característica árabe era a sua capacidade em absorver, aperfeiçoar e divulgar as descobertas de outras civilizações. Com a matemática não foi diferente.

Al-Mamun, califa de Bagdá, fundou a “Casa da Sabedoria” convidando vários sábios para participar, entre eles Al-Khowarizmi, que escreveu o livro “Sobre a arte hindu de calcular” no ano de 809.

No apogeu cultural árabe e seu período expansionista, os números hindus foram divulgados, passando a ser chamado de números arábicos, o que não faz justiça histórica aos hindus.

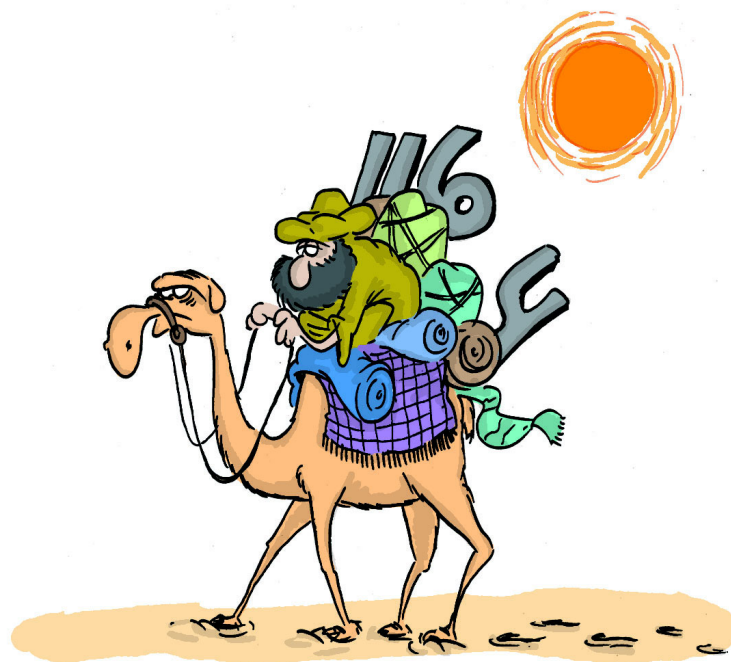


Figura 9. Os árabes começam utilizar e divulgar o método dos hindus.

Os árabes tiveram um papel importante na cultura e na matemática, aperfeiçoando a aritmética, originária da Índia; a Álgebra de fontes gregas, hindus e babilônicas; a trigonometria e a geometria, da Grécia.

## *O Cérebro e a Matemática*

Com o declínio árabe, a Europa que estava em ascensão sócio-político-cultural pôde assumir o papel de liderança dando continuidade ao estudo da matemática.

### **A Matemática entre os povos de cultura primitiva.**

Uma questão interessante é como os povos de cultura primitiva tem resolvido seus problemas numéricos do cotidiano, como contam? Quais seus conceitos de grandeza? Noção de quanto uma coisa é maior que a outra? Suas noções de distância? São capazes de executar cálculos? Lembro que numa ocasião numa pescaria no estado do Mato Grosso ao perguntar ao nosso guia qual a distância onde iríamos pescar a resposta foi: dois tanques e meio de gasolina.

Em outra situação perguntei quanto falta para chegar? A resposta foi: 8 curvas de rio. Os conceitos numéricos dependem da nossa habilidade na linguagem? Atribui-se que os fatos numéricos são armazenados num formato verbal.

Os modernos estudos de neuroimagem funcional demonstram que ao se executar tarefas numéricas áreas cerebrais da linguagem são ativadas; portanto para contar seria necessário conceitos maiores do que três ou quatro, existindo então uma relação entre linguagem e números. Entretanto os estudos de Henschen em 1920 comprovaram que desordens de linguagem e números ocorrem independentemente.

Poucos estudos foram realizados em comunidades de cultura primitiva, um deles há três séculos por John Locke na tribo Tupinambá no interior do Amazonas cuja linguagem para contar se restringia até o número cinco mas que podiam contar mais utilizando-se de seus dedos e os dos outros sujeitos presentes, demonstrando que dar nomes aos números facilita a comunicação mas não impede a compreensão do conceito numérico.

Pierre Pica et cols (1998) estudaram os índios Mundurucus no interior do Pará cujo vocabulário para palavras numéricas vai até quatro ou cinco, estes autores analisaram a habilidade para cálculos exatos e aproximados, através das seguintes tarefas:

- 1- Pediu-se que o índio nomeasse uma cena de 1 a 15 pontos com o intuito de saber o nome dos números no seu vocabulário.
- 2- Teste comparativo: mostrou-se duas faces de um dado e pediu-se que julgasse qual das faces era mais numerosa.
- 3- Avaliação de calculo aproximado: Usou-se um vídeo clipe mostrando um conjunto em que 20 ou mais sementes caíram numa vasilha e depois adicionou-se 30 ou mais sementes, pediu-se que falasse se o total era mais ou menos do que outra cena.
- 4- Teste de contagem com números exatos, utilizando-se um vídeo em que mostrou-se uma conta de 6 sementes menos 4.

Os resultados demonstraram incapacidade para cálculos exatos e uma habilidade para cálculos aproximados semelhantes ao grupo controle. (10 indivíduos franceses).



Figura 10. O homem quantifica desde a pré-história.



*O Cérebro e a Matemática*





## CAPITULO 2

### O CÉREBRO, O PROCESSAMENTO NUMÉRICO E O CÁLCULO

## *O Cérebro e a Matemática*

### **O cérebro, o processamento numérico e o cálculo.**

A aritmética é uma habilidade básica do cérebro humano. Os números fazem parte do nosso cotidiano, números telefônicos, balanços financeiros, senhas bancárias, checagem de velocidade, entre outros. É uma das mais valiosas e importantes invenções da humanidade, sem eles a ciência e a sociedade provavelmente não teriam evoluído.

Existem argumentos afirmando que a habilidade numérica é determinada biologicamente, sendo uma categoria científica de domínio do conhecimento.

O sistema cerebral para números é comparável à diferentes outras áreas cerebrais especializadas, como as responsáveis pelo reconhecimento das cores, discriminação auditivas, sensações gustativas, e outras atividades ligadas às funções corticais superiores.

Nos humanos, a representação interna para quantidades numéricas se desenvolve no 1º ano de vida, servindo de base, mais tarde, para a aquisição de habilidades para o aprendizado dos símbolos numéricos e realização de cálculos.

Existem hoje fortes evidências de que as crianças já possuem habilidades básicas para o desenvolvimento da matemática. Karen Wynn demonstrou que crianças podem realizar cálculos simples em torno dos 6 meses de idade.<sup>(6,7)</sup>

Segundo Lefèvre, Piaget em 1952 criou a teoria do conceito numérico da criança, demonstrando que no período operatório (6- 7 anos) a criança desenvolve o pensamento lógico-matemático. Este é o resultado das fases anteriores, período sensório-motor (até 2 anos) e período pré-conceptual intuitivo (2 a 5 anos). Aebli, a partir destes conhecimentos, desenvolveu um modelo didático para o aprendizado da matemática, dividindo-o em quatro passos:

*José Alexandre Bastos*

O primeiro passo é uma ação concreta que inclui objetivos reais. (por exemplo: Eu tenho cinco maçãs e tiro três, quantas ficam?).

O segundo passo é uma ilustração simbólica da operação matemática. A representação realística é modificada numa forma mais abstrata (por exemplo: se eu apagar três dos cinco círculos desenhados na lousa, quantos ficaram?).

O terceiro passo é a transformação dos símbolos em números com a vantagem da aplicabilidade universal (por exemplo: quanto é 5 menos 3 ?)

O quarto e último passo é a automatização de resultados conhecidos, através da repetição.

## **O CÉREBRO E A MATEMÁTICA.**

A fase especulativa

A teoria frenológica de Gall

Galeno, no ano de 200, afirmou que existiam áreas cerebrais especializadas em diversas funções, entretanto com o domínio romano e o cristianismo tornando-se a religião oficial do Império romano, o pensamento de Santo Agostinho prevaleceu por 1400 anos, atribuindo estas funções à existência de uma alma imortal.

A partir da Idade Média e do Renascimento se concretizaram estudos matemáticos envolvendo conhecimentos referentes a proporções, perspectiva óptica, amplamente utilizada por pintores e escultores (Moura Ribeiro e Gonçalves, 2005).

Segundo Sabbatini, no século XVIII, as funções cerebrais podiam somente ser imaginadas, não existiam métodos comprovadamente científicos a não ser algumas observações em pacientes com distúrbios neurológicos.

## *O Cérebro e a Matemática*

Em 1796, Franz Joseph Gall, médico austríaco, mostrou a sua teoria localizacionista, afirmando que existiam áreas cerebrais responsáveis com funções específicas e que estas podiam ser percebidas pela palpação de saliências e depressões do crânio.

Estava criada a Frenologia (phrenos = mente e logos = estudo) com o trabalho “A anatomia e fisiologia do sistema nervoso em geral e do cérebro em particular”.

Os estudos de Gall foram completados por seu discípulo Johann Spurzheim, que colaborou efetivamente na sua divulgação. (Figura 11)



Fig. 11. Mapa frenológico de Gall, área responsável por cálculo (seta).

*José Alexandre Bastos*

A teoria frenológica gerou polêmicas religiosas e científicas sendo considerada uma forma de charlatanismo. Historiadores relatam que entre os principais inimigos da Frenologia estavam Cuvier, representando o Instituto da França e Napoleão

Bonaparte, que ficou insatisfeito com a interpretação de Gall sobre o referido mapa, pois este não mostrou algumas de suas qualidades.

É surpreendente que quase 200 anos após, uma das áreas cerebrais envolvidas no cálculo matemático foi confirmada pelos estudos com a Tomografia por Emissão de Pósitrons (PET) constatando o envolvimento funcional do córtex pré-frontal do hemisfério dominante durante a realização de cálculos, na localização comparável àquela proposta por Gall e Spurzheim

### **A FASE CIENTÍFICA**

Dois estudos são considerados como os iniciadores desta fase: em 1861 Broca identificou a área responsável pela função expressiva da fala e, em 1874, Wernick demonstrou a área cerebral responsável pela função perceptiva.

Segundo Hein, os estudos para localização das áreas cerebrais envolvidas nos cálculos se iniciaram em 1895 por Röntgen (fotógrafo que descobriu a técnica do Raio X revolucionando a medicina). Em 1908 Lewandowsky e Stadelmann publicaram o estudo de um paciente com déficit em adição e subtração, em que foi constatado em estudo necroscópico um hematoma na região occipital esquerda; seguiram-se os estudos de Henschen (1919), Berger (1926) e Gerstmann (1927) que publicou artigo com o complexo sintomático: anomia para dedos, desorientação direita-esquerda, disgrafia e discalculia.

### *O Cérebro e a Matemática*

Em 1940, o mesmo autor atribuiu estes sintomas à lesão do *gyrus angular* do hemisfério dominante, hoje reconhecida como síndrome de Gerstmann.

Na criança tem sido relatados estudos com a denominação de síndrome de Gerstmann do desenvolvimento; recentemente Suresh e Sebastian estudaram 10 crianças com os sintomas da síndrome de Gerstmann: sinais neurológicos sutis, distúrbio de comportamento e distúrbio de linguagem, propondo intervenção cognitiva intensiva com bons resultados. No Brasil tais conclusões foram confirmadas por Capelini e Ciasca em 2005.

Em 1961 valiosa contribuição foi dada por Cohn, que desenvolveu o primeiro modelo para a compreensão das desordens em cálculos.

Ainda em 1961 Hécaen e cols descreveram os diversos subtipos de discalculia.

### **DISTRIBUIÇÃO HEMISFÉRICA DA HABILIDADE NO PROCESSAMENTO NUMÉRICO.**

Enquanto a representação cerebral para quantidades é conhecida desde 1970, apenas recentemente os estudos neuropsicológicos começaram a investigar a organização cerebral do processamento numérico no cérebro humano. Em 1984 Gazzaniga e cols estudaram pacientes com lesão de corpo caloso ou seccionado cirurgicamente, comprovando que ambos hemisférios têm áreas disponíveis para quantidades e cálculos. Mostraram ainda que ambos hemisférios podem processar números e quantidades existindo pelo menos duas importantes diferenças entre o hemisfério esquerdo e o direito (Figura 12).

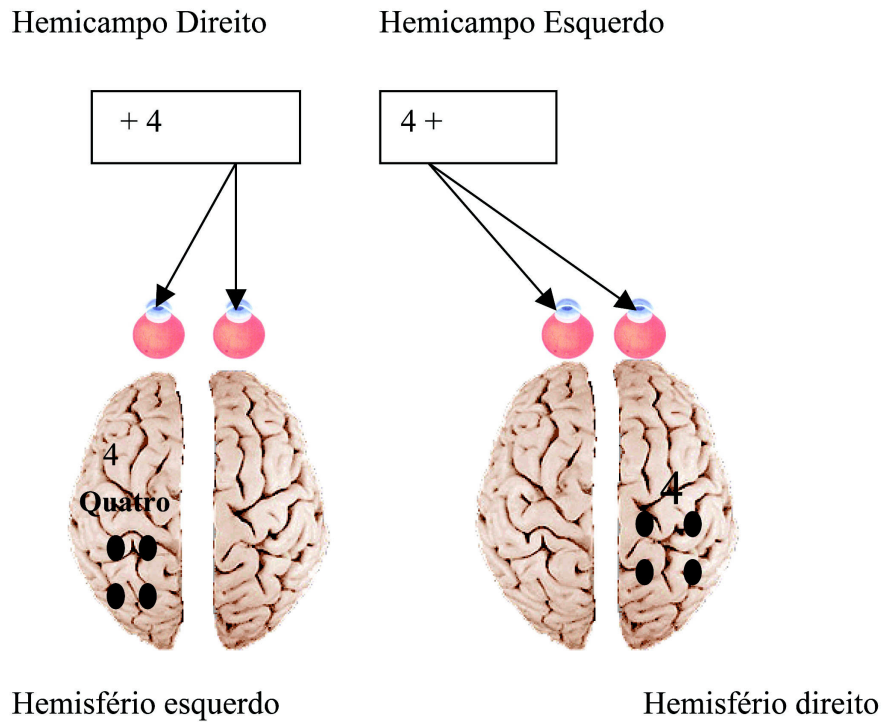


Figura 12. Reconhecimento visual dos símbolos numéricos e palavras numéricas, (Paciente com calosotomia) Cohen e Dehaene (1996)

1. Os números apresentados ao hemisfério esquerdo podem ser nomeados, enquanto ao hemisfério direito, não;
2. Os pacientes podem calcular somente com números apresentados ao hemisfério esquerdo, enquanto fracassam com o direito, mesmo com operações simples.

O único cálculo possível com o hemisfério direito é o de aproximação. Não se pode decidir se  $2 + 2$  é igual a 4 ou 5, mas sabe-se que não é 9.

Do ponto de vista evolutivo maturacional entre os 6 e 12 anos de idade são

## *O Cérebro e a Matemática*

necessários os seguintes requisitos para o aprendizado adequado da matemática:

1) Capacidade para agrupar objetos de 10 em 10; 2) ler e escrever de 0 a 99; 3) saber a hora; 4) resolver problemas com elementos desconhecidos; 5) compreender metade e  $1/4$ ; 6) medir objetos; 7) nomear o valor de dinheiro; 8) medir volume; 9) contar cada 2, 5 e 10; 10) compreender números ordinais; 11) completar problemas mentais simples e 12) executar operações matemáticas básicas.

A habilidade em matemática de um adulto letrado deve incluir: leitura, escrita, produzir e compreender números (nos formatos arábicos e palavras numéricas). Converter números nestes formatos, realizar operações de adição, subtração, multiplicação e divisão, além da capacidade de realização de problemas aritméticos.

As áreas cerebrais envolvidas estão evidenciadas na Fig. 13.

### SUPERFÍCIE SÚPERO-LATERAL DO CÉREBRO

(Modificado de Netter)

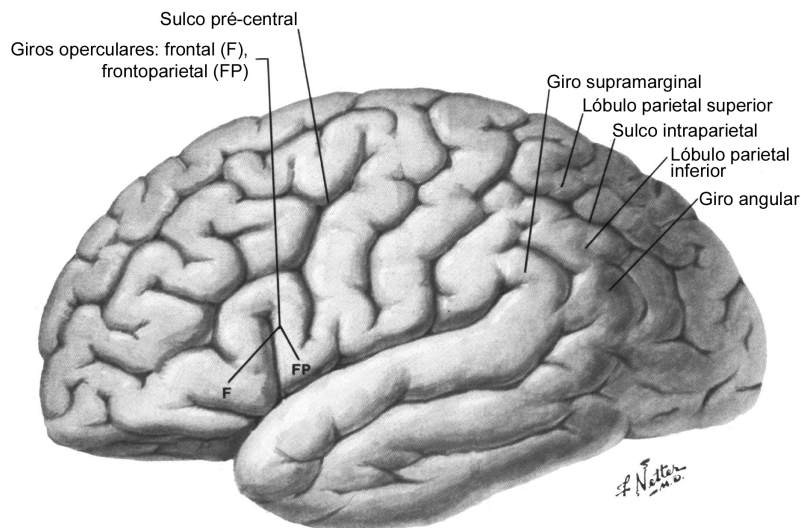


Figura 13. Superfície lateral do cérebro, mostrando as principais áreas envolvidas no cálculo matemático.

**ÁREAS CEREBRAIS ENVOLVIDAS NAS  
HABILIDADES EM MATEMÁTICA.**

REGIÃO CEREBRAL	FUNÇÃO
Hemisfério Direito	Organização viso-espacial
Hemisfério dominante na linguagem	Habilidades lingüísticas
Áreas de associação do hemisfério dominante	Leitura e compreensão de problemas verbais. Compreensão de conceitos e procedimentos matemáticos
Lobos frontais	Cálculos mentais rápidos, conceitualização abstrata, habilidades de solução de problemas, execução oral e escrita de cálculos
Lobos parietais	Funções motoras, uso das sensações tácteis.
Lobo parietal esquerdo	Habilidade de sequenciação
Lobos occipitais	Discriminação visual dos símbolos matemáticos escritos
Lobos temporais	Percepção auditiva, memória verbal de longo prazo
Lobo temporal dominante	Memória de séries, realizações matemáticas básicas. Subvocalização durante solução de problemas

### **IMAGEM CEREBRAL E CÁLCULOS**

Em 1985, Roland e Friberg foram os primeiros a estudar o fluxo sanguíneo regional durante a execução de cálculos matemáticos, demonstrando que as áreas parietais inferiores e o córtex pré-frontal são funcionalmente ativados neste processo.

Os estudos com Tomografia com Emissão de Pósitrons (PET) também documentam a ativação das mesmas regiões.

Estas localizações foram confirmadas usando-se a Ressonância Magnética Funcional (RMf).

A figura 14 documenta as áreas ativadas durante o cálculo matemático

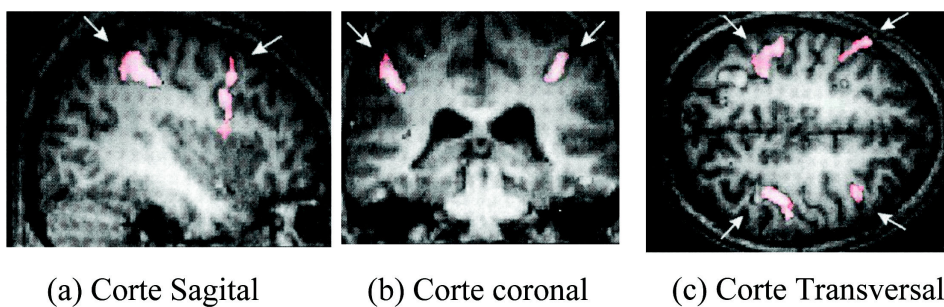


Figura 14. Ativação dos sulcos intraparietais

(a), sulcos postcentrais

(b) e áreas pré-frontais durante cálculo simples(c).



## CAPITULO 3

### O DESENVOLVIMENTO DAS HABILIDADES EM MATEMÁTICA

### **O DESENVOLVIMENTO DAS HABILIDADES EM MATEMÁTICA**

A criança durante o seu desenvolvimento vai se envolver com um mundo numérico, serão contadas histórias infantis como a dos três porquinhos, dos sete anões, vai nomear a própria idade, vai mudar de canal de TV que são na maioria das vezes representados com números, aprenderão jogos utilizando os dados, jogo de dominó entre outras atividades do cotidiano.

Com o passar do tempo vai aprender a compreender e produzir números, somar, diminuir, multiplicar, e dividir, lidar com cheques, extratos, saldos bancários, enfim, com tudo o que envolve o nosso dia a dia.

Foi visto anteriormente que por ocasião do nascimento possuímos as áreas cerebrais específicas para o desenvolvimento destas habilidades, áreas que funcionam em rede e dependem uma das outras, por exemplo, uma pessoa com visão normal vai acionar núcleos subcorticais e suas aferências corticais occipital para identificar números e o deficiente visual vai utilizar sua sensibilidade táctil para identificar os símbolos numéricos em Braille.

Para tal desenvolvimento é necessária a fusão entre as nossas capacidades numéricas específicas com as capacidades cognitivas como a memória de curto e longo prazo, orientação espacial e raciocínio; dentro deste contexto podemos fazer uma correlação entre a consciência fonológica e a consciência numérica de difícil definição, mas que refere-se a fluência e flexibilidade com números, o sentido do significado dos números, habilidade para realizar cálculos matemáticos mentais, olhar para o mundo e fazer comparações (Berch, 1998), sendo importante a criança ter condições de desenvolver tais habilidades na progressão do desenvolvimento e depois sequencialmente passar para o processo de automatização.

É possível demonstrar que nascemos com capacidades matemáticas inatas?

Existem interessantes trabalhos com testes não verbais em lactentes destacando-se os trabalhos de Starkey e Cooper (1980); estes pesquisadores foram os primeiros a estabelecer a capacidade precoce da criança em perceber alterações da numerosidade, utilizando o paradigma da habituação mostraram que aos 4 a 7 meses os bebês percebem alterações lineares de conjuntos de 2 pontos e mais tarde de 3. Os estudos de Karen Wynn, (2000). são direcionados para demonstrar as capacidades aritméticas do bebê, estes são baseados no paradigma habituação/deshabituação da criança, a figura 15 mostra uma cena em que o resultado numérico é o esperado para soma de  $1+1=2$  e outra em que o resultado é impossível  $1+1=1$ , a criança mostra interesse por curto tempo no esperado, enquanto que com o resultado não esperado ela demonstra interesse por maior tempo.

O paradigma de habituação utiliza medida de tempo da fixação do olhar e do reflexo de sucção, a criança com interesse fixa o olhar por mais tempo e suga a chupeta mais rapidamente. (L. Rousselle, 2005)

Como explicar estas competências numéricas precoces?

Meck e Church (1983) desenvolveram um modelo sob a forma de um acumulador para explicar estas habilidades em animais

## O Cérebro e a Matemática

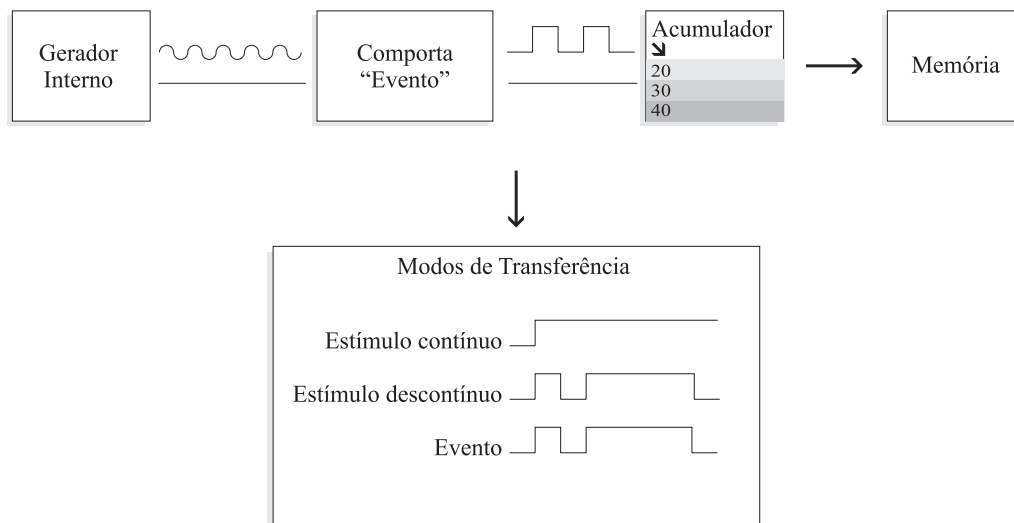


Figura 15 Modelo da comporta mostrando o processo de informação numérica (Meck e Church, 1983)

O gerador interno libera impulsos rápidos e constantes que são transmitidos ao acumulador pela abertura da comporta que pode funcionar com transmissão contínua, descontínua e no modo de evento em que se abre num tempo fixo e breve.

Baseados neste modelo Gallistel e Gelman (1992) e Wynn (1995) afirmam que o bebe aprende a contar utilizando as palavras numéricas, depois desenvolvem a correspondência um a um apontando o objeto no espaço, em que cada objeto enumerado corresponde a um aumento do conjunto.

As palavras numéricas são emitidas numa ordem estável, assim como as magnitudes seguem uma ordem imutável.

A última palavra pronunciada na contagem representa o estado final do acumulador e corresponde a cardinalidade do conjunto.

Simon (1997) propõe uma explicação não numérica ante o “espanto” do bebe diante de um resultado impossível, este autor chama de mecanismo de individualização a capacidade da criação de representações abstratas, em que após o desaparecimento do objeto isto é mantido na memória e poderá com novas representações.

Aos 8 meses o bebe é capaz de raciocinar que dois objetos não podem estar no mesmo lugar ao mesmo tempo assim como um objeto não pode estar em dois lugares diferentes ao mesmo tempo.

Levando o experimento de Wynn (figura 16) a ser interpretado de uma outra forma.

### O DESENVOLVIMENTO DAS HABILIDADES EM MATEMÁTICA

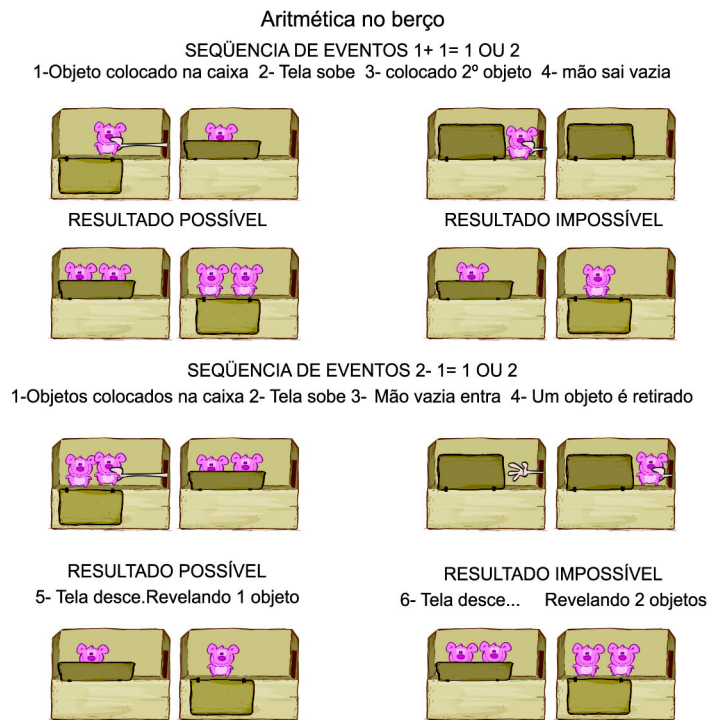


Figura.16. Teste não verbal para avaliação de habilidade em matemática (Wynn,2000).

Tais testes embora possam ser questionados, demonstram que a capacidade matemática está presente muito precocemente.

A partir do momento que testes verbais podem ser aplicados podemos observar o desenvolvimento destas habilidades através das seguintes etapas:

1- Desenvolvimento do conceito numérico,

## *O Cérebro e a Matemática*

2- habilidade para contar

3- desenvolvimento da aritmética (fatos numéricos e procedimentos),

4-comutatividade e associatividade e 5- complementaridade.

O conceito numérico se desenvolve seguindo os seguintes passos:

1- Compreensão do princípio da correspondência do um a um;

2- Compreensão que um conjunto de “coisas” tem representação numérica e que a manipulação do conjunto afeta esta representação;

3- Compreensão que um conjunto de números não precisa ser visível por ex: três toques do sino na igreja;

4- Reconhecimento de pequenos números sem contagem verbal.

No exemplo abaixo, verificamos que independente de cães, maçãs, círculos arranjados ou não, todas cenas representam a quantidade quatro.

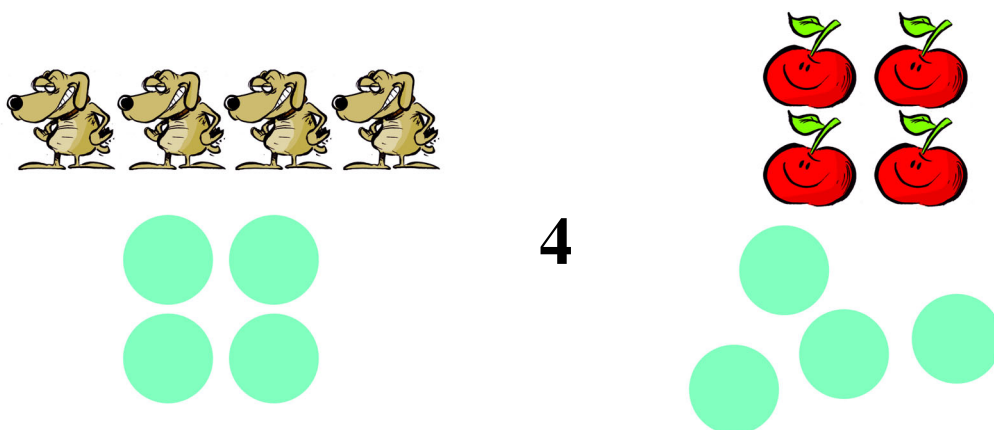


Figura. 17. Conceitos numéricos, independentes da cena o valor numérico se mantém igual.

## **DESENVOLVIMENTO DAS HABILIDADES DE CONTAR**

Esta habilidade se desenvolve a partir do momento em que a criança conta os números como se fossem uma única palavra umdoistrêsquatrocinco, posteriormente vai coordenar a produção de palavras numéricas com os objetos a serem contados um, dois, três, quatro e cinco e que cada objeto será contado uma vez e somente uma, além disso passa a compreender que o processo de contar pode mostrar o número do objeto da cena: Para tal ela usa o princípio da ordem estável, ou seja, o dois vem depois do um, o três depois do dois e por aí adiante, compreende o princípio cardinal, ou seja, quando mostramos cinco objetos iguais (por ex. gatinhos de pelúcia) e pedimos que ela conte, a criança vai contar, um, dois, três, quatro, cinco e responder cinco gatinhos, usando o último número como referência. Se ainda não adquiriu esta habilidade ao ser perguntado quantos gatinhos ? Ela irá contá-los novamente.

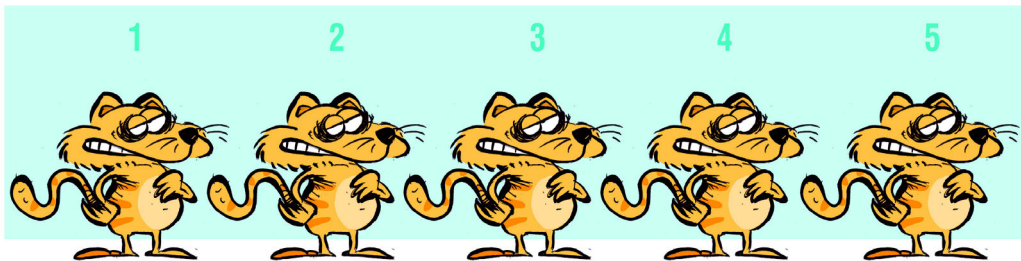


Figura 18. Habilidade para contar no sistema um a um.

### **“SUBITIZING”**

O termo foi introduzido por Kaufman (1949) e é um processo diferente da enumeração, sendo responsável pela resposta rápida (600 ms) para pequena numerosidade e limitado em média no adulto até quatro; portanto a quantificação de cenas com um a quatro objetos é diferente do processo utilizado para quantidades maiores.

## *O Cérebro e a Matemática*

O objetivo é minimizar a necessidade de contagem, existindo estudos demonstrando que os bebês humanos e vários animais dispõem de dois sistemas distintos segundo a quantidade (Corey, 2001; XU, 2003), um para estimativas de grandes quantidades e outro para pequenos, contendo no máximo quatro objetos, no adulto humano manifestado pelo “subitizing”.

Segundo o estudo de Pasini e Tessari (2001) existe uma especialização hemisférica para quantificação em função do tamanho da cena.

O hemisfério direito é responsável pela contagem até 4 e o esquerdo através da enumeração de quantidades maiores.

Nas crianças os estudos sobre o “subitizing” são controversos quanto a sua importância no desenvolvimento das habilidades numéricas, Gallistel (1988) alega que ele não tem papel no desenvolvimento destas habilidades, enquanto Schaeffer, Eggleston e Scot (1974), Klahr e Wallace (1976) afirmam que seria fundamental para a aquisição dos conceitos aritméticos.

Aos 6 anos as crianças normais tem desenvolvido o “subitizing” para 4 objetos, o não desenvolvimento foi encontrado em adolescentes com retardo mental (Freemn e Camos, 2001); Cohen e Dehaene (2004) demonstraram achados semelhantes nas meninas portadoras de Síndrome de Turner.

A outra habilidade em contar é a de se fazer estimativas por ex. acredito que no anfiteatro tenha 200 pessoas assistindo a palestra, os estudos das áreas cerebrais envolvidas e qual o mecanismo cerebral envolvido está em aberto pois poucos estudos existem sobre o tema.

### DESENVOLVIMENTO DA ARITMÉTICA

Inicialmente quando pedimos a criança para contar, por ex., 5 objetos à direita e 3 na esquerda, ela irá contar separadamente as duas cenas independentemente, vai contar um, dois, três e depois um, dois, três, quatro, cinco (a). Posteriormente ela vai contar os três primeiros, e prosseguir com os outros objetos quatro, cinco, seis, sete, oito (b) e finalmente vai contar a partir do maior cinco, seis, sete, oito.(c)

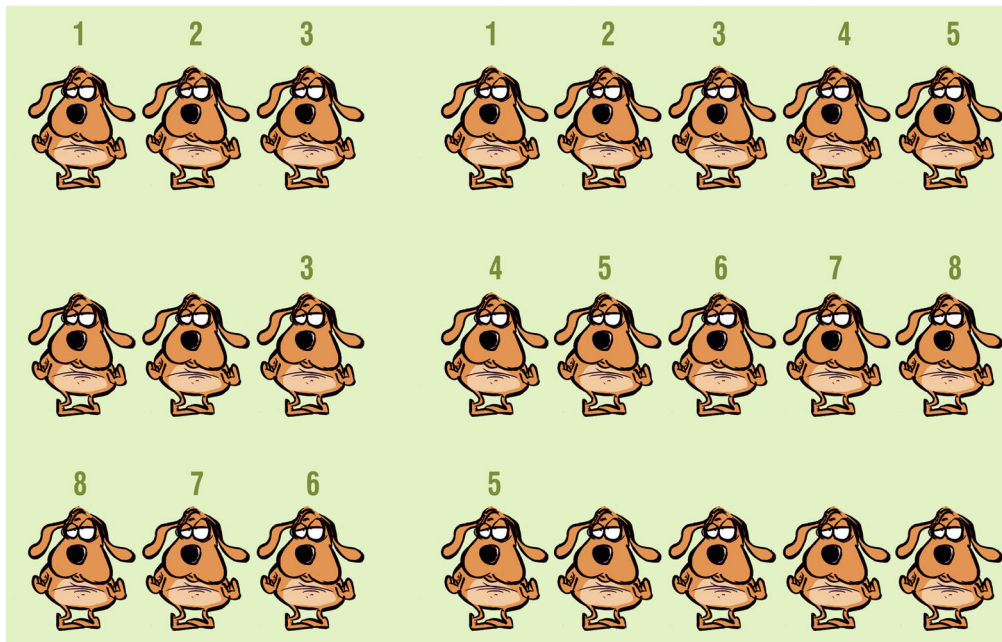


Figura 19. Habilidade para contar em  
a- conta duas cenas,  
b- conta do menor para o maior;  
c- conta do maior para o menor.

### **DESENVOLVIMENTO DOS FATOS ARITMÉTICOS**

Os fatos aritméticos (tabuadas) são armazenados como associações verbais específicas (somar e multiplicar) enquanto a subtração e a divisão exigem outros processos, envolvendo a manipulação de uma representação de magnitude analógica.

O ensino da multiplicação é baseado como se ela fosse uma série de somas, a divisão como uma série de subtrações, sendo que a divisão introduz um novo tipo de número: “os números racionais”.

### **CONCEITOS ARITMÉTICOS**

A criança ingressa na escola com conceitos numéricos informais adquiridos com experiências em contar e calcular, os educadores ainda focam o ensino com exercícios em vínculos numéricos e tabuadas.

Esta estratégia é baseada no trabalho de Thorndike (1922), conhecida como “Lei do Efeito”, este treino deve ser implantado sempre de maneira lúdica e associando-se com aplicações práticas; por exemplo, pode ser dado com a combinação  $5+3$  e o seu resultado 8 utilizando-se diversos instrumentos, incluindo jogos no computador.

Siegler e Shrager (1984) propuseram o “modelo da distribuição de associações” em que a criança pode associar a combinação de números com respostas corretas e erradas, relacionando o problema ( $6+3$ ,  $6 \times 3$ ,  $6-3$ ,  $6 \div 3$ ) e a solução correta (9, 18, 3, 2).

O treino facilita a memorização mais rapidamente, mas a transferência do aprendizado para novos problemas é mais eficiente para o aprendizado do significado (Resnick e Ford, 1981).

### **COMUTATIVIDADE, ASSOCIATIVIDADE**

Esta habilidade é testada com pares de fatos de adição ( $6+3$ ,  $3+6$ ) e fatos de multiplicação ( $6 \times 3$ ,  $3 \times 6$ ), a partir desta compreensão é necessário armazenar na memória de longo prazo, as duas formas.

O aprendizado da criança é feito primeiramente do número menor para o maior, a criança aprende na tabuada de 3 que  $3 \times 6 = 18$  ( $3+3+3+3+3+3=18$ ), mas posteriormente reorganiza a memória para privilegiar que  $6 \times 3 = 18$  ( $6+6+6=18$ ); portanto ela aprende em primeiro lugar as tabuadas com números menores e depois com números maiores. Se simplificássemos as tabuadas a exemplo dos Chineses facilitaríamos seu aprendizado?

### **O PRINCÍPIO DA COMPLEMENTARIDADE**

Piaget (1952) argumenta que a criança não compreende adição ou subtração sem entender a relação entre elas, ou seja, se  $5+3=8$ ,  $8+5=3$  e  $8-3=5$ , alguns investigadores afirmam que esta compreensão se dá entre os 3 e 5 anos (Starkey e Gelman, 1982), enquanto Bryant, Christie e Rendu (1999) acreditam que esta compreensão se dá entre 5 e 7 anos.

A mesmo princípio é utilizado com a complementaridade de multiplicar e dividir; se  $9 \times 3 = 27$  então,  $27 \div 9 = 3$  e  $27 \div 3 = 9$ ; não havendo necessidade de cálculo.

Os dados descritos acima permitem a utilização de uma escala de desenvolvimento das habilidades em matemática sugerida por Butterworth .

No referente a idade pode-se observar-se as seguintes aquisições:

#### **IDADE**

0.0 Pode discriminar números pequenos (Antell e Keating, 1983).

0.4 Pode somar e subtrair um (Wynn, 1992).

0.11 Discrimina seqüências de números crescentes e decrescentes (Brannon, 2002).

### *O Cérebro e a Matemática*

2.0 Começa a aprender seqüências de palavras numéricos (Fuson, 1992).

3.0 Conta alto, pequeno número de objetos (Wynn, 1990).

3.6 Pode somar e subtrair 1 com objetos e palavras numéricas (Starkey, 1982)

Pode usar o princípio cardinal para estabelecer quantidades na cena (Gelman, 1978)

4.0 Pode usar dedos para ajudar a contar (Fuson e Kwow, 1992).

5.0 Pode somar pequenos números sem esta hábil para somar em voz alta.

5.6 Compreende comutatividade de adição e conta a partir do maior (Carpenter, 1982) pode contar corretamente até 40 (Fuson, 1998).

6.0 Conserva números (Piaget, 1952).

Pode contar corretamente até 80 (Bryant et al 1999).

7.0 Lembra alguns fatos de memória.

Com estes conhecimentos é possível avaliar as crianças mais precocemente, com conseqüente intervenção quando necessário. Um instrumento válido é o proposto por Gelman e Gallistel(1978) que foi utilizado por Ruth Shalev e cols em Israel em 2001.

### **BATERIA DE ARITMÉTICA NA PRÉ-ESCOLA**

(Gelman e Gallistel, 1978)

#### 1- Contar

1a- Princípio do um a um; princípio da ordem estável; princípio cardinal

Cinco questões em que se pede para a criança contar o número de

Círculos ou linhas num cenário, que são arrumados de 3 a 14. O escore da criança no procedimento de contar é:

a- Segue o padrão um a um (número para cada objeto)

b- A ordem de contar é estável

c- Compreensão da cardinalidade numérica.

1b- Irrelevância da ordem

*José Alexandre Bastos*

Foi examinada pedindo para criança contar animais de brinquedo (cinco vacas) dispostas em fila na mesa. A ordem das vacas foi mudada primeiro movendo o último animal para frente da fila depois o terceiro para frente da fila. Após cada manipulação era perguntado a criança quantas vacas estavam na fila.

1c- Abstração (Transitoriedade dos números) cenas de objetos de diferentes tamanhos, ou cores, ou figuras foram colocadas em frente da criança e foi pedido para contar o número de objetos na página. Foram feitas três questões, o número de objetos do quadro enfileirados de cinco a sete. O procedimento foi repetido duas vezes com brinquedo reais, usando quatro a cinco brinquedos.

2- Contando palavras e sílabas

2a - Compreensão de numerais

Mostra-se a criança uma cena com três a dez objetos desenhados e pediu-se para colocar o número apropriado na figura.

2b- Escrevendo números

Foram cinco questões nas quais o número foi ditado e pediu-se para a criança escrever o número correspondente (por exemplo 1,4,3,8,6)

2c- Ordem numérica

A criança deve nomear o numeral que precede e segue o número 5.

3- Princípios de raciocínio

3a- Equivalência

Seis blocos foram colocados em frente da criança sendo solicitado para contá-los.

Os blocos foram movimentados para ficarem juntos e na próxima questão, foram colocados um em cima do outro como se fosse uma torre. Para ambas situações foi perguntado “Quantos blocos existem agora .” o mesmo procedimento foi usado

### *O Cérebro e a Matemática*

quando a cor dos blocos foi mudada por um animal de brinquedo substitui o bloco. Pediu-se a criança para dividir os blocos em dois grupos, ambos com o mesmo número de blocos e depois em dois grupos compostos de diferentes números de bloco.

#### 3b- Conceitos de adição e subtração

a. Seis animais de brinquedo foram apresentados e a seguir pede-se a criança para contá-los; b. retira-se um animal e pergunta-se a criança se há mais animais do que antes e pede-se para justificar a resposta c. depois adiciona-se dois animais e repete-se a mesma questão. Na última parte deste teste dois animais foram removidos e pergunta-se a criança se há mais animais.

#### 4- Operações

##### 4a- Compreensão de Símbolos (Numerais) Quantitativos

Pede-se a criança para ler dois numerais (por exemplo 1 e 3). A criança pontua separadamente para a leitura do número e para a resposta correta.

4b- Identidade (Compreensão de quantidades, isto é, com alterações de rearranjos espaciais, alterações de cores e substituições de itens e ou alterações). Dois brinquedos diferentes (vacas e blocos) e de números diferentes (5 e 6) são colocados em frente da criança, pede-se a criança para apontar o brinquedo com o maior número de objetos.

Os brinquedos são então reagrupados em uma pequena área e os blocos foram colocados um em cima do outro, pergunta-se a criança se há mais vacas ou se há mais blocos, depois pergunta-se a criança se há mais animais ou blocos, depois de um bloco ter sido removido pergunta-se novamente, depois de um segundo bloco ter sido removido.

Há mais três questões adicionais na qual mostra-se a criança cenas de diferentes

*José Alexandre Bastos*

grupos de itens (por exemplo gatos e peixes) e pede-se para apontar para o grupo onde há mais.

#### 4c- Exercícios de Adição e Subtração

Questões de adição e subtração (usando números menores que 10) perguntado-se oralmente; as mesmas questões foram repetidas usando exemplos com doces ou brinquedos, são setes questões de adição tais como  $1+1$ ,  $2+3$  e  $4+5$  e seis de subtração tais como  $2-1$ ,  $5-2$  ou  $9-5$ .



*O Cérebro e a Matemática*





## **CAPITULO 4**

### **GENÉTICA, AMADURECIMENTO CEREBRAL E A MATEMÁTICA.**

## **GENÉTICA, AMADURECIMENTO CEREBRAL E MATEMÁTICA**

As habilidades matemáticas são diferentes no homem e na mulher, esta é uma afirmativa feita em diversos estudos e para a melhor compreensão é preciso rever as pesquisas de Geschwind e Galaburda de 1985.

Como é sabido o zigoto do homem e da mulher diferem em dois cromossomos somente, o homem tem o cromossomo Y e este carrega uma proteína, o antígeno H-Y, essencial para o desenvolvimento dos testículos e a produção de testosterona, que vai ser muito elevada em dois momentos:

- a- Na vida intrauterina determinando o comportamento masculino e
- b- Na puberdade onde vai determinar o aparecimento dos caracteres sexuais secundários.

A ação hormonal e seus efeitos no desenvolvimento cerebral foram reproduzidos em ratos e demonstrou-se a importante participação do hipotálamo e sistema límbico no controle do comportamento sexual, além do mais este estudo, mostrou que a lateralidade cerebral sofre forte influência hormonal, dessa maneira a testosterona influenciaria o maior desenvolvimento do hemisfério direito enquanto os estrógenos o esquerdo, explicando as diferenças de habilidades entre o cérebro masculino e feminino, não que um seja melhor que o outro, são simplesmente diferentes.

## EFEITO HORMONAL NO DESENVOLVIMENTO CEREBRAL DO HOMEM E DA MULHER

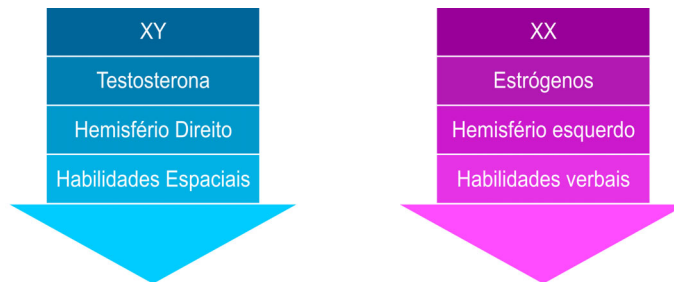


Diagrama 1. Mostra a influência hormonal no desenvolvimento cerebral

## HABILIDADES CEREBRAIS

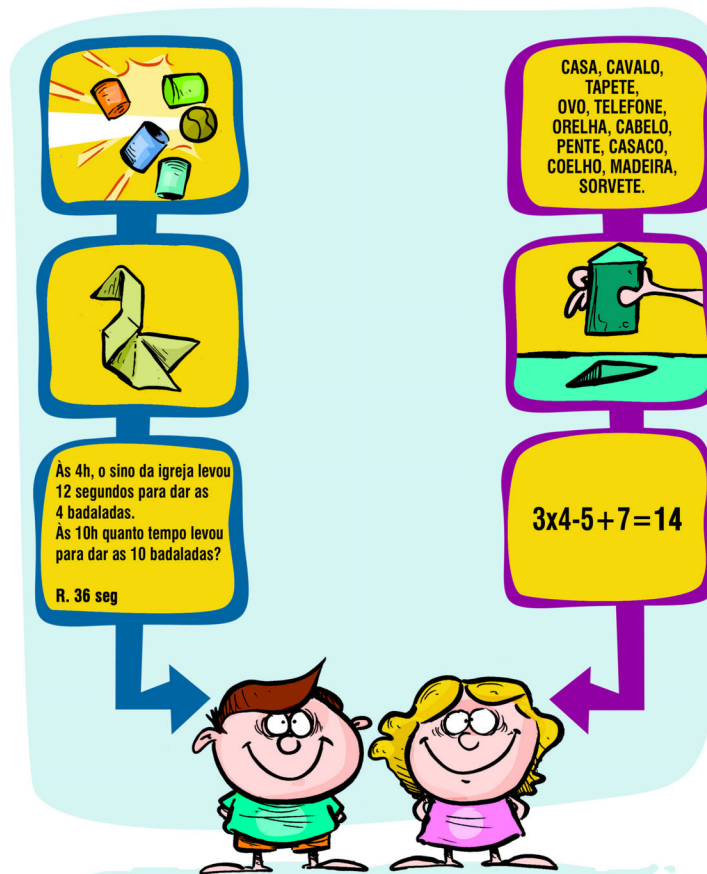


Figura 20. Mostra as diferenças entre as habilidades cerebrais do homem e da mulher



*O Cérebro e a Matemática*





## **CAPITULO 5**

### **BASES NEUROPSICOLÓGICAS**

## **BASES NEUROPSICOLÓGICAS.**

O cálculo é uma função cerebral complexa, em que numa operação aritmética simples, vários mecanismos cognitivos são envolvidos, como por exemplo:

- a) Processamento verbal e/ ou gráfico da informação;
- b) percepção;
- c) reconhecimento e produção de números;
- d) representação número/ símbolo;
- e) discriminação visuo-espacial;
- f) memória de curto e longo prazo;
- g) raciocínio sintáxico
- h) atenção.

A seguir são descritos dois modelos neurocognitivos para explicar o processamento matemático e a discalculia:

### **1. Modelo de McCloskey (1985)**

O mecanismo de compreensão e produção de números é diferente. Existem dois subsistemas: um para o processamento do sistema numérico arábico (exemplo: 435) e outro componente para o sistema numérico verbal forma falada e escrita (exemplo: quatrocentos e trinta e cinco).

Dentro do mecanismo de compreensão e produção de números nas formas arábica e verbal, distingue-se o componente léxico e o sintáxico.

O processo léxico nos permite compreender e produzir números como elementos individuais (exemplo: o dígito 3 e a palavra três).

O processo sintáxico, por outro lado, envolve a relação entre os elementos em ordem, para compreender ou produzir um número como um todo. A compreensão do

*José Alexandre Bastos*

número arábico 4759 exige conhecimento do processo léxico para os dígitos 4,7,5 e 9 e do processo sintáxico, que usa a posição dos dígitos para determinar que o número é feito de quatro milhares, sete centenas, cinco dezenas e nove unidades; o mesmo processo é usado para os números na forma verbal.

No processo sintáxico surge uma dificuldade que é o uso do zero sendo necessário entender a existência de dois zeros, o lexical e o sintáxico estas funções dependem de sua colocação dentro de um determinado número, tal como: 20 ou 420 que exerce uma função léxica enquanto que no número 21078 e 21708 a sintáxica.

Em operações com multiplicações, iniciar com a coluna da direita, escrever a soma dos números abaixo da coluna, quando a soma for maior que nove lembrar de “emprestar” e assim por diante.

Mostra-se a seguir o diagrama dos dois principais modelos: 1. Modelo de McCloskey (figuras 21, 22, 23) e 2. Modelo de Dehaene e Cohen (Figura 24).

### MODELO DE McCLOSKEY

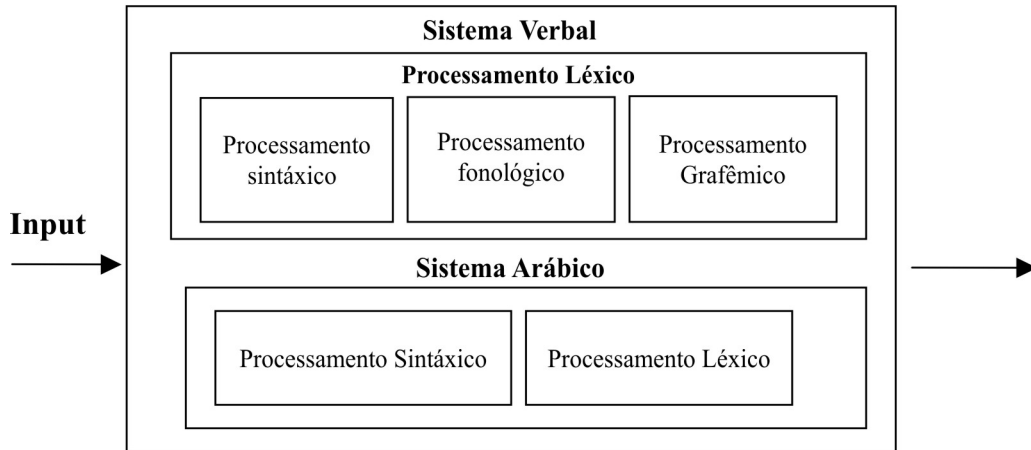


Figura 21. Esquema do sub-sistema de compreensão numérica.

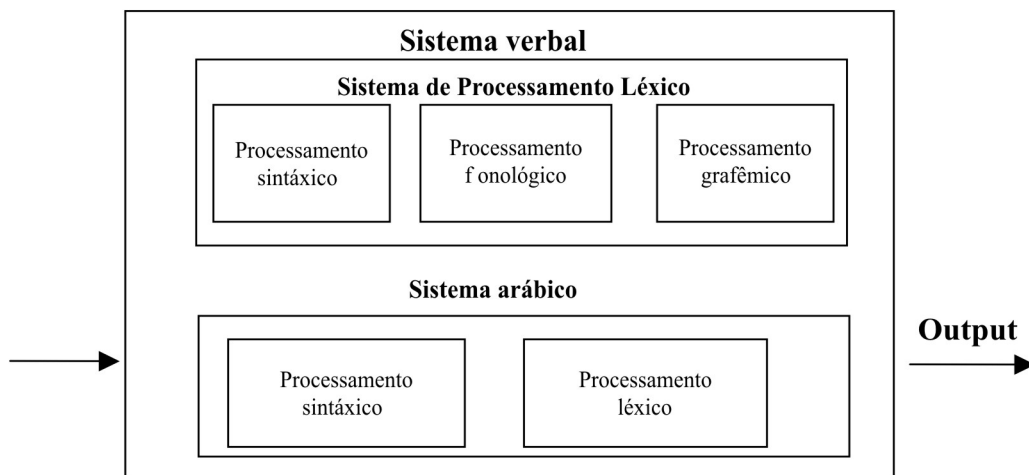


Figura 22. Esquema do sub-sistema de processamento numérico.  
(McCloskey e Basilli, 1985)

### SISTEMA DE CÁLCULO

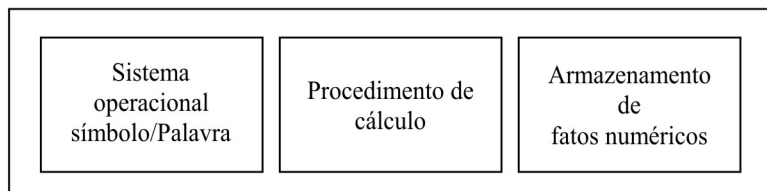


Figura 23. Representação esquemática do sistema de cálculo.  
(McCloskey e Basilli, 1985)

O sistema para cálculo tem três componentes, além do mecanismo de processamento numérico:

1. Processamento do símbolo operacional (exemplo: 7);
2. Lembrança dos fatos aritméticos básicos (exemplo:  $6 \times 7 = 42$ );
3. Execução do procedimento de cálculo.

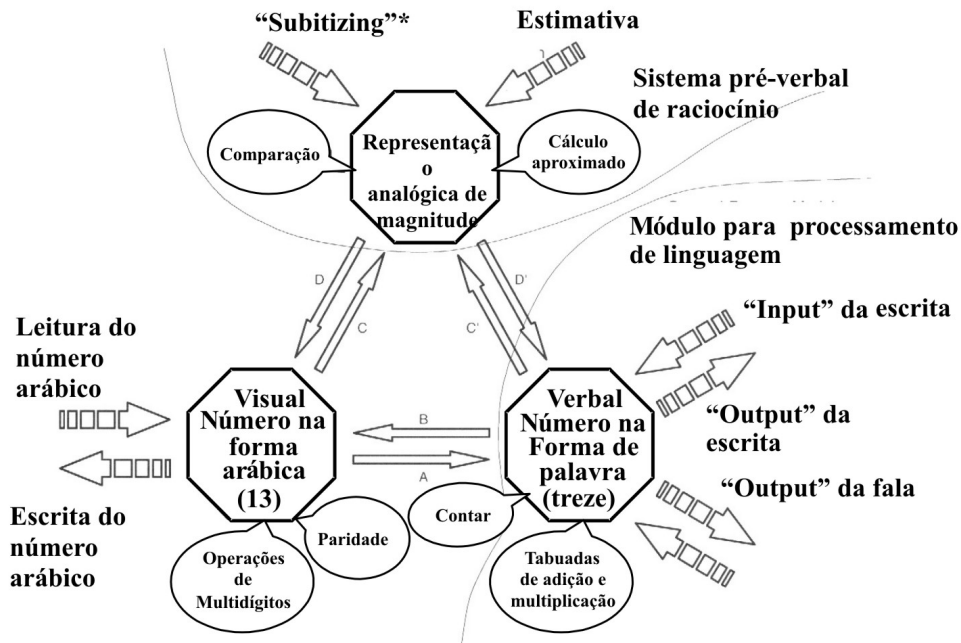
### **O MODELO DO TRIPLO CÓDIGO DE DEHAENE & COHEN**

Em 1996, Dehaene & Cohen propõem o modelo do triplo código e os circuitos cerebrais envolvidos no processamento numérico e cálculos.

1. As informações numéricas podem ser processadas no cérebro de três formas: uma representação analógica de quantidade, na qual os números são representados com um formato verbal (Exemplo: trinta e sete) e uma forma visual na qual o número é representado como uma seqüência de símbolos numéricos (Exemplo: 37).
2. O processo transcodificador permite que a informação seja modificada de um código para outro. Pode-se converter um número arábico para uma palavra numérica (3 para três) e vice versa.
3. Cada tarefa de processamento numérico é baseado em conjuntos fixos de entrada e saída. O modelo postula que a tabuada de multiplicação é memorizada, utilizando-se uma associação verbal entre números representados como se fosse uma seqüência de palavras (exemplo: três vezes sete igual a vinte e um). A subtração é uma operação em que não se utiliza o aprendizado verbal, baseando-se fortemente na representação quantitativa, e as operações com vários números são freqüentemente realizadas, usando-se o código arábico visual e a representação espacial de números alinhados.

O modelo de McCloskey não correlaciona as funções cognitivas e as áreas cerebrais envolvidas no processo, o que é feito no modelo de Dehaene e Cohen como é visto nas figuras 23 e 24.

**MODELO DO TRIPLO CÓDIGO DE DEHAENE E COHEN.**



\* Fig. 24. Representação gráfica do modelo do triplo código de Dehaene e Cohen. (Publicação autorizada pelo Prof. Dehaene).

As observações neuropsicológicas são associadas com os circuitos anatômicos para cada função, as áreas occipito-temporal inferior de ambos hemisférios estão envolvidas no processo de identificação visual que dá origem à forma dos números arábicos.

A área perisilviana esquerda está envolvida na representação verbal dos números, e as áreas parietais inferiores de ambos hemisférios estão envolvidas na representação analógica quantitativa

\*Fenômeno computacional cerebral que permite contar instantaneamente, um número de pontos, desde que seja, menor que 7.

A figura 24 mostra as áreas cerebrais citadas no modelo de Dehaene e Cohen.

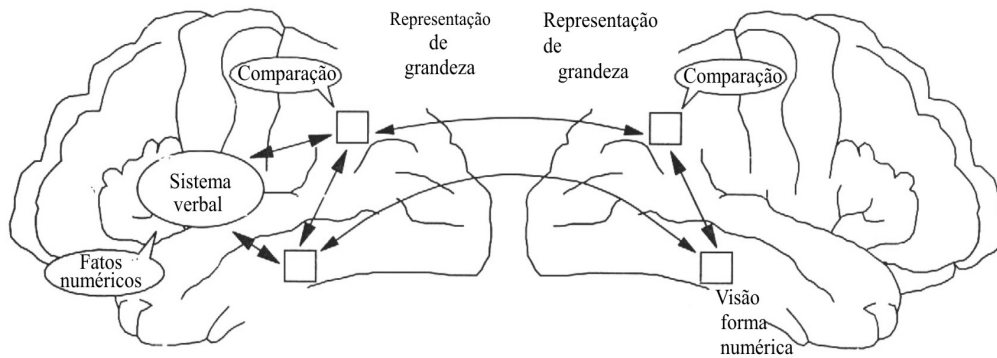


Fig. 25 Substrato anatômico do modelo do triplo código de Dehaene e Cohen.

( Publicação autorizada pelo Prof.Dehaene)



*O Cérebro e a Matemática*





## **CAPITULO 6**

### **O CÉREBRO E AS DIFICULDADES EM MATEMÁTICA**

### **O CÉREBRO E AS DIFICULDADES EM MATEMÁTICA.**

O número de pessoas com dificuldades para solucionar problemas matemáticos simples, do dia a dia, é muito grande. Em 1995, no Brasil, foi feita uma avaliação em matemática nos alunos de quartas e oitavas séries do primeiro grau. A referida avaliação comprovou um baixo rendimento com maiores dificuldades em questões relacionadas à aplicação de conceitos e à resolução de problemas.

O Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (SAEB) de 2001 mostrou que o rendimento em matemática caiu em relação às avaliações nos anos de 1995, 97 e 99, entre os alunos da 4ª série.

O Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais. (DSM IV) no item 315.5 define o transtorno da matemática como: “Uma capacidade para a realização de operações aritméticas (medida por testes padronizados, individualmente administrados, de cálculo e raciocínio matemático) acentuadamente abaixo do esperado para idade cronológica, a inteligência medida e a escolaridade do indivíduo (Critério A). A perturbação na matemática interfere significativamente no rendimento escolar ou atividades da vida diária que exigem estas habilidades. (Critério B). Em presença de um déficit sensorial, as dificuldades na capacidade matemática excedem aquelas geralmente a estas associadas (Critério C). Caso esteja presente uma condição neurológica, outra condição médica geral ou déficit sensorial, isto deve ser codificado no Eixo III. Diferentes habilidades podem estar prejudicadas no Transtorno de matemática, incluindo habilidades lingüísticas perceptuais (por ex., reconhecer ou ler símbolos numéricos ou aritméticos e agrupar objetos por categorias), habilidades de atenção (por ex., copiar corretamente números ou cifras, lembrar de somar os números “levados” e observar sinais de operações e habilidades matemáticas (por ex., seguir



## O Cérebro e a Matemática

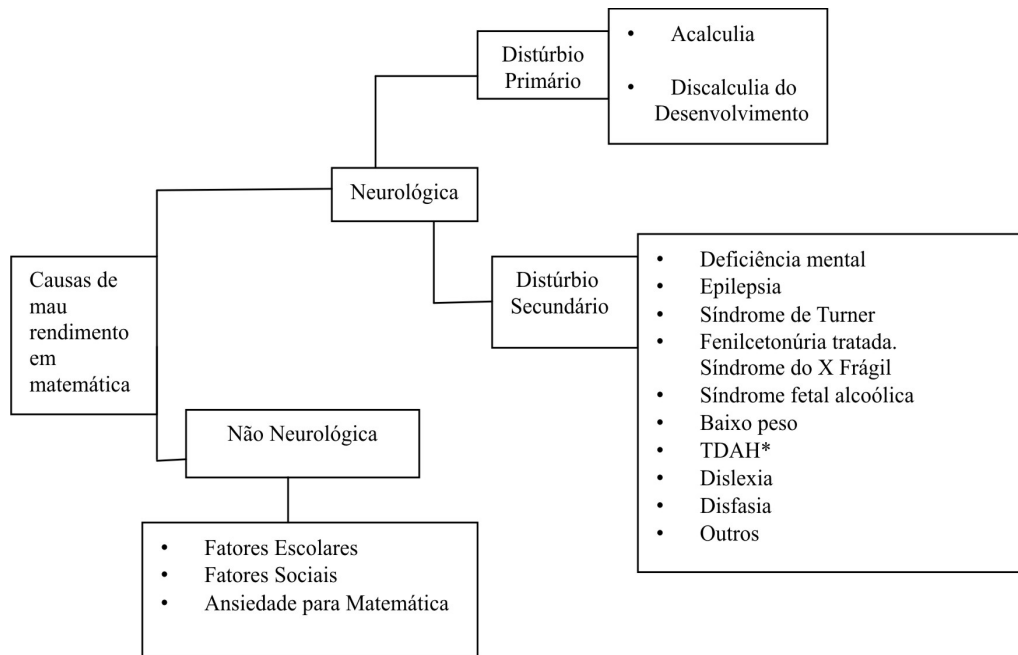


Diagrama 2. Causas de mau rendimento em matemática.

\*TDAH (Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade).

### **ACALCULIA E DISCALCULIA DO DESENVOLVIMENTO.**

Estes são basicamente os dois tipos de distúrbios em matemática. Segundo Roselli & Ardilla, o termo acalculia foi introduzido por Henschen em 1925, significando a perda da capacidade de executar cálculos e desenvolver o raciocínio aritmético. Em 1961, Hecaen, *et. al.* estudaram 183 pacientes com lesões cerebrais e reconheceram três subtipos de acalculia: 1) alexia e agrafia para números, em que existe comprometimento para ler e escrever quantidades, devido o comprometimento no hemisfério cerebral esquerdo; 2) acalculia espacial em que existe comprometimento na orientação espacial impossibilitando a colocação dos números em posições adequadas para se executar cálculos, com comprometimento do hemisfério direito; 3) anaritmia que corresponde à acalculia primária e implica na inabilidade em conduzir operações aritméticas, em consequência de comprometimento lesional em ambos hemisférios.

Segundo a Academia Americana de Psiquiatria, discalculia do desenvolvimento é uma dificuldade em aprender matemática, com falhas para adquirir adequada proficiência neste domínio cognitivo, a despeito de inteligência normal, oportunidade escolar, estabilidade emocional e necessária motivação. Aproximadamente de 3 a 6% das crianças em idade escolar têm discalculia do desenvolvimento.

Os sintomas mais freqüentemente encontrados são: 1) erro na formação de números que freqüentemente ficam invertidos, como se fosse uma imagem em espelho; 2) dislexia; 3) inabilidade para efetuar somas simples; 4) inabilidade para reconhecer sinais operacionais e para usar separações lineares; 5) dificuldade para ler corretamente o valor de números com multidígitos; 6) memória pobre para fatos numéricos básicos; 7) dificuldade para transportar números para local adequado na realização de cálculos;

## *O Cérebro e a Matemática*

8) ordenação e espaçamento inapropriado dos números em multiplicações e divisões.

Existe estreita relação dos sintomas descritos por Cohn e os déficits encontrados por Luria na sua avaliação em pacientes com lesões cerebrais traumáticas.

Em 1983 Weintraub e Mesulam estudaram 14 pacientes com problemas emocionais e de inter-relação pessoal associados com dificuldades de aprendizado, principalmente em matemática, este estudo resultou no reconhecimento da síndrome hemisférica direita.

Em 1991, O'Hare e cols.. descreveram dois distintos quadros clínicos que dependem do hemisfério comprometido: a) a disfunção do hemisfério direito caracterizada por: inabilidade em conceituar quantidades numéricas (preservando o reconhecimento e produção dos símbolos numéricos), podendo haver associação com incoordenação da mão esquerda, dispraxia construtiva, pobre orientação espacial e perda da melodia normal da fala (disprosódia); b) manifestações resultantes do comprometimento do hemisfério esquerdo estão relacionadas à inabilidade para reconhecer e produzir números e símbolos operacionais, preservando o conceito de quantidade numérica. Existe comprometimento em cálculo mental, conseqüente à falta de habilidade em montar seqüências de números, memória auditiva de curto prazo comprometida, podendo apresentar ainda desorientação direita - esquerda, agnosia para dedos e dislexia.

Ressaltaram esses autores a importância prática da distinção entre os dois quadros, pois é diferente a estratégia de reabilitação para cada um. As dificuldades envolvendo o hemisfério cerebral direito exigem o uso de atividades como gráficos e treino de orientação espacial, enquanto aquelas com envolvimento do hemisfério esquerdo, atividades com reforço verbal. Aconselha-se para a família dos indivíduos

*José Alexandre Bastos*

com comprometimento do hemisfério esquerdo a ajuda e treinamento com o softwares que promovam intervenção no processo verbal, enquanto a intervenção na orientação espacial pode resultar em melhor rendimento para os que têm comprometimento do hemisfério direito.

Existem diversos estudos sobre a utilização de tecnologia de mídia no tratamento das crianças com distúrbios em matemática, entretanto o desempenho é melhor com a interferência direta do professor, pois este oferece melhores condições de ensino, no estudo de Wilson e cols em 1996, todos os estudantes tiveram melhor rendimento com a assistência direta do professor.

No capítulo em que se discute as intervenções pedagógicas e outras que auxiliam no resgate das dificuldades que estas crianças apresentam, mais detalhes serão analisados; de um modo geral o prognóstico das crianças com discalculia é melhor do que as que têm dislexia ou pelo menos podem ter sucesso em atividades que não necessitem tanto destes conhecimentos.

## **ESTUDO POPULACIONAL DAS HABILIDADES EM MATEMÁTICA**

O presente estudo populacional foi realizado no ano de 2001 na rede escolar municipal e privada de São José do Rio Preto, cidade com 380 mil habitantes, localizada na região noroeste do Estado de São Paulo.

A amostra incluiu 2773 crianças, que terminaram a última série do 2º ciclo do ensino fundamental (4ª série), distribuídas em 29 escolas, sendo 23 da rede municipal (2395 crianças) de um total de 25, (duas não participaram por compromissos anteriormente assumidos na mesma data) e 6 da rede privada (378 crianças), cujos diretores concordaram em participar do estudo. As variáveis estudadas foram: idade, sexo, tipo de escola (municipal ou particular), nível sócio-econômico do bairro onde a escola está situada e nível de escolaridade dos pais.

Os aspectos sócio-econômicos foram pesquisados utilizando-se o índice do Critério Brasil. O objetivo do Critério Brasil é medir o poder aquisitivo do consumidor. Os critérios para a classificação do nível social dos pais foram estabelecidos pela Associação Brasileira de Anunciantes (ABA) e Associação Nacional das Empresas de Pesquisas de Mercado (ANEP), com participação da Associação Brasileira dos Institutos de Pesquisa de Mercado (ABIPEME), com base nos levantamentos das classes econômicas de 1993 e 1996.

Baseando-se no estudo de Borges(2002), as escolas foram classificadas, segundo o nível social do bairro em que estavam situadas, como segue:

- A. Escolas privadas (6 escolas com 378 crianças);
- B. Escola municipal situada em bairro de classe média alta (1 escola com 125 crianças);
- C. Escolas municipais situadas em bairro de classe média (10 escolas com

1021 crianças);

D. Escolas municipais situadas em bairro de classe média baixa (11 escolas com 1033 crianças);

E. Escola municipal situada em bairro carente (1 escola com 210 crianças).

A escolaridade dos pais foi dividida em seis grupos como segue:

1. Analfabetos;
2. Curso Fundamental Incompleto;
3. Curso Fundamental Completo;
4. Curso Médio;
5. Curso Superior;
6. Não Sabe (crianças que não sabiam o nível de escolaridade dos pais).

## **MÉTODOS.**

O projeto de nº 6501/2000 foi aprovado pelo Conselho de Ética Médica (CEP-FAMERP), de acordo com a Resolução 196/96.

Foi usado o protocolo de Boller e Grafman(1986) com modificações, para avaliar as habilidades em matemática destas crianças, preenchendo também os critérios dos Parâmetros Curriculares Nacionais.

O protocolo é composto de quatro itens, com o propósito de:

1. Avaliação da habilidade léxica e sintática:

a. Ler uma palavra numérica e converter em símbolo numérico, com nível de dificuldade crescente (unidade, dezena, centena e milhar);

## *O Cérebro e a Matemática*

- b. Ler um símbolo numérico e converter em palavra numérica, com nível de dificuldade crescente (unidade, dezena, centena e milhar);

### 2. Avaliação da habilidade em reconhecer grandeza:

- c. Identificar noção de grandeza com nível de dificuldade crescente (unidade, dezena, centena e milhar);

### 3. Avaliação da habilidade de calcular:

- d. Fazer cálculo de somar: sete contas com grau de dificuldades crescentes;
- e. Fazer cálculo de diminuir: sete contas com grau de dificuldades crescentes;
- f. Fazer cálculo de multiplicar: sete contas com grau de dificuldades crescentes;
- g. Fazer cálculo de dividir: seis contas com grau de dificuldades crescentes;

### 4. Avaliação da habilidade de raciocínio matemático.

- h. Raciocínio matemático: oito problemas com grau de dificuldades crescentes (Ver protocolo).

Foi estabelecido um critério de correção.

Obteve-se a autorização da Secretaria de Educação do Município e das direções das escolas municipais e privadas, havendo fácil adesão ao projeto e foi marcada uma data para aplicação do protocolo.

Houve prévio esclarecimento e orientação dos professores e orientadores pedagógicos das escolas, para obtenção de nível de concordância.

Nas escolas municipais foi aplicado em dois dias consecutivos, com o apoio logístico da prefeitura, distribuindo e aplicando o protocolo, através de coordenadores, a necessidade do protocolo ser aplicado no final do ano letivo e o elevado número de escolas da rede municipal, justificou a estratégia. Na rede privada, o teste foi aplicado pelo próprio pesquisador, em datas diferentes em cada escola. As crianças foram previamente esclarecidas quanto ao caráter voluntário e sigiloso; foi determinado o tempo de cinquenta minutos para execução.

Na cidade de São José do Rio Preto existem 34.000 crianças na faixa escolar de 09 a 14 anos, faixa etária que foi utilizada neste estudo, sendo 15.834 (46,5%) do sexo feminino.

Foi organizado um gabarito e a correção do protocolo foi realizada pelo pesquisador e um grupo de professores, previamente orientados, os escores foram divididos em cinco grupos, conforme quadro 1.

**Quadro 1. Critério de classificação, segundo o número de acertos.**

Acertos	Rendimento
Grupo 1: de 0 a 19	Insatisfatório
Grupo 2: de 20 a 39	Pouco satisfatório
Grupo 3: de 40 a 59	Regular
Grupo 4: de 60 a 79	Satisfatório
Grupo 5: de 80 a 100	Plenamente Satisfatório

## *O Cérebro e a Matemática*

A partir dos critérios estabelecidos, foram feitas as seguintes questões:

- 1) Qual o escore médio das crianças?
- 2) Qual o escore das escolas públicas?
- 3) Como se distribuiu o escore nas escolas municipais( B,C,D e E)?
- 4) Qual o escore das escolas privadas(A)?
- 5) Qual a relação entre os escores das escolas municipais e privadas?
- 6) Qual a relação entre os escores das escolas municipais de diferentes níveis sócio-econômicos?
- 7) Existe relação entre idade e escore?
- 8) Existe relação entre sexo e escore?
- 9) Existe relação entre o escore e o nível de escolaridade do pai?
- 10) Existe relação entre o escore e o nível de escolaridade da mãe?
- 11) Qual o escore de cada habilidade estudada nas escolas: a) particulares e municipais; b) nas escolas particulares e c) municipais isoladamente (B,C,D e E).

Para analisar os escores obtidos pelas crianças, os acertos e erros foram inseridos numa planilha do microsoft Excel. O escore máximo é de 111 pontos, que são convertidos automaticamente pelo Excel em porcentagem de 100%.

### **MÉTODOS ESTATÍSTICOS**

Na fase exploratória e descritiva, a análise foi apurada por meio de estatísticas básicas (média, desvio padrão, mediana e frequência).

Na fase confirmatória, as variáveis contínuas foram analisadas por meio do Teste t(ou teste de Mann-Whitney, quando recomendado) e da análise de variância

com comparações pareadas de Tukey (ou teste de Kruskal Wallis, quando recomendado). Associações entre variáveis foram analisadas por correlação (variáveis quantitativas e análise de frequências cruzadas pelo teste Qui-Quadrado de Pearson ou Análise de Dependência). (ANADEP).

ANADEP é um método para análise de estruturas de associação em tabelas de frequências cruzadas. A partir de uma matriz de dependência-codependência calculada para as colunas (ou linhas, aquelas que forem em menor número) de uma tabela de frequências, realiza-se a decomposição espectral da mesma determinando uma hierarquia de “fatores de dependência”. A ordenação hierárquica é feita por meio da capacidade de cada fator em explicar as diferenças verificadas entre as colunas (linhas) da tabela.

A análise de dependência concorre com a análise de correspondências desenvolvida com o mesmo propósito por Benzecri.. A análise de dependência se diferencia desta última pelo modo de medir divergências entre as frequências observadas e as esperadas (caso houvesse independência na tabela). Enquanto a análise de correspondências utiliza o divergente qui-quadrado de Pearson, a de dependência utiliza a distância de Hellinger, que é a única distância no sentido matemático dentro de uma classe de divergentes exponenciais. Além dos fatores de associação a análise de dependência explicita uma dimensão que não existe na análise de correspondências, dimensão essa que também pode ser interpretada e auxilia na análise da estrutura de associação existente na tabela. Na análise de dependência são definidos coeficientes (coeficientes de dependência) com as mesmas propriedades que os coeficientes de correlação para variáveis quantitativas.

Esta análise permite a verificação de diferenças entre colunas, diferenças entre linhas e a interação entre linhas e colunas em uma tabela de frequências. Por exemplo,

### *O Cérebro e a Matemática*

quando se analisa a associação entre escolaridade do pai e escolaridade da mãe (Figura 24), o primeiro fator de dependência explica 46,2%, enquanto o segundo explica 28,9%. Esses 75,1% de ‘variabilidade’ entre as categorias marginais e combinadas (entre graus de escolaridade do pai, da mãe e interações) estabelecem dicotomias entre os graus de escolaridade, o primeiro fator separando o “grau” não sabe dos outros graus, e o segundo separando graus menores (até fundamental incompleto, fundamental e não sabe) de maiores (médio e superior).

A decomposição espectral é efetuada por algoritmos específicos de cálculo numérico e resulta em determinação de variáveis latentes (fatores de dependência) que são, na realidade, combinações lineares das colunas (das linhas). Por exemplo, no estudo da escolaridade dos pais, o primeiro fator, com explicação de 46,2%, no espaço da mãe (aí os pontos observados são os pais) é a combinação  $F1 = \text{constante} + 0,23 \times \text{até Fundamental Incompleto} + 0,43 \times \text{Fundamental} + 0,14 \times \text{Médio} + 0,02 \times \text{Superior} - 0,86 \times \text{Não Sabe}$ , enquanto que no espaço do pai (aí os pontos observados são as mães) é  $F1 = \text{constante} + 0,33 \times \text{até Fundamental Incompleto} + 0,55 \times \text{Fundamental} + 0,22 \times \text{Médio} + 0,12 \times \text{Superior} - 0,71 \times \text{Não Sabe}$ ; vê-se que estas combinações jogam o aglomerado com sinal positivo (até Fundamental Incompleto, Fundamental, Médio, Superior) contra o aglomerado com sinal negativo (Não Sabe), isso nos dois espaços.

Já o segundo fator, com explicação de 28,9%, no espaço da mãe é a combinação  $F2 = \text{constante} + (0,30 \times \text{Médio} + 0,77 \times \text{Superior}) - (0,41 \times \text{até Fundamental Incompleto} + 0,34 \times \text{Fundamental} + 0,21 \times \text{Não Sabe})$ , enquanto que no espaço do pai  $F2 = \text{constante} + (0,30 \times \text{Médio} + 0,77 \times \text{Superior}) - (0,39 \times \text{Até Fundamental Incompleto} + 0,33 \times \text{Fundamental} + 0,23 \times \text{Não Sabe})$ . Nota-se nestes dois segundos

fatores a dicotomia aglomerada de níveis mais altos de escolaridade (Médio e Superior) contra o aglomerado de níveis mais baixos (até Fundamental Incompleto, Fundamental e Não Sabe). Uma ilação que se pode fazer a partir deles é que não saber a escolaridade dos pais (a interação dos dois primeiros fatores nos dois espaços mostra que, quando o aluno não sabe a escolaridade de um dos pais tende a não saber a do outro) pertence ao aglomerado com os níveis sabidos mais baixos: até fundamental incompleto e fundamental.

As proporções foram comparadas pelo teste de Aproximação Normal. O nível de significância foi de  $\alpha = 0,05$ .

## **RESULTADOS**

Foram testadas 2773 crianças, sendo 1413 (50,9%) do sexo feminino. A idade média foi de 10,4 anos, com intervalo de 9 a 17. A tabela 1 apresenta os escores globais obtidos pelas crianças.

**Tabela 1.**

Rendimento das crianças das escolas particulares e municipais.

<b>Escores</b>	<b>n°</b>	<b>%</b>
Insatisfatório	67	2,4
Pouco satisfatório	89	3,2
Regular	274	9,9
Satisfatório	814	29,4
Plenamente Satisfatório	1529	55,1
<b>Total</b>	<b>2773</b>	<b>100,0</b>

Na análise da tabela constatamos rendimento satisfatório e plenamente satisfatório em 84% dos escolares e baixo rendimento em 5,6%.

## *O Cérebro e a Matemática*

A seguir a tabela 2 compara os resultados obtidos pelas crianças, nas escolas públicas com os da rede privada.

**Tabela 2.**

Rendimento das crianças, comparando-se escolas municipais com as da rede privada.

Escore	Rede Municipal		Rede Privada	
	N	%	n	%
Insatisfatório	66	2,8	1	0,3*
Pouco satisfatório	88	3,7	1	0,3*
Regular	260	10,9	14	3,7*
Satisfatório	705	29,4	109	28,8
Plenamente Satisfatório	1276	53,3	253	66,9*

\*  $p \leq 0,005$

Na análise da tabela constatamos rendimento inferior em 6,5% nas crianças da rede Municipal e em 0,6% na rede Privada.

A seguir a tabela 3 mostra o estudo comparativo do rendimento das crianças, em relação ao sexo e a idade.

**Tabela 3.**

Relação dos escores, considerando-se a idade e o sexo.

Idade (anos)	Feminino			Masculino			Total		p	
	n	Média	dp	n	Média	dp	n	Média		
09	9	70,4 <sup>a,b</sup>	18,3	7	69,2 <sup>a,b</sup>	25,6	16	69,9	0,92	
10	854	79,7 <sup>a</sup>	16,9	763	77,5 <sup>a</sup>	18,7	1617	78,7	0,007	
11	500	76,8 <sup>a</sup>	20,7	508	74,2 <sup>a</sup>	21,4	1008	75,5	0,026	
12	36	65,6 <sup>b</sup>	25,8	62	61,2 <sup>b</sup>	21,7	98	62,8	0,42	
13	11	69,8 <sup>a</sup>	28,5	12	48,8 <sup>c</sup>	35,2	23	55,7	0,028	
14	3	85,3 <sup>a</sup>	14,8	5	88,1 <sup>b</sup>	11,9	8	87,1	0,61	
15	-	-	2	8,1	11,5		2	8,1		
17	-	-		1	79,3	-	1	79,3		
a- NS b- p< 0,05				a- NS b- NS c-p< 0,05						

A análise da tabela 3 demonstra que o melhor rendimento dos meninos encontra-se nas idades de 10, 11 e 14 anos enquanto nas meninas nas idades de 10,11 e 13 anos.

## O Cérebro e a Matemática

A seguir o gráfico 1 ilustra o melhor rendimento no sexo feminino nas faixas etárias de 10,11 e 13 anos, enquanto no sexo masculino é nas faixas etárias de 10, 11 e 14 anos.

Nas meninas o pior rendimento foi aos 12 anos e nos meninos aos 13 anos.

Na literatura existem questionamentos sobre a queda do rendimento em matemática na entrada da adolescência nas meninas, fatores hormonais, como o estrogênio poderia contribuir ou fatores sociais, já que nesta idade os interesses mudam, brincadeiras que envolvem orientação espacial são substituídos por outras atividades, passeio no shopping, cuidados com sua aparência entre outros.

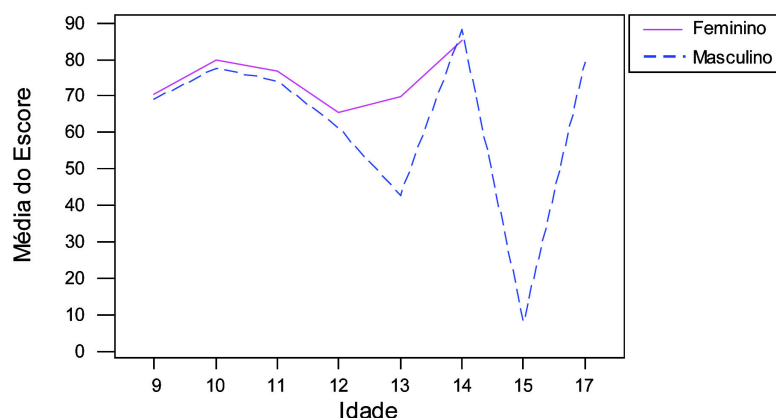


Gráfico 1. Rendimento por faixa etária e sexo.

A seguir a tabela 4 apresenta os resultados obtidos, quando analisamos a influência da escolaridade dos pais no rendimento escolar das crianças.

**Tabela 4.**

Relação dos escores, considerando-se a escolaridade de mãe/pai.

Escolaridade	Mãe		Pai		p
	N	Media	n	Media	
Até Fundamental. incompleto.	425	74,0 <sup>a,b</sup>	381	73,8 <sup>a,b</sup>	NS
Fundamental	751	76,3 <sup>b</sup>	753	76,2 <sup>b</sup>	NS
Médio	418	81,9 <sup>c</sup>	390	82,1 <sup>c</sup>	NS
Não Sabe	721	71,4 <sup>a</sup>	785	72,3 <sup>a</sup>	NS
Superior	458	83,4 <sup>c</sup>	464	82,8 <sup>c</sup>	NS
Total	2773	-	2773	-	
	a -N S b-N S c -p <0,05		a-N S b-N S c- p< 0,05		

O teste t, revelou a influência da escolaridade do pai e mãe com o mesmo nível, mostrando que a diferença no rendimento das crianças não é significativa. A análise de variância mostra que são formados grupamentos (a, b e c) e que o rendimento melhora com o nível de escolaridade dos pais.

## O Cérebro e a Matemática

A seguir o gráfico 2 ilustra, que a escolaridade dos pais é fator positivo para o melhor rendimento das crianças.

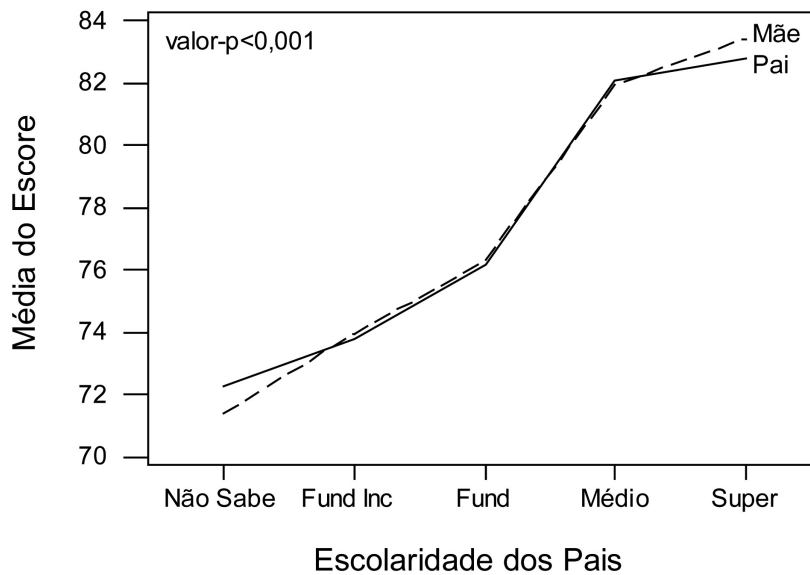


Gráfico 2. Escolaridade dos pais relacionada ao rendimento das crianças.

Foi avaliada, ainda, a relação entre os escores médios das crianças o nível de escolaridade do pai e os diversos níveis de escolaridade da mãe, assim como a relação entre os escores médios das crianças e o nível de escolaridade da mãe e os diversos níveis de escolaridade dos pais. Os resultados estão demonstrados nas Tabelas 5,6,7,8,9,10,11,12,13 e 14.

**Tabela 5.**

Relação entre a escolaridade do pai habilitado até o ensino fundamental, e os diversos níveis de escolaridade da mãe, no rendimento das crianças (escore médio).

Escolaridade pai	Escolaridade mãe	n	Escore médio	Desvio Padrão
Até Fundamental	Não Sabe	5	61,98	24,16
Até Fundamental	Até Fundamental	280	73,74	21,58
Até Fundamental	Fundamental	76	72,93	19,99
Até Fundamental	Médio	17	82,91	11,21
Até Fundamental	Superior	3	87,09	7,28

Valor p=0,19

Não há evidência de diferença significativa do rendimento das crianças, não obstante as estimativas sugerirem isto.

**Tabela 6.**

Relação entre a escolaridade do pai com o ensino fundamental completo, e os diversos níveis de escolaridade da mãe no rendimento das crianças (escore médio).

Escolaridade pai	Escolaridade mãe	n	Escore médio	Desvio Padrão
Fundamental	Não Sabe	5	67,93	21,32
Fundamental	Médio	73	75,32	18,85
Fundamental	Até Fundamental	96	76,02	20,32
Fundamental	Fundamental	561	76,23	19,95
Fundamental	Superior	18	81,03	15,69

Valor p= 0,72

Não há evidência de diferença significativa no rendimento das crianças, não obstante as estimativas sugerirem isto.

**Tabela 7.**

Relação entre a escolaridade do pai com o nível médio, os diversos níveis de escolaridade da mãe no rendimento das crianças (escore médio).

Escolaridade pai	Escolaridade mãe	n	Escore médio	Desvio Padrão
Médio	Até Fundamental	21	74,52 <sup>a</sup>	14,14
Médio	Fundamental	66	76,75 <sup>a</sup>	18,09
Médio	Não Sabe	12	76,95 <sup>a</sup>	18,03
Médio	Médio	230	83,04 <sup>b</sup>	14,60
Médio	Superior	61	87,87 <sup>b</sup>	10,75

a-  $p > 0,05$ , b-  $p < 0,05$

Há evidências de correlação entre os escores médios segundo a escolaridade do pai de nível médio e superior, e o rendimento das crianças.

**Tabela 8.**

Relação entre o grupo que não sabe a escolaridade do pai, e os diversos níveis de escolaridade da mãe no rendimento das crianças (escore médio).

Escolaridade pai	Escolaridade mãe	n	Escore médio	Desvio Padrão
Não Sabe	Até Fundamental	23	68,66 <sup>a</sup>	24,27
Não Sabe	Não Sabe	691	71,25 <sup>a</sup>	23,80
Não Sabe	Fundamental	28	75,06 <sup>a</sup>	13,90
Não Sabe	Médio	27	84,05 <sup>b</sup>	12,19
Não Sabe	Superior	16	86,77 <sup>b</sup>	14,36

a -  $p > 0,05$ , b-  $p < 0,05$

Há evidências de correlação entre os escores médios das crianças, quando a escolaridade da mãe é de nível médio e superior, no rendimento das crianças.

**Tabela 9.**

Relação entre a escolaridade de nível superior do pai, e os diversos níveis de escolaridade da mãe no rendimento das crianças (escore médio).

Escolaridade pai	Escolaridade mãe	n	Escore Médio	Desvio Padrão
Superior	Até Fundamental	5	80,36	16,41
Superior	Fundamental	20	82,16	11,21
Superior	Médio	71	84	12,24
Superior	Não Sabe	8	84,46	5,71
Superior	Superior	360	82,6	13,36

Valor de  $p=0,90$

Quando o pai tem nível superior, não há correlação com o nível de escolaridade da mãe em relação aos escores médios das crianças.

A seguir a tabela 10 evidencia a análise dos escores insatisfatórios, das crianças de escolas particulares (A) e o rendimento das crianças de escolas municipais (B,C,D e E).

**Tabela 10.**

Comparação do rendimento das crianças de escolas particulares (A) com escolas municipais de diferentes bairros (B,C,D e E) e o escore de 0 a 59.

Escolas	N	% de Alunos c/ média de escore 0 a 59	p
A	378	4,2	
B	125	7,2	0,241
C	1021	9,1	<0,001*
D	1033	23	<0,001*
E	216	30	<0,001*

\* p= 0,001

A seguir a tabela 11 mostra a relação entre o rendimento plenamente satisfatório das crianças de escolas particulares (A) e o das crianças de escolas municipais (B,C,D, e E).

**Tabela 11.**

Comparação do rendimento das crianças de escolas particulares (A) com o das escolas municipais de diferentes bairros (B,C,D e E) e o escore de 80 a 100.

Escolas	N	% de Alunos c/ média de escore 80 a 100	p
A	378	66,9	
B	125	68,8	0,69
C	1021	63,7	0,26
D	1033	43,7	<0,001*
E	216	40,2	<0,001*

\* p≤0,001

A seguir o gráfico 3 ilustra que o rendimento da criança se relaciona com o tipo de escola, particular ou municipal.

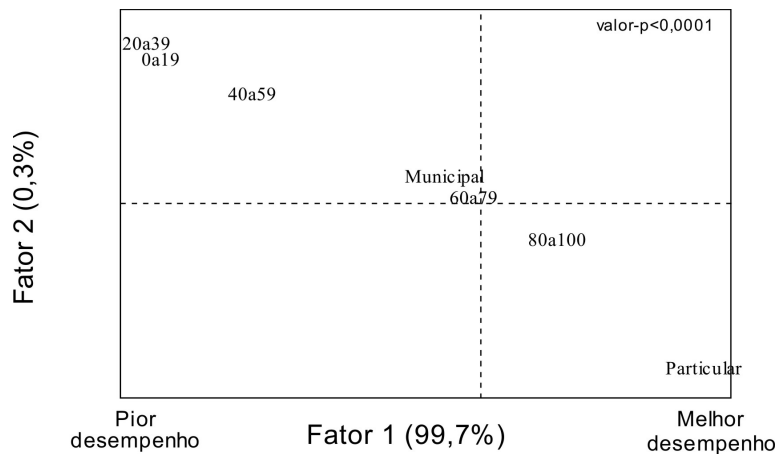


Gráfico 3. Comparação entre o rendimento das crianças e o tipo de escola: particulares (A) e municipais (B, C, D e E).

### O Cérebro e a Matemática

Observa-se que o rendimento das crianças é melhor nas escolas particulares do que nas municipais.

O gráfico 4 ilustra que existe influência no rendimento das crianças em relação ao bairro em que a escola municipal está situada.

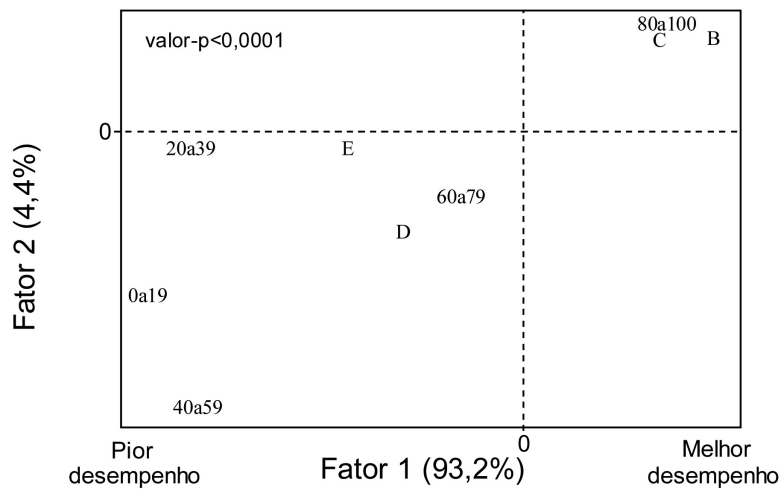


Gráfico 4. Análise de dependência do rendimento da criança e o bairro em que a escola municipal se situa.

Observa-se que o rendimento das crianças é menor, na medida em que o nível social do bairro em que a escola está situada piora.

A seguir o gráfico 5 mostra que : a) Existe um grupo de crianças que sabe a escolaridade dos pais e outro que não.b) Existe uma dicotomia entre o nível médio e superior e o restante; havendo similaridade entre o aluno não saber a escolaridade dos pais e o menor nível de escolaridade destes.c) Existe uma forte tendência a pareamento de pessoas com mesmo perfil de escolaridade, na cidade de São José. do Rio Preto-S.P.

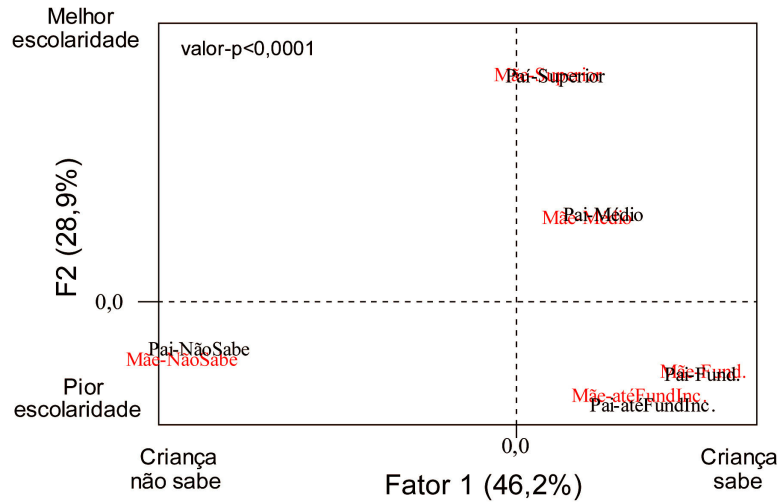


Gráfico 5. Análise de dependência do perfil de escolaridade dos pais, informado pelas crianças.

O gráfico 6 mostra os resultados da habilidade léxica e sintática. A prova tem quatro questões, que consistem em transformar símbolos numéricos, por números escritos em extenso.

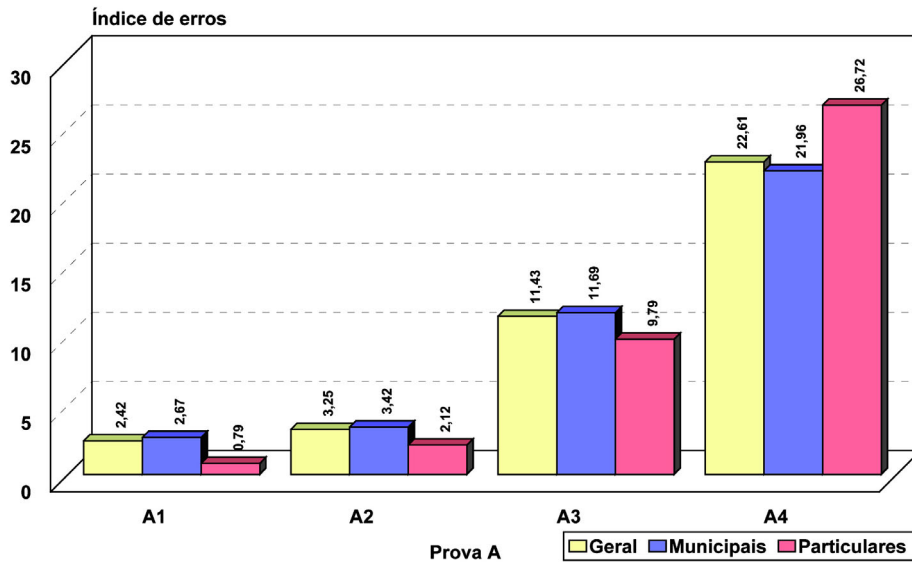


Gráfico 6. Resultado comparativo geral, escolas municipais e particulares das questões A 1 a A 4.

## O Cérebro e a Matemática

A prova A 1 pesquisa a habilidade léxica e o gráfico mostra que 2,42% não sabem os números elementares na forma escrita, 2,67% são de escolas municipais e 0,79% de escolas particulares.

A prova A2 mostra que 3,25% das crianças não sabem escrever por extenso a dezena proposta, 3,42% são de escolas municipais e 2,12% de escolas particulares.

A prova A3 mostra que 11,43% das crianças não sabem escrever por extenso a centena proposta, sendo 11,69% em escolas municipais e 9,79% em escolas particulares.

A prova A4 mostra que 22,61% das crianças não sabem escrever por extenso o milhar proposto sendo 21,96% em escolares municipais e 26,72% em escolas particulares.

O gráfico 7 mostra os resultados da habilidade léxica e sintática. A prova tem quatro questões que consistem em transformar em números escritos por extenso, o que está escrito em símbolos numéricos.

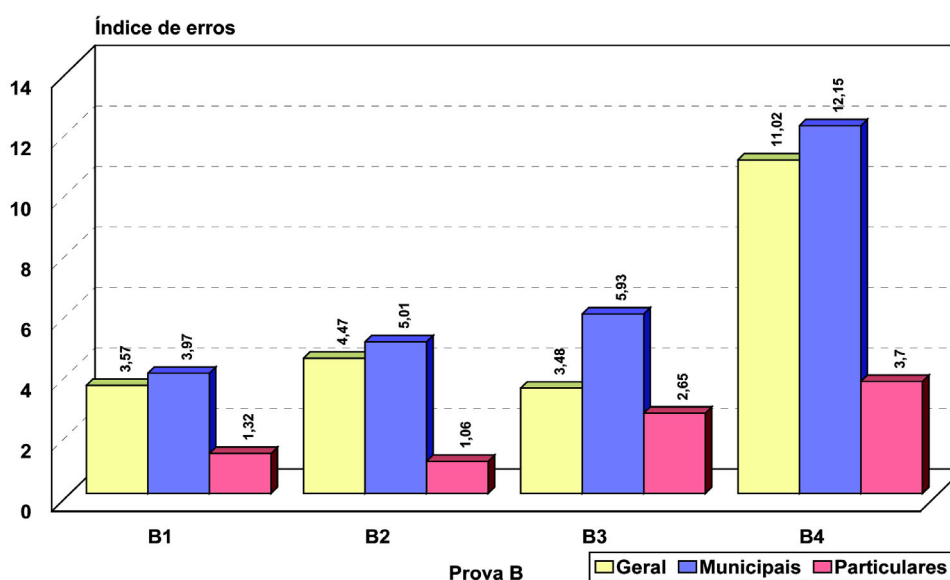


Gráfico 7. Resultado comparativo geral, escolas municipais e particulares das questões B1 a B 4.

A prova B1 pesquisa a habilidade léxica para números na forma arábica e o gráfico mostra que 3,57% das crianças não sabem representar o símbolo numérico arábico elementar proposto.

A prova B2 mostra que 4,47% das crianças não sabem representar o símbolo numérico arábico na dezena proposta; 5,01% das crianças das escolas municipais e 1,06% das escolas particulares.

O gráfico 8 mostra os resultados da habilidade em distinguir quantidades.

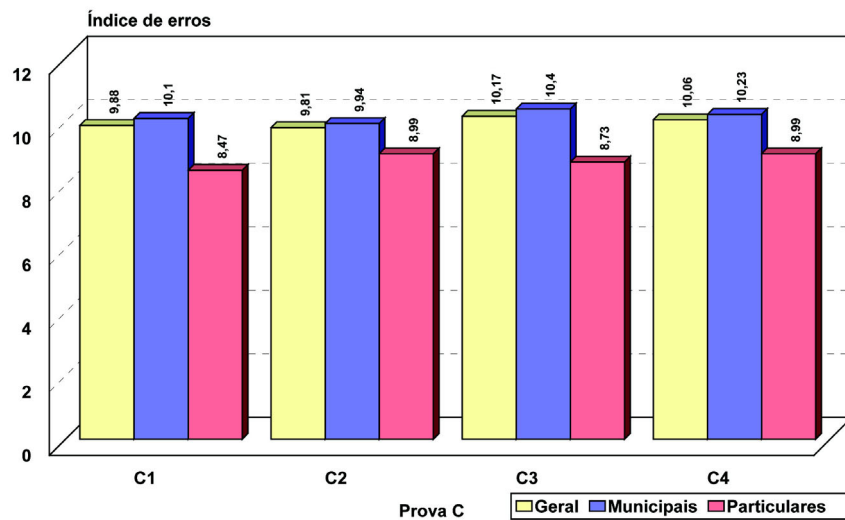


Gráfico 8. Resultado comparativo geral, escolas municipais e particulares das questões C1 a C 4.

A prova C1 mostra que 9,88% das crianças não sabem distinguir se um número elementar é maior ou menor do que outro, 10,1% nas escolas municipais na sabem e 8,47% nas escolas particulares.

A prova C2 mostra que 9,81% das crianças não sabem distinguir se uma dezena

### *O Cérebro e a Matemática*

é maior ou menor do que outra, 9,94% nas escolas municipais e 8,99% nas particulares.

A prova C3 mostra que 10,17% das crianças não sabem distinguir se uma centena é maior ou menor do que a outra, 10,4% nas escolas municipais e 8,73% nas particulares.

A prova C4 mostra que 10,06% das crianças não sabem distinguir se um milhar é maior ou menor do que outro, 10,23% nas escolas municipais e 8,99% nas particulares.

O gráfico 9 mostra os resultados da habilidade em efetuar cálculos de somar, a prova tem sete contas com dificuldades crescente.

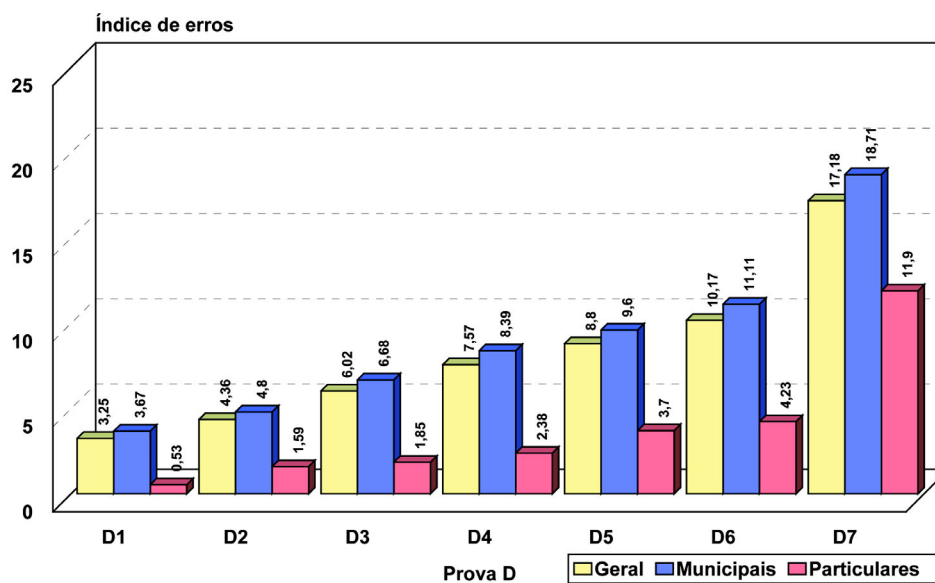


Gráfico 9. Resultado comparativo geral, escolas municipais e particulares das questões D1 a D 7.

As provas de D1 a D7 mostram que 3,25% das crianças não sabem somar um número elementar ao outro, 3,67% nas escolas municipais e 0,53% nas particulares.

*José Alexandre Bastos*

D2 4,36% não sabem somar um número decimal com um número elementar, 4,8% nas escolas públicas e 1,59% nas particulares.

D3 propõe uma soma de número decimal maior com número elementar maior e 6,02% não conseguem fazer a conta, 6,68% nas escolas municipais e 1,85% nas particulares.

D4 propõe uma soma entre dois números decimais e 7,57% das crianças não acertam a conta, 8,39% nas escolas municipais e 2,38% nas particulares.

A prova D5 propõe uma soma entre dois números centesimais, 8,8% das crianças não acertam a conta, 9,8% nas escolas municipais e 3,7% nas particulares.

A prova D6 propõe uma soma entre um número milesimal com um número centesimal, 10,17% das crianças não acertam a conta, 11,11% nas escolas municipais e 4,23% nas particulares.

A prova D7 propõe uma soma entre um número de dezena de milhal com um número centesimal, 17,18% das crianças não acertam a conta, 18,71% nas escolas municipais e 11,9% nas particulares.

## O Cérebro e a Matemática

O gráfico 10 mostra os resultados da habilidade em efetuar cálculos de subtração, a prova tem sete contas com dificuldades crescente.

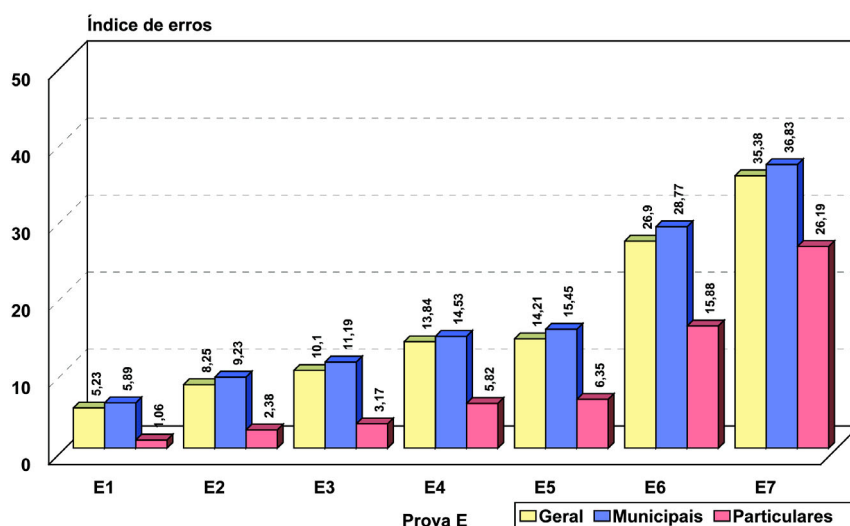


Gráfico 10. Resultado comparativo geral, escolas municipais e particulares das questões E1 a E 7.

As provas E1 a E7 propõe cálculos de subtração:

E1- subtração entre dois números elementares, 5,23% das crianças não acertam a conta, 5,89% nas escolas municipais e 1,06% nas particulares.

E2- subtração de um número decimal por um elementar, 8,25% das crianças não acertam a conta, 9,23% nas escolas municipais e 2,38% nas particulares.

E3- subtração de um número decimal por um elementar, 10,1% das crianças não acertam a conta, 11,19% nas escolas municipais e 3,17% nas particulares.

E4- propõe uma subtração entre dois números decimais, 13,84% das crianças não acertam a conta, 14,53% nas escolas municipais e 6,35% nas particulares.

E5- propõe uma subtração entre um número centesimal e um decimal, 14,21% das crianças não acertam a conta, 15,45% nas escolas municipais e 6,35% nas particulares.  
E6- propõe uma subtração entre um número milesimal e outro centesimal, 26,9% das crianças não acertam a conta, 28,77% nas escolas municipais e 15,88% nas particulares.  
E7- propõe uma subtração entre um número de dezena de milhar com um número melesimal, 35,38% das crianças não acertam a conta, 36,83% nas escolas municipais e 26,19% nas particulares.

O gráfico 11 mostra os resultados da habilidade em efetuar cálculos de multiplicar, a prova tem sete contas com dificuldade crescente.

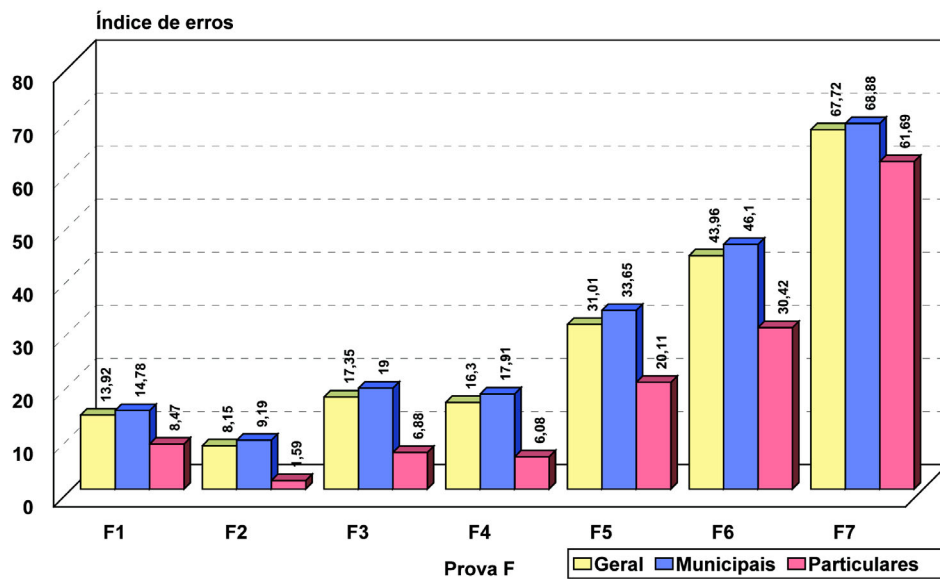


Gráfico 11. Resultado comparativo geral, escolas municipais e particulares das questões F1 a F7.

As provas F1 a F7 propõe resolução de cálculos d multiplicação.

A prova F1 propõe uma multiplicação entre dois números elementares, 13,92% das crianças não acertam a conta, 14,78% nas escolas municipais e 8,74% nas particulares.

### *O Cérebro e a Matemática*

F2- propõe uma multiplicação entre um número decimal e um elemento, 8,15% das crianças não acertam a conta, 9,19% nas escolas municipais e 1,59% nas particulares.

F3- propõe uma multiplicação entre um número decimal e um elemento, 17,35% das crianças não acertaram a conta, 19% nas escolas municipais e 6,88% nas particulares.

Figura 36. Resultado comparativo geral, escolas municipais e particulares das questões G1 a G 6.

As provas G1 a G6 propõe resolução de cálculos de dividir.

A prova G1 propõe uma divisão entre dois números elementares, 10,06% das crianças não acertam a conta, 11,36% nas escolas municipais e 1,85% nas particulares.

G2- propõe uma divisão entre um número decimal e um número elemento, 10,82% das crianças não acertam a conta, 12,36% nas escolas municipais e 1,06% nas particulares.

G3- propõe uma divisão entre um número decimal e um número elemento, 14,57% das crianças não acertam a conta, 16,24% nas escolas municipais e 3,97% nas particulares.

G4- propõe uma divisão entre um número centesimal e um número elemento, 30,08% das crianças não acertam a conta, 31,98% nas escolas municipais e 17,99% nas particulares.

G5- propõe um cálculo de divisão entre um número centesimal por um decimal, 41,51% das crianças não acertam a conta, 43,05% nas escolas públicas e 31,75% nas particulares.

G6- propõe um cálculo de divisão entre um número milesimal por um decimal, 60,84% das crianças não acertam a conta, 60,96% nas escolas públicas e 60,05% nas particulares.

O gráfico 12 mostra os resultados na habilidade de raciocínio matemático, a prova tem oito questões de dificuldade crescente.

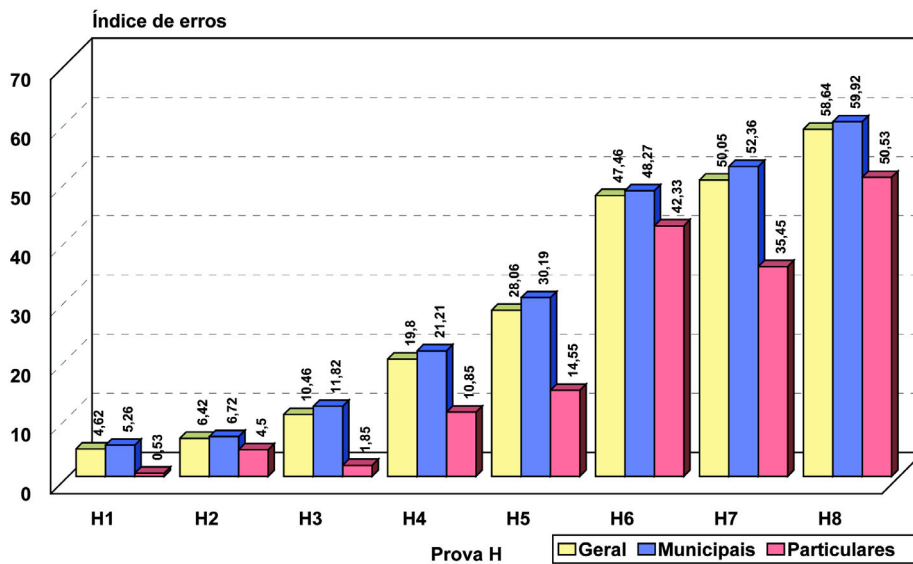


Gráfico 12. Resultado comparativo geral, escolas municipais e particulares das questões H1 a H 8.

As provas H1 a H8 são de raciocínio matemático e propõe a resolução de:

H1- um problema concreto, 4,62% das crianças não acertam, 5,62% das escolas públicas e 0,53% das particulares.

H2- um problema concreto, 6,42% das crianças não acertaram, 6,72% das escolas públicas e 4,5% das particulares.

H3- um problema que exige o conhecimento do conceito do dobro de; 10,46% das crianças não acertaram, 11,82% das escolas públicas e 1,85% das particulares.

H4- um problema que exige o conhecimento do conceito do triplo de; 19,8% das crianças não acertaram, 21,21% das escolas públicas e 10,85% das particulares.

H5- um problema que exige o conceito de dividir, 28,05% das crianças não

### *O Cérebro e a Matemática*

acertaram, 31,19% das escolas públicas e 14,55% das particulares.

H6- um problema que exige o conhecimento de centena, milhar e dúzia, 47,46% das crianças não acertaram, 48,27% das escolas públicas e 42,33% das particulares.

H7- um problema para se encontrar o número oculto que implica numa conta de diminuição, 50,05% das crianças não acertaram, 52,36% das escolas públicas e 35,45% das particulares.

H8- um problema cuja resolução depende da execução de 3 contas, 58,64% das crianças não acertaram, 59,92% das escolas públicas e 50,53% das particulares.

## **DISCUSSÃO**

Aos seis meses de idade começa o desenvolvimento das habilidades em matemática, sendo determinado geneticamente e com caráter cumulativo. Progressivamente e com o desenvolvimento a criança adquire inicialmente a capacidade de contar, depois a representação numérica, conservação de números, princípios de raciocínio, habilidade para fazer operações (adição, subtração, multiplicação e divisão) e, finalmente, os princípios abstratos.

Para avaliar estas habilidades, foi modificada pelo autor a bateria de Boller e Grafman acrescentando-se provas com problemas matemáticos escritos e, também mudada a estratégia de correção, previamente explicada em Material e Métodos. Discute-se em seguida, os resultados obtidos nas diversas habilidades avaliadas, assim como, os aspectos socioeconômicos do presente estudo observando-se os dados da literatura. Em 1993, Shalev e cols. em Israel fizeram avaliação com duzentas crianças normais, entre nove e doze anos, que frequentavam o 3<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup>, 5<sup>a</sup> e 6<sup>a</sup> séries, divididas em quatro

grupos de cinquenta.

A bateria aplicada foi construída da seguinte forma:

Parte 1- Compreensão e produção de números.

A1- Relacionar em duas colunas números com quantidades.

A2- Compreensão de quantidade.

A3- Compreensão de valores numéricos.

A4- Escrever números em ordem.

B1- Habilidade de contar.

B2- Produção escrita de números.

Parte 2- Cálculos

Avaliação da aquisição para fatos numéricos.

Parte 3- Raciocínio matemático.

Avaliação da capacidade de resolver problemas matemáticos envolvendo cálculos de adição, subtração, multiplicação e divisão.

Os resultados obtidos pelas crianças da 4ª série, avaliadas por Shalev e cols. foram os seguintes:

Parte 1: O índice de erros foi muito baixo;

Parte 2: Treze por cento das crianças tiveram quatro ou mais erros, com maior índice em multiplicação e divisão simples;

Parte 3: Dez por cento das crianças tiveram resultado baixo (<20 pontos), significando que ainda não dominaram o conhecimento de multiplicação e divisão complexas.

O estudo de Shalev e cols. mostrou que: a) o domínio da habilidade de contar, compreender e produzir números está adquirido no final da 3ª série; b) a habilidade

### *O Cérebro e a Matemática*

para executar exercícios, envolvendo multiplicação complexa, melhora abruptamente na 4ª série e gradualmente nas 5ª e 6ª séries.

O presente estudo realizado entre os escolares de São José do Rio Preto mostra uma diferença significativa com os resultados destes pesquisadores.: Assim constatamos que o domínio de fazer contas de multiplicar, dividir e resolver problemas aritméticos complexos é menor do que o esperado entre as nossas crianças avaliadas na 4ª série, multiplicação complexa 67,2%, divisão complexa 60,84% raciocínio matemático complexo 58,64%, indiferente da origem da escola ser pública ou privada.

Os escores globais mostram uma percentagem de crianças com rendimento abaixo do esperado (15,5%). Como a literatura mostra que a incidência da discalculia do desenvolvimento é de aproximadamente 3 a 6%, supõe-se que outros fatores estão contribuindo para os resultados encontrados; assim, são referidas abaixo algumas possibilidades:

1. Os currículos de matemática não refletem, como as crianças aprendem matemática; são orientados pela idade cronológica e anualmente novos conceitos são acrescentados.

2. As dificuldades em matemática são socialmente mais aceitas do que as de leitura e escrita.

3. Os novos conhecimentos da ciência não são transmitidos aos professores e como o cérebro calcula ainda é um mistério para a maioria deles continuando ensinando como foram ensinados.

4. No Brasil e provavelmente em outros países com o mesmo desnível social, o baixo nível sócio-econômico tem um peso grande no mau desempenho das crianças.

5. A presença de doenças neurológicas crônicas em geral principalmente crianças com déficit cognitivo global, que não foram diagnosticadas, por falta de acesso aos meios adequados ou por falta de orientação.

### **IDADE E APRENDIZADO DE MATEMÁTICA**

No presente estudo, os melhores escores foram obtidos pelas crianças na faixa etária de 10 a 11 anos, independente de sexo ou outro fator, sugerindo que existe uma idade ideal para a criança frequentar o final do 2º ciclo do ensino fundamental. Os dados confirmam os achados de Shalev e cols. que mostraram melhor desempenho nas crianças da 4ª série com média de 10 anos e seis meses.

Nas crianças com 9 anos e as maiores de 11 anos não foi possível afirmar se o rendimento é pior ou melhor em função da pequena amostra. Em idades maiores de 13 anos, houve piora do rendimento, sugerindo anormalidades neurológicas com várias retenções. Seria necessário avaliar estas crianças com outros instrumentos para diagnóstico etiológico, como foi feito no estudo de Hein (2000).

O presente estudo não investigou as crianças com mau rendimento, para esclarecimento etiológico, porque foi assumido compromisso com as crianças, professores e escolas, que a pesquisa teria caráter sigiloso. Todavia isto não impede de se aplicar no futuro o mesmo protocolo em outro grupo populacional, após o consentimento livre e esclarecido das pessoas envolvidas.

Um estudo já foi iniciado, aplicando o mesmo protocolo em crianças com mau rendimento escolar, tendo como objetivo diferenciar (1) O grupo que tem dislexia e discalculia, (2) O grupo com discalculia isolada, (3) O grupo que apresenta distúrbio no aprendizado da matemática associado a outras doenças neurológicas.

### **SEXO E APRENDIZADO DA MATEMÁTICA**

O presente estudo mostra que as meninas tiveram melhor rendimento do que os meninos da mesma idade, isto confirma os resultados obtidos em diversos estudos. Esta diferença é atribuída ao fato de que na pré-escola e graus elementares, a estratégia de ensino enfoca o desenvolvimento motor fino; isto é, o desenvolvimento de habilidades motoras mais precisas que influenciarão o desempenho escolar em ambos os sexos.

Acredita-se que nesta fase meninos e meninas participam com igualdade em jogos e materiais que usam estas habilidades. Após os doze anos os interesses das meninas mudam, dedicando-se mais às atividades sociais, reduzindo as habilidades em organização espacial, função essencial para o aprendizado de matemática. Esta teoria não é aceita por todos como fator isolado, existindo diversos estudos, tais como, genético, embriológico e hormonais mostrando que o cérebro do homem e da mulher são diferentes no seu desenvolvimento, sofrendo influência hormonal, mais precisamente, da testosterona e estrógenos. Nas meninas a prematuridade e a menarca precoce faz com que o cérebro fique menos tempo exposto a testosterona, predispondo ao mau rendimento em matemática.

Os trabalhos de Benbow e Stanley feitos nos anos de 1972 a 1974, 1976, 1978 e 1979 em crianças no 7<sup>a</sup> e 8<sup>a</sup> séries mostram que neste período, os meninos passam a ter melhor rendimento do que as meninas. No nosso meio ainda não existem estudos para se comparar estes dados, o que deve ser feito futuramente.

### **TIPO DE ESCOLA**

As Tabelas 6 e 7 se referem a escolaridade dos pais e mostram que as crianças com melhor desempenho estão nas escolas privadas e nas municipais situadas em bairros

*José Alexandre Bastos*

de classe B; enquanto que as crianças de pior desempenho, estão nas escolas municipais em bairros D (classe média baixa) e E (bairro carente). Estes dados confirmam os obtidos pelo SAEB de 2001, que pela primeira vez considerou o efeito escola no rendimento em matemática das crianças. As pesquisas deveriam considerar outros fatores que influenciam o rendimento da criança, tais como: salas de aula adequadas, existência na criança de conhecimento informal, o papel da motivação, o efeito de intervenções específicas e o papel da operação dos diferentes processos cognitivos na construção da compreensão da matemática.

### **ESCOLARIDADE DOS PAIS**

As tabelas 5 a 9 e a figura 21 mostram que um fator importante no desempenho das crianças é a escolaridade dos pais. Quanto melhor o nível escolar destes, maior é o desempenho da criança; o pior rendimento foi encontrado nas crianças com pais de escolaridade baixa; este dado foi confirmado no estudo realizado pelo SAEB 2002, que pela primeira vez incluiu esta variável.

O presente estudo comparou a influência dos diversos níveis de escolaridade dos pais com os da mãe mostrando: a) Uma tendência na população de São José do Rio Preto, de pareamento entre pessoas com o mesmo nível de escolaridade. b) Outro dado demonstrado é que o grupo de pais, em que a criança não sabe informar a escolaridade, teve o pior rendimento. Pode-se especular que o ambiente em que a criança vive, não lhe transmite este conhecimento ou que a baixa escolaridade dos pais tenha inibido esta informação da criança.

c) Mostrou que a melhor escolaridade de um dos membros do casal, é suficiente para aumentar o desempenho da criança.

### *O Cérebro e a Matemática*

d) Quando os pais têm nível superior, a criança atinge o maior desempenho. Estes últimos dados, não foram confirmados, por não ter sido encontrado estudos na literatura neste sentido.

### **ANÁLISE DOS TIPOS DE ERROS.**

Em Material e Métodos mostrou-se que o protocolo avaliou as várias habilidades em matemática. Na análise dos resultados, demonstrou-se que a diferença é significativa entre as crianças das escolas A, B e as que estudam nas D e E, existindo um maior percentual de melhor desempenho no primeiro grupo e que este piora na medida em que as questões ficam mais complexas. No entanto, quando se compara com os resultados de Shalev e cols. observa-se que o desempenho das crianças do presente estudo é inferior, tanto nas questões simples como nas complexas, indiferente da origem ser da escola A, B, C, D ou E.

Pode-se especular que os resultados menos favoráveis das crianças no presente estudo devem-se aos seguintes fatores:

- 1- O desnível socioeconômico é menor entre as crianças estudadas por Shalev.
- 2- As escolas do estudo de Shalev são mais homogêneas, com o mesmo padrão de instalações e professores com mesmo nível.
- 3- A provável existência no presente estudo de um percentual de crianças com distúrbios neurológicos crônicos.

No momento existem preocupações mundiais a respeito do ensino da matemática; incluindo temas como:

- ✓ Identificar crianças com distúrbio de aprendizado de leitura e escrita associado com dificuldades em matemática e prover adequado direcionamento e intervenção;

*José Alexandre Bastos*

- ✓ Identificar crianças com distúrbio específico do aprendizado de matemática;
- ✓ Identificar crianças com distúrbio do aprendizado de matemática associado às doenças neurológicas.

O presente estudo propõe que o neurologista no Brasil, envolva-se mais com as dificuldades em matemática. Este envolvimento abrange a compreensão do mecanismo de como o cérebro aprende matemática, podendo assim transmitir estes conhecimentos para pedagogos, professores e pais, colaborando para um melhor ensino e rendimento em matemática.

O neurologista com seus conhecimentos, deve participar mais ativamente de equipes interdisciplinares, tanto na fase de diagnóstico como na explicação para os pais do porquê das dificuldades que a criança apresenta.

Enfim as pesquisas devem se direcionar para os seguintes pontos:

- a) Identificar os estudantes com dificuldades em matemática;
- b) Identificar quais seus pontos fortes e fracos nas habilidades em matemática;
- c) Identificar as estratégias utilizadas pelos estudantes durante as atividades em matemática;
- d) Documentar os resultados obtidos e propor programas de reabilitação;
- e) Conduzir pesquisas sobre as características das crianças com distúrbios em matemática;
- f) Examinar as características dos testes de matemática.

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Parece-nos claro que a situação educacional do País merece uma discussão mais ampla, o risco de uma visão unilateral, atribuindo o fracasso escolar a este ou aquele fator isolado é no mínimo perigoso e até irresponsável.

Com frequência se divulga na mídia responsabilidades, como se os professores com suas parcas remunerações e grandes doses de sacrifício, trabalhando em situações de risco até de sua própria vida, fossem culpados pelo mau rendimento escolar de nossas crianças.

O presente estudo alerta que as causas que levam ao mau rendimento em matemática são multifatoriais, sendo os sociais quantitativamente mais importantes, no entanto não se pode desprezar um grande número de crianças que tem dislexia, discalculia e outras doenças neurológicas prejudicando o seu rendimento que com certeza serão barreiras para a sua ascensão social.

1. É necessário maior envolvimento dos médicos que lidam com crianças para se fazer a detecção precoce do mau rendimento escolar. Que tal terminar a consulta perguntando-se aos pais: “E na escola vai bem”?

2. O diagnóstico deve ser feito por equipe interdisciplinar; a visão unilateral pode provocar erros, atrasando o processo de reabilitação.

3. As crianças consideradas de risco: moradoras de bairros carentes, filhos de pais analfabetos, suspeitas de doenças neurológicas e psiquiátricas devem ser submetidas a programas de estimulação cognitiva, as creches têm condições de assumir esta tarefa se houver investimento em recursos humanos e aparelhamento com material adequado.

4. As prefeituras devem estimular projetos com equipes capazes de diagnosticar e promover a reabilitação escolar destas crianças. Em São José do Rio Preto existe uma parceria com a Faculdade de Medicina chamado Projeto Gato de Botas com estas condições.



## **CAPITULO 7**

### **SITUAÇÕES CLÍNICAS ASSOCIADAS COM DIFICULDADES EM MATEMÁTICA**

## **SITUAÇÕES CLÍNICAS ASSOCIADAS COM DISCALCULIA**

### **EPILEPSIA**

Crises epiléticas são: “eventos clínicos que refletem disfunção temporária de uma pequena parte do cérebro (crises focais) ou de área mais extensa envolvendo os dois hemisférios cerebrais (crises generalizadas)”.

A crise epilética é causada por descarga anormal excessiva e transitória das células nervosas. Os sintomas de uma crise dependem das partes do cérebro envolvidas na disfunção”.

A história da epilepsia se inicia na antiguidade e através dos tempos surgiram mitos e realidade; na Grécia foi chamada de mal sagrado, pois só os deuses podiam “derrubar” uma pessoa e tirar sua consciência, na Idade Média foi atribuída aos demônios, e o doente durante a crise estava possuído.

Hipócrates foi quem pela primeira vez atribuiu as crises com um fenômeno orgânico igual a outras doenças e que sua origem era cerebral, vários estudos contribuíram até se chegar aos conhecimentos atuais.

Hoje de acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS) 50 milhões de pessoas sofrem de epilepsia sendo mais prevalente no terceiro mundo em função da existência de doenças que dependem de uma estrutura de saúde melhor, como a neurocisticercose.

O avanço da neurologia promoveu um melhor conhecimento sobre os mecanismos fisiopatológicos da doença, sabendo-se que as crises são consequência de um distúrbio eletroquímico havendo predomínio dos mecanismos excitatórios e que os sintomas vão depender da área cerebral afetada.

Existem várias situações que acompanham e discriminam as pessoas que tem Epilepsia, apesar dos avançados conhecimentos, ainda existe um estigma muito grande, mitos como “a baba pega”, dificuldades para manter ou conseguir trabalho entre outros, e que ainda não foram totalmente superados.

O comprometimento cognitivo nestas pessoas é frequente e dependem da gravidade, da duração e dos medicamentos regularmente utilizados, condições essas atribuídas aos seguintes mecanismos neurofisiológicos:

Interrupção direta do processo de continuidade pela atividade epileptiforme que interfere com a habilidade para atender a chegada de informações, processar, estocar e lembrar, podendo ocorrer com tarefas específicas; interrupção do processo de consolidação pelo qual a informação é decodificada, estocada e lembrada, por descargas temporalmente distantes da experiência aprendida; lesão permanente do tecido cerebral, reduzindo sua habilidade para reagir adaptativamente a novas informações. No cérebro em desenvolvimento isto pode ser compensado pela plasticidade. Lesões em estruturas maduras pode produzir deterioração cognitiva; alterações no funcionamento cerebral relacionadas a drogas antiepilépticas usadas no tratamento; interrupção direta ou indireta de funções cerebrais pela ocorrência crônica de descargas anormais durante o sono. (C D Binnie et al, 1990).

Existem estudos comprovando maior incidência de distúrbios de aprendizado entre as crianças epiléticas principalmente em matemática.

O problema pode se manifestar com dificuldade em reconhecer números, incapacidade para estabelecer correspondência entre os mesmos, incapacidade para contar, resolver problemas, em combinar números (por ex. 230, 302, 320) e em estabelecer conjuntos.

### *O Cérebro e a Matemática*

Tal diversidade pode se explicar pela complexidade do aprendizado da matemática, que envolve processamento verbal, reconhecimento da caligrafia e ortografia numéricas e algébricas, representação e reconhecimento de símbolos, discriminação visoespacial, entre outros processos.

Os mecanismos relacionados a epilepsia que originam os déficits nesses sistemas são multifatoriais e incluem a idade do aparecimento da crise, frequência das crises, síndrome clínica envolvida e efeitos das drogas anti epiléptica utilizadas.

Além disso, pesquisadores alertam para a importância do lócus cerebral acometido na epilepsia, ressaltando o envolvimento dos lobos parietais e temporais. Quanto aos hemisférios cerebrais envolvidos na discalculia ainda existem controvérsias, Weintraub e Mesulam (1983) sugerem a participação de ambos hemisférios ressaltando a participação do direito.

Geschwind e Galaburda (1985) estudaram a ação hormonal no processo do desenvolvimento hemisférico, principalmente a ação da testosterona sobre a maturação do hemisfério direito que sendo alterado pode comprometer o aprendizado da matemática.

A.E. O'Hare e cols. em seu estudo mostraram déficits específicos para cada hemisfério lesado, ambos resultando em discalculia.

O hemisfério direito estaria ligado à inabilidade para quantificar os números, sendo a capacidade em reconhecer e reproduzir símbolos preservada. O hemisfério esquerdo estaria ligado à inabilidade em reconhecer e reproduzir símbolos, pobreza seqüencial e redução na memória auditiva a curto prazo, sendo preservada a capacidade de quantificar.

## **SÍNDROME DE TURNER**

O fato de possuir material genético, faz com que o homem possa apresentar o fenômeno definido como mutação, que vai resultar em variabilidade fenotípica, contudo, e além disto, a mutação pode causar efeitos clínicos deletérios que prejudicam a adaptação do indivíduo do ponto de vista bio-psico-social (Sikkens, 2002).

Portanto os efeitos fenotípicos resultam de alterações no número ou na estrutura dos cromossomos. Estas podem ocorrer espontaneamente, serem herdadas ou facilitadas por inúmeros fatores, como por exemplo idade materna avançada, irradiação, ação de fármacos, entre outros (Luma et cols., 1996; Brunoni, 1999).

As doenças cuja etiologia se deve a alterações cromossômicas são conhecidas como cromossomopatias e podem ser identificadas pelo reconhecimento de segmentos cromossômicos específicos pelo exame do cariótipo.

As cromossomopatias podem envolver gens autossômicos e cromossomos sexuais. As aneuploidias de X e Y estão entre os distúrbios genéticos humanos mais observados, com freqüência total estimada em 1 para cada 500 nascimentos. Uma das mais freqüentes é a Síndrome de Turner, que apresenta incidência de 1 em 2500-3000 nativos femininos, sendo estimado que somente um entre 500 conceptos Turner chegam à termo, comparados com 4 % dos conceptos com trissomia do cromossomo 18 e 13 e 20% daqueles com trissomia do 21 (Nussbaum et cols. 2001; Sikkens, 2002). A síndrome de Turner é caracterizada do ponto de vista laboratorial pela perda de todo ou de partes de um dos cromossomos X, que determina vários efeitos fenotípicos, mais freqüentemente: linfedema congênito, baixa estatura e disgenesia gonadal. Cerca

### *O Cérebro e a Matemática*

da metade dos pacientes apresentam monossomia do cromossomo X (45,X), 5 a 15% mostram alteração estrutural denominada isocromossomo do braço longo do X [46,X,i(Xq)] e os demais apresentam mosaicismos, a maioria com linhagem celular 45,X, associada a uma ou mais linhagens adicionais (Sybert e McCauley, 2004).

Algumas pacientes podem apresentar segmentos cromossômicos do cromossomo Y no cariótipo, o que confere riscos altos para o desenvolvimento de tumores gonadais, este achado justifica a gonadectomia que é fundamental para a prevenção das referidas neoplasias.

Clinicamente, a síndrome de Turner é uma doença sistêmica, que exige abordagem interdisciplinar, mas frequentemente, o diagnóstico não é reconhecido antes da adolescência.

Além da tríade baixa estatura, atraso do desenvolvimento sexual secundário e infertilidade, há uma variabilidade clínica muito grande e as pacientes podem apresentar, também, pescoço alado, cabelos com implantação baixa, tórax infundibuliforme, cúbito valgo, nevos em face e tórax, hipertelorismo mamário, além de problemas endocrinológicos, cardiovasculares, renais, oftalmológicos, esqueléticos, gastrointestinais, dermatológicos e cognitivos, especialmente deficiência mental e déficit de atenção. Alterações estruturais no parênquima cerebral também têm sido relatadas (Molko et cols., 2004; Rae et cols., 2004)

A inteligência em geral é média, entretanto, muitas pacientes apresentam deficiência na percepção espacial, na organização motora perceptiva, ou na execução motora fina. Em consequência, o QI não verbal é significativamente inferior ao QI verbal e muitas pacientes necessitam de intervenção educacional, especialmente em matemática (Bruandet et cols., 2004; Kesler et cols., 2004; Murphy et cols, 2006)

Os tratamentos são paliativos, sintomáticos e os protocolos mais utilizados envolvem estratégias para promoção do crescimento (Casado de Frias, 2003; Parvin et cols., 2004). Recentemente porém, outras abordagens têm permitido, inclusive, a possibilidade de gravidezes bem sucedidas e diagnósticos cada vez mais precoces, incluindo pré-implantacionais (Casado de Frias, 2003; Zielinski e Sirko, 2003).

Diante desta variedade de queixas e achados está indicado o aconselhamento genético, que pressupõe um conjunto de atividades profissionais que ajudam e apoiam o binômio paciente/família, desde o momento da investigação até a conclusão diagnóstica. Essas orientações possibilitam o melhor entendimento das conseqüências, opções terapêuticas e reprodutivas, oferecendo o apoio necessário para a tomada de decisões, considerando-se o impacto psicológico, dificuldade de aceitação, sentimento de culpa e outras conseqüências emocionais.

Neste contexto, o conhecimento de todas as características da síndrome de Turner é fundamental para orientação das pacientes e suas famílias durante este processo, e para elaboração de estratégias terapêuticas de intervenção precoce. As dificuldades em aritmética na Síndrome de Turner são bem conhecidas, e alguns sintomas são marcantes, tais como déficit visuo-espacial, processamento numérico, funções executivas e cognição social.

As maiores dificuldades encontradas em aritmética na Síndrome de Turner estão relacionadas com subtrações, operações com números grandes, estimativa e subtaneidade.

Dehaene e Fisher (2003) chamam a atenção sobre o subtipo de discalculia denominada espacial, relacionada ao desenvolvimento anormal de representação

### *O Cérebro e a Matemática*

numérica. Sabendo-se que os circuitos neurais do lobo parietal estão sob controle genético é possível então identificar defeitos genéticos ou mutações que interferem nestas áreas, dificultando o desenvolvimento normal da aritmética, cujo resultado é a discalculia de desenvolvimento, os estudos de Dehaene e Cols, documentam prejuízo em matemática e principalmente, em aritmética de leve a severa e relacionando com imagem cerebral que mostram disfunções em regiões parieto-occipital bilateralmente.

As operações de multiplicação e adição exatas são fruto do armazenamento pela automatização através da memória verbal e envolvem os circuitos de linguagem no hemisfério esquerdo girus angular e córtex pré-frontal inferior, as operações de comparação, subtração e adição aproximada são envolvidas por manipulações quantitativas que são dependentes dos sulcos intraparietais bilateralmente.

Dehaene e Cols estudaram 12 pacientes com Síndrome de Turner, entre 18 e 40 anos com testes que avaliaram a contagem verbal, leitura e escrita de números, sentido numérico e quantitativo, comparação de números, bissecção, estimativa, subtaneidade e testes de aritmética (adição, subtração, multiplicação e divisão).

Os resultados mostraram que os pacientes com Síndrome de Turner foram mais lentos do que as pessoas normais, nas provas de leitura, escrita de números, subtaneidade, adição, subtração e divisão. Existem estudos envolvendo imagens cerebrais com Ressonância Magnética Funcional analisando um grupo controle x

Síndrome de Turner utilizando tarefas com cálculos exatos, cálculos aproximados e controle com letras.

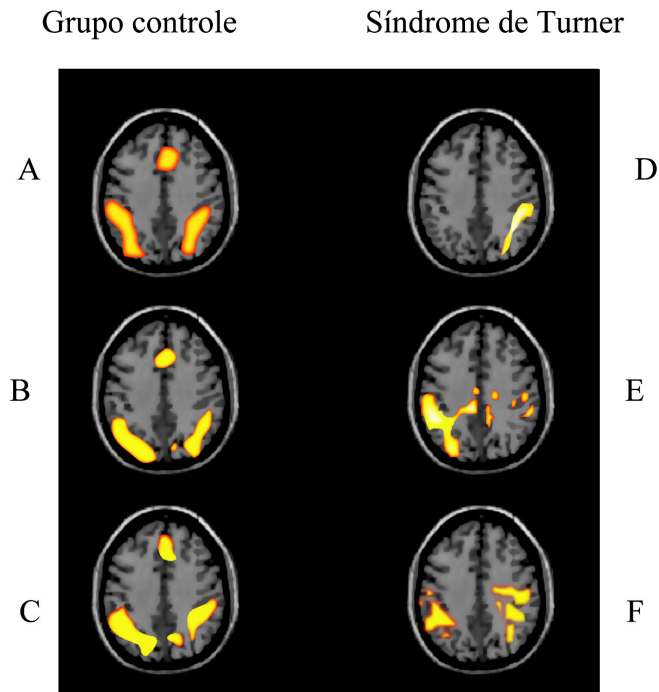


Figura 26. Mostra as diferenças entre o grupo controle e os com S.T

( Publicação autorizada pelo Prof.Dehaene)

**A-** A ativação bilateral dos sulcos intraparietais durante tarefas de cálculos.

**B-** A ativação intraparietal aumenta durante cálculos exatos com números grandes.

**C-** A ativação intraparietal aumenta durante cálculos aproximados com números pequenos.

**D-** A ativação intraparietal não aumenta em cálculos com números exatos com o tamanho do número.

**E-** A ativação intraparietal não foi maior durante cálculos aproximados com números pequenos do que com cálculos exatos com números pequenos.

**F-** Ambos sulcos intraparietais mostram ativação anormal nas tarefas interativas (letras e números).

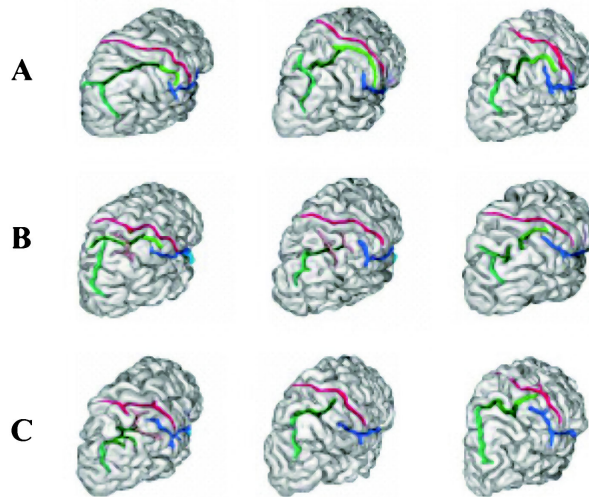
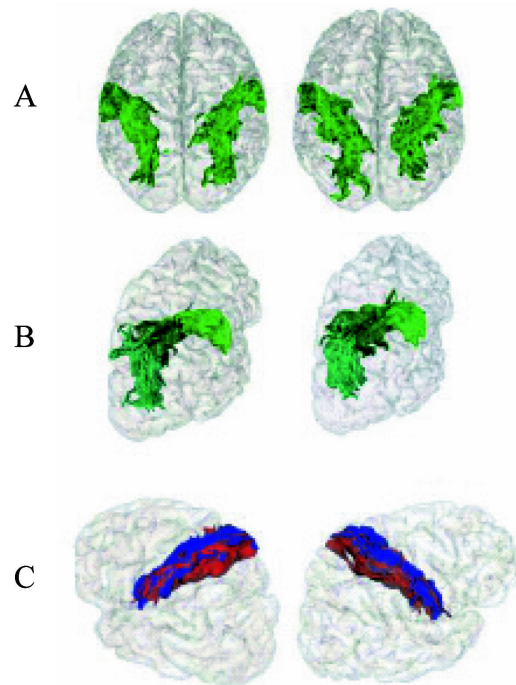


Figura 27 Mostra em:

- A) Variantes da normalidade do sulco intraparietal
- B) Interrupção incomum da porção horizontal do SIP direito em três pacientes com Síndrome de Turner
- C) Forma anormal e segmentação do SIP em três pacientes com síndrome de Turner. ( Publicação autorizada pelo Prof.Dehaene)



A figura 28. Mostra em A e B as alterações morfológicas do sulco intraparietal, na síndrome de Turner. Em C o deslocamento do sulco central para trás em consequência do menor tamanho do sulco intraparietal.

( Publicação autorizada pelo Prof.Dehaene)

### **SÍNDROME DO X FRÁGIL**

A Síndrome do X Frágil ou Síndrome de Martin e Bell é causa comum de atraso mental e também de autismo. Existe uma mutação do gene FMR1 no cromossomo X.

O codão CGG que se repete nas pessoas normais entre 6 e 53 vezes, nos acometidos repete-se mais de 230 vezes.

Os homens por terem uma cópia do cromossomo X são acometidos enquanto as mulheres são portadoras ou tem sintomas leves.

A Síndrome tem características bem definidas: a) Fácies alongada, b) orelhas de abano, c) macrocefalia, d) peito arqueado, e) queixo proeminente, f) macroorquidismo, g) déficit cognitivo com QI geralmente abaixo dos 70 pontos, h) dificuldade no pensamento abstrato, i) diminuição da capacidade que requerem raciocínio, j) diminuição da capacidade de resolver problemas complexos, l) resolução de questões de causa e efeito, m) diminuição da capacidade de resolução de tarefas visuo-motoras, construção visual com conteúdo abstrato, n) diminuição das aptidões quantitativas e aritméticas, em consequência dos problemas visuo-motores e dificuldade nos conceitos de quantidade e número.

Os sintomas são consequência da redução da produção da proteína FRMP que participa na sinaptogênese, ocorrendo um desenvolvimento neural anormal no hipocampo, cerebelo, lobos frontais e parietais.

A gravidade vai depender das áreas afetadas assim como o grau dessas alterações. O tratamento é sintomático e com equipe multidisciplinar.

## **SÍNDROME DE WILLIAMS-BEUREN**

A síndrome de Williams-Beuren ocorre em 1:20 000 nascimentos e está associada a distintos comportamentos e perfis psicológicos.

É determinada geneticamente e leva a comprometimento intelectual variável em idade precoce, dificuldade alimentar, vômitos, constipação, irritabilidade e atraso no desenvolvimento.

O exame físico mostra o fácies de Elfin, problemas renais, cardíacos e a dentição pode estar comprometida. Laboratorialmente encontra-se hipercalcemia.

O estudo genético mostra microdeleção no cromossomo 7, resultando na interrupção do gene da elastina, o que leva a alterações nas paredes vasculares, pulmão, intestino e pele.

O nível mental pode estar comprometido de médio a severo grau, podendo ter distintos padrões comportamentais.

Perfil de habilidades encontradas na síndrome de Williams: a) dificuldade de aprendizado média ou severa, b) boa habilidade verbal, c) fala fluente articulada, d) comprometimento motor grosseiro e fino, e) dificuldades visuo espaciais, f) tendem a ser desinibidos e tagarelas, g) sociáveis, adorando falar e interagir com adultos.

O comportamento destas crianças é geralmente hiperativo, com pobre concentração, ansiosos e hipersensíveis aos sons, sociáveis e extrovertidos.

As inabilidades em matemática são muito evidentes e algumas crianças são muito hábeis em música.

## *O Cérebro e a Matemática*

O diagnóstico pode ser feito através do teste de hibridização fluorescente in situ (FISH) para confirmação da deleção 7q11.23.



Figura 29. Síndrome de Williams Beuren (Foto autorizada pelos pais)

### **TRANSTORNO DO DÉFICIT DE ATENÇÃO/ HIPERATIVIDADE**

A relação entre o déficit de atenção e o aprendizado de leitura e escrita tem sido motivo de diversos estudos, embora a interferência da desatenção no aprendizado de matemática seja evidente; poucos estudos tem sido feitos demonstrando esta relação.

Os estudos de Kosci (1974) e Ruth Shalev (1996) mostram prevalência de discalculia em crianças na idade escolar de pelo menos 6%. Um destes estudos mostrando a coexistência do déficit de atenção e discalculia, foi realizado com 3.029 crianças Israelitas com 11 anos de idade, sendo que 185 foram diagnosticadas como portadoras de discalculia e que 26% tinham sintomas de déficit de atenção (R. Shalev, 1996).

A execução de cálculos matemáticos exige várias habilidades mas algumas envolvem diretamente a atenção tais como: diferença entre os sinais (+ - x e :) colocação correta dos números no espaço, utilizar a “reserva” de forma adequada, copiar do quadro negro de forma correta

Rourke (1993) analisando o perfil neuropsicológico de crianças com comprometimento em matemática, identificou dois grupos: 1º. As que tinham

preservado o processo de leitura e escrita e inabilidades viso-espacial sugerindo comprometimento hemisférico direito e o 2º. grupo com inabilidade de leitura e escrita, mau rendimento em matemática, compatível com disfunção hemisférica esquerda.

O estudo de Geary (1993), acrescenta dois déficits distintos 1-Com déficit de memória, levando a dificuldade em lembrar os fatos numéricos (tabuadas) enquanto outro grupo mostra dificuldade no procedimento do calculo (estratégia, reserva etc.).

Duas pistas são interessantes para a percepção que o déficit de atenção está interferindo no rendimento em matemática são: 1) erros em operações simples associados com acertos em cálculos mais complexos e 2) aumento do número de erros no final da tarefa.

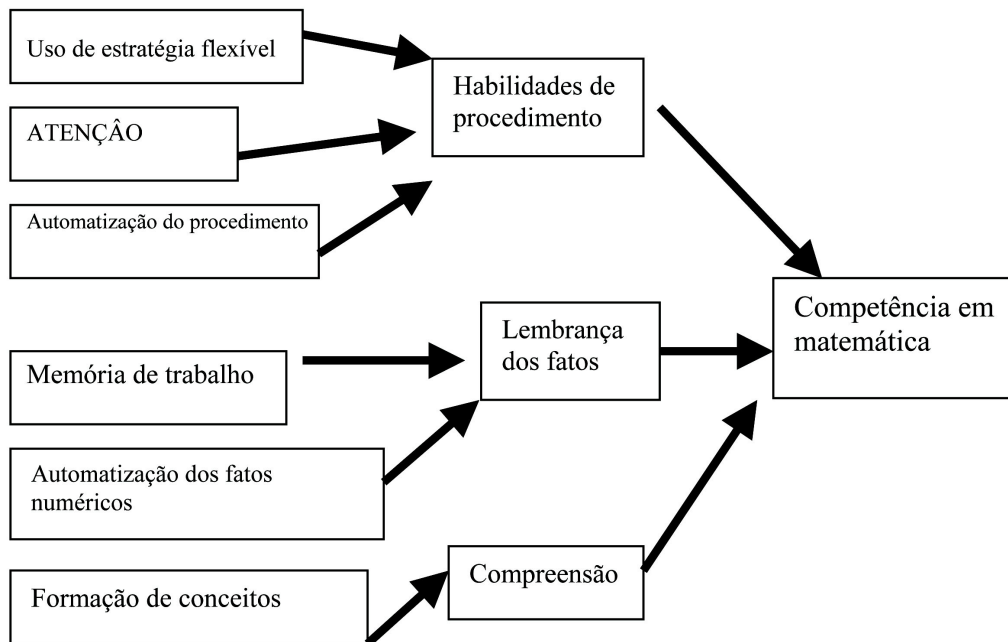


Diagrama 3 Mostra as habilidades necessárias para a competência em matemática, destacando-se a importância da atenção.

### *O Cérebro e a Matemática*

Em 2003, foi realizada em São José do Rio Preto uma avaliação em 88 crianças, relacionando o déficit de atenção e o aprendizado da matemática; 74 eram meninos e 14 meninas, utilizou-se um teste de atenção visual e as crianças foram submetidas a um protocolo (Bastos, 2003) que avalia as habilidades: léxica, sintática, noção de grandeza, cálculos das quatro operações e raciocínio matemático.

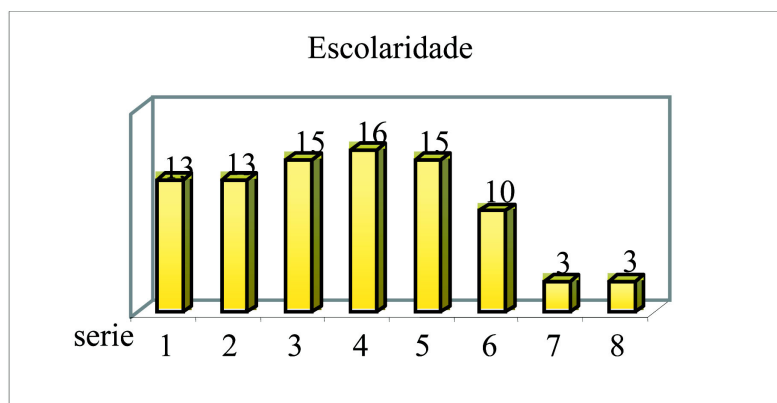


Gráfico 13. Nível da escolaridade das 88 crianças estudadas

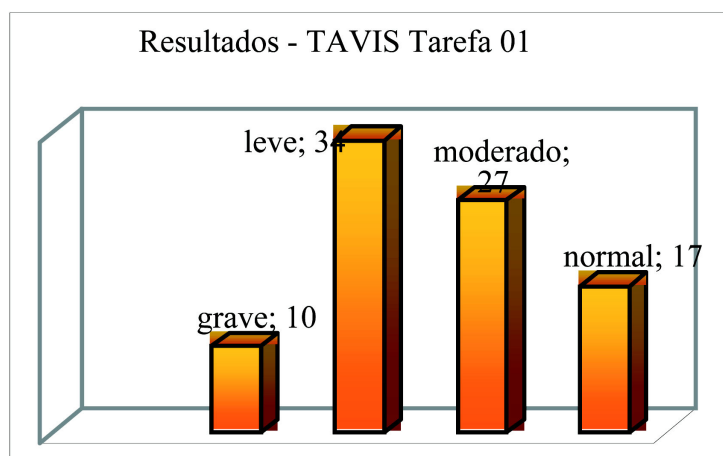


Gráfico 14. Resultados obtidos na tarefa 1, do teste de atenção

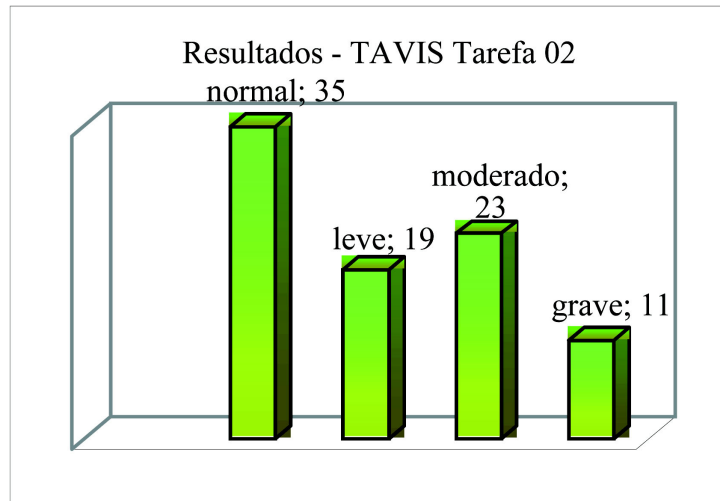


Gráfico 15. Resultados obtidos na tarefa 2 do teste de atenção.

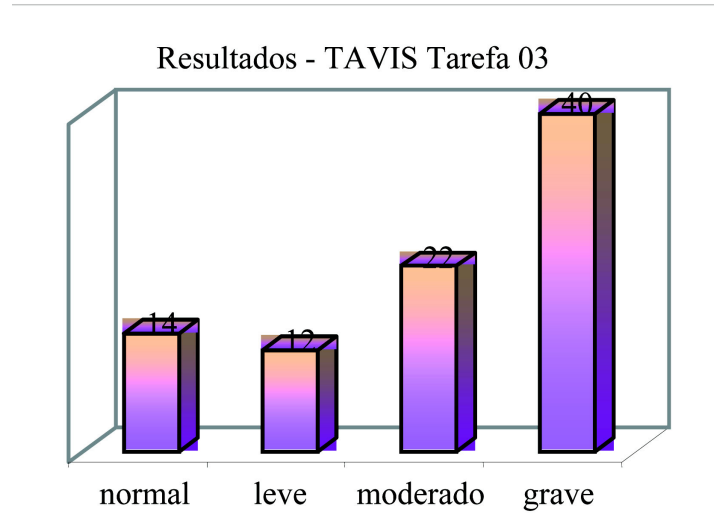


Gráfico 16. Resultados obtidos na tarefa 3 do teste de atenção.

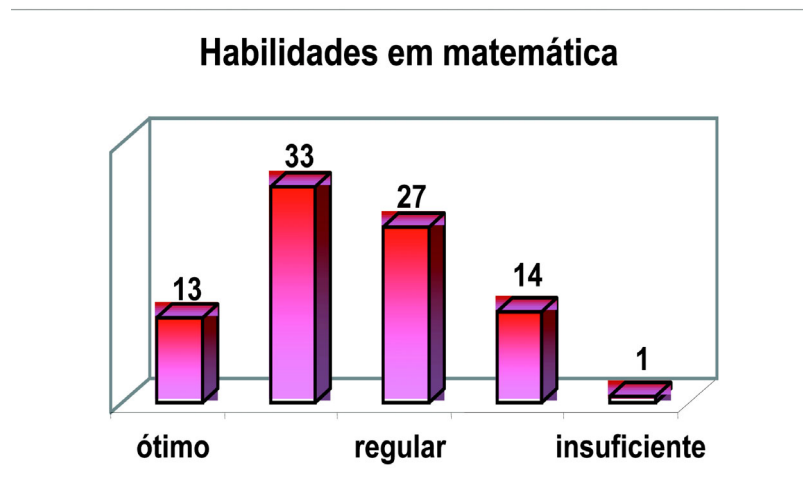


Gráfico 17. Resultados obtidos nas habilidades em matemática.

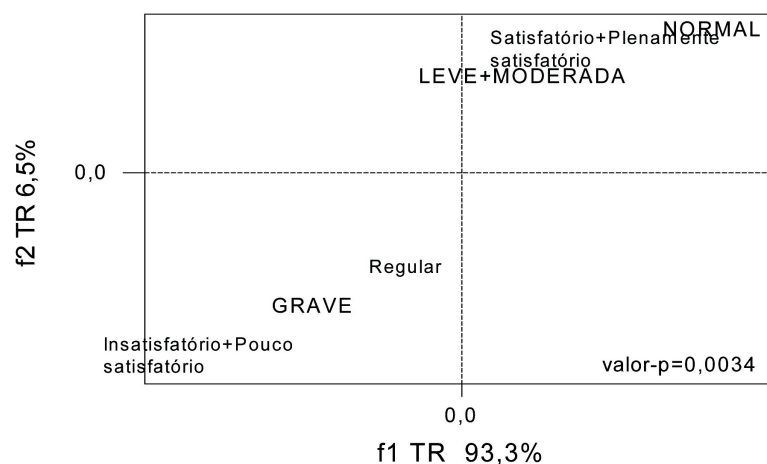


Gráfico 18. Relação entre o déficit de atenção e o rendimento em matemática.

Os resultados foram comparados utilizando-se o método estatístico de análise dependência (ANADEP) que compete com o de análise e correspondência e os resultados são demonstrados na figura 42.

Mostrando-se que é estatisticamente significante ( $P=0,0034$ ) a relação entre o déficit de atenção e o rendimento em matemática.

### **TRATAMENTO**

O exposto abre duas perspectivas de tratamento:

- 1- Intervenção psicopedagógica, que será detalhada em capítulo específico e,
- 2-Tratamento medicamentoso.

Existem estudos mostrando que o uso de Metilfenidato (Carlson et al, 1991) melhora o rendimento em matemática; este estudo avaliou um grupo de crianças com testes de cálculos em matemática no computador demonstrando que o uso do Metilfenidato melhora o tempo de execução das tarefas e melhora o índice de acertos, sendo a dose média utilizada via oral foi de 0,3 mg/kg/dose. O estudo de Marshall et al (1986) mostra que os problemas atencionais não são relacionados com o prejuízo em matemática porque não são objetivamente investigados

Conclui-se que a avaliação das habilidades em matemática deve fazer parte da rotina de investigação de TDAH, pois o diagnóstico possibilita o tratamento.

### **SÍNDROME FETALALCOOLICA**

O álcool é um depressor do sistema nervoso central, atuando em vários locais incluindo, formação reticular, cerebelo, córtex e neurotransmissores: a) aumenta a quantidade de noradrenalina e dopamina, b) diminui a transmissão no sistema da acetilcolina, c) aumenta a transmissão do sistema GABA e d) aumenta a produção de beta endorfina no hipotálamo.

Embora os efeitos deletérios do abuso do álcool no organismo humano sejam

### *O Cérebro e a Matemática*

conhecidos há muito tempo, somente em 1968 na França e em 1973 nos EUA foram descritos os primeiros casos de síndrome fetal alcoólica.

O álcool atravessa facilmente a barreira placentária, interrompe o desenvolvimento normal do cérebro, compromete a formação do corpo caloso, reduz o tamanho dos gânglios da base, lesa o cerebelo e córtex cerebral.

O quadro clínico da síndrome fetal alcoólica inclui: a) microcefalia, b) graus variáveis de retardo mental, c) incoordenação motora, d) hiperatividade e malformação facial. Outras vezes a síndrome fetal não é tão evidente, podendo manifestar-se sintomas mais sutis que podemos denominar de efeitos do álcool no sistema nervoso.

Uma das implicações do uso do álcool durante a gravidez é o comprometimento do processamento numérico.

Os estudos de Karen Kopera Frye, Stanilas Dehaene e Ann Streissguth mostram que os indivíduos afetados têm comprometimento em testes padronizados para aritmética, sendo mais evidentes nas tarefas de processamento numérico.

Os autores avaliaram 29 adolescentes e adultos com síndrome fetal alcoólica e com efeitos do álcool.

Foram utilizados testes que avaliaram: 1- Leitura de números – 20 números arábicos de um e dois dígitos, 2- Escrita de 20 números de 1 a 99 que foram ditados em voz alta, 3- Comparação numérica – 20 pares de números na forma arábica do mesmo tamanho para identificação do maior, 4- Cálculos exatos de adição, subtração e multiplicação, 20 contas de cada tipo, 5- Cálculos aproximados de adição, subtração e multiplicação, 20 contas de cada tipo ( $4+5=10$  ou  $20$ ), 6- Julgamento de aproximação 30 números apresentados acompanhados por 2 outros números do mesmo comprimento e o examinado assinala o número aproximado ( $18 : 20$  ou  $30?$ ), 7- Estimativa cognitiva

*José Alexandre Bastos*

30 questões feitas em voz alta, por exemplo: 1- Qual o tamanho aproximado de um ônibus?, 2- Quanto pesa uma cadeira padrão?

Os resultados mostraram dificuldades em cálculos e estimativas com preservação das habilidades em ler e escrever números, o grande comprometimento foi nos testes de estimativa cognitiva que é muito sensível para as lesões do lobo frontal.

Futuros estudos devem correlacionar os achados neuropsicológicos e neuroimagem.



### **BAIXO PESO E MATEMÁTICA**

Baseado nos estudos de Klein (1989), que mostra crianças com dificuldades com números, nascidas com extremo baixo peso, e no trabalho de Rourke (1989), que especularam a redução da substância cinzenta no hemisfério direito como substrato das dificuldades em matemática destas crianças. Elizabeth Isaacs e Cols em 2001 estudaram um grupo de crianças que nasceram com menos de 30 semanas de gestação e pesando 1.500 Kg ou menos; o estudo de Rickard e Cols em 2000 demonstrou que ambos lobos parietais estão envolvidos nos cálculos, mas que a disfunção no lobo parietal esquerdo isolado pode comprometer o aprendizado da matemática.

As crianças foram submetidas a teste de QI com WISC-III, para afastar a probabilidade do comprometimento em matemática secundário a déficit cognitivo global

Foram definidos quatro grupos de crianças: 1-Com déficit nas operações numéricas, 2-Com resultados nas operações numéricas compatíveis com seu QI, 3-Com déficit no raciocínio matemático, 4- Com raciocínio matemático apropriado e 5- Um grupo com comprometimento nas operações numéricas e raciocínio matemático.

O estudo com RM e a análise morfométrica baseada em voxel foram realizadas e os resultados mostraram claramente que as crianças sem déficit em cálculos têm mais substância cinzenta na região do sulco intraparietal esquerdo do que as que têm dificuldade.

## **DISLEXIA E DISCALCULIA**

As duas situações são entidades diferentes ou fazem parte do mesmo problema? Esta questão foi feita no estudo de Tony Attwood e o autor responde citando os trabalhos de Joffer (1981), Flerschner e Cols (1982), Steeves (1983) e Butterworth (2000).

Os argumentos destes trabalhos reforçam as seguintes idéias: 1-As duas situações são diferentes, 2- Existe uma origem genética nas duas, entretanto, são diferentes, 3- As duas situações são diferentes, mas existem indivíduos que sobrepõe uma a outra, 4 - Existe um grupo que tem em comum o comprometimento da memória de curto prazo.

Os dados dos estudos concluem que:

- 10% dos disléxicos são excelentes em matemática.
- 30% dos disléxicos tem o nível de matemática esperado para sua inteligência.
- 10% estão abaixo do nível esperado para sua inteligência, devido a dificuldades na memória de curto prazo, que uma vez contornadas diminuem seus problemas.
- 25% dos disléxicos tem rendimento em matemática abaixo do esperado, mas como efeito colateral da sua dificuldade na leitura, que uma vez contornado, fazem suas dificuldades em matemática desaparecerem.

Concluindo esta questão, é necessário citar os recentes estudos do Professor Brian Butterworth da UCL (Reino Unido), que afirma: “Enquanto a dislexia é amplamente reconhecida na área de leitura, na área dos números definitivamente não é”.

A discalculia é uma condição genética que pode levar o aprendizado das habilidades numéricas a um comprometimento profundo, existindo evidências que sugerem um genótipo específico para discalculia, que leva a estas dificuldades.

A figura mostra que não existe correlação entre a linguagem, o sistema decimal e o de cálculo.



*O Cérebro e a Matemática*





## **CAPITULO 8**

### **DIAGNÓSTICO**

## **DIAGNÓSTICO**

È sempre válido reforçar a necessidade do diagnóstico do mau rendimento em matemática ser feito por equipe interdisciplinar experiente, visando a identificação adequada para uma situação que envolve inúmeras variáveis.

Existem vários testes capazes de avaliar as habilidades em matemática pode-se destacar a avaliação de Luria , Ruth Shalev e o sub teste da escala Weschler Intelligence Scale for Children (WISC) para matemática, não existindo um teste padrão ouro, fazendo com que cada pesquisador faça sua própria proposta.

A seguir é mostrada a nossa proposta de avaliação:

## PROTOCOLO PARA CÁLCULO E RACIOCÍNIO MATEMÁTICO

**Adaptado de Boller e Faglione por Bastos J A, 2005.**

Nome: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_  
Sexo: ( ) F ( ) M Série: \_\_\_\_\_ Pontos \_\_\_\_\_  
Escolaridade do Pai \_\_\_\_\_ Escolaridade da Mãe \_\_\_\_\_

**Prova 1** – Transformar em numerais o que está em extenso: Exemplo: oito = 8

- Três \_\_\_\_\_
- Trinta e cinco \_\_\_\_\_
- Trezentos e dezessete \_\_\_\_\_
- Nove mil oitocentos e setenta e seis \_\_\_\_\_

**Prova 2** – Escrever por extenso os numerais: Exemplo: 4 = quatro

- 5 \_\_\_\_\_
- 15 \_\_\_\_\_
- 107 \_\_\_\_\_
- 9075 \_\_\_\_\_

**Prova 3** – Identificar o número maior entre a coluna 1 e 2. Exemplo: 7—

3 \_\_\_\_\_ 7

18 \_\_\_\_\_ 12

760 \_\_\_\_\_ 570

3050 \_\_\_\_\_ 4700

**Prova 4** – Armar e fazer os cálculos (Soma)

5+3= 16+4= 27+5= 89+55= 376+125= 3306+1704= 85279+835=

**Prova 5** – Armar e fazer os cálculos (Diminuição)

8-2= 19-8= 15-9= 72-35= 149-34= 5000-354= 601000-4712=

*O Cérebro e a Matemática*




**Prova 6 – Armar e fazer os cálculos (Multiplicação)**

$7 \times 8 =$     $11 \times 3 =$     $38 \times 4 =$     $142 \times 5 =$     $37 \times 24 =$     $308 \times 73 =$     $928 \times 746 =$

**Prova 7 – Armar e fazer os cálculos (Divisão)**

$6 : 2 =$     $15 : 3 =$     $45 : 9 =$     $456 : 6 =$     $312 : 13 =$     $8694 : 69 =$

**Prova 8 – Raciocínio (Problemas).**

1. Haviam \_\_\_\_\_ pássaros. Chegaram mais \_\_\_\_\_ pássaros. Ficaram \_\_\_\_\_ pássaros.  
      
2. Haviam \_\_\_\_\_ ovos. Tirei \_\_\_\_\_ ovos. Restaram \_\_\_\_\_ ovos.  
000000000                      000                      000000
3. Eu tenho duas pipas, João tem o dobro. Quantas pipas ele tem?
4. Minha tia fez 30 brigadeiros, e minha mãe fez o triplo, quantos brigadeiros minha mãe fez?
5. Tenho 400 lápis para colocar em 5 caixas. Quantos lápis devo colocar em cada caixa?
6. Um feirante vendeu no sábado 1 unidade de milhar de maçãs, 9 centenas de pêras, meia centenas de melões e duas dúzias de melancias.

**Responda:**

- a) Quantas maçãs ele vendeu?
- b) Quantas pêras?
- c) Quantos melões?
- d) Quantas melancias?
- e) Quantas frutas vendeu ao todo?

7. A soma de dois números é igual a 4690, e um dos números é 1592. Qual é o outro?

8. Um pipoqueiro fez 450 sacos de pipoca doce e 580 sacos salgadas. Vendeu 336 pipocas doce e 265 salgadas. Quantos sacos de pipocas sobraram?

A opção por este instrumento é possibilitar a avaliação de uma grande população e analisar as habilidades propostas por MacKloskey e Basilli em 1985 ou seja as habilidades numerais léxica e sintáxica nas formas escrita e arábica, produção e compreensão dos números nas duas formas, cálculos nas quatro operações e a transcodificação do sistema escrito para a forma arábica e vice-versa.

Além disso este instrumento possibilita a análise da noção de grandeza e raciocínio matemático.

No capítulo sobre a avaliação populacional foram apresentados os resultados quantitativos, sendo possível demonstrar os vários tipos de erros cometidos, possibilitando a classificação do tipo de Discalculia.

**CLASSIFICAÇÃO DOS TIPOS DE ERROS ENCONTRADOS**

Inabilidade léxica para números na forma arábica e escrita.

Inabilidade sintática para números na forma arábica e escrita.

**Processo Sintático - relação entre os elementos para compreender e produzir um número como um todo**

Prova 1 - Transformar em numerais o que está em extenso: Exemplo: oito = 8

*J.A. - 12a. 4a série*

- a) Três 3
- b) Trinta e cinco 35
- c) Trezentos e dezessete 315
- d) Nove mil oitocentos e setenta e seis 9000 e 800 e 67
- e) Dezessete mil e dois

**Falta de noção de grandeza**

Prova 3 - Identificar os números maiores

3	7
18	12
760	570
5050	4700

*(Handwritten: 3, 18, 760, 5050 are circled in blue. 7, 12, 570, 4700 are circled in pink with an 'X' next to them.)*

**Inabilidade para cálculos. Para fatos numéricos, procedimento numérico e na orientação espacial.**

A2 Prova 4 - Armar e fazer os cálculos (soma).

*J.P.V. 10a. 4a s.*

a)  $5+3=8$     b)  $16+4=20$     c)  $27+5=32$     d)  $89+55=144$     e)  $376+125=501$     f)  $3306+1704=5010$

*(Handwritten calculations for each sum are shown with errors in alignment and carrying.)*

g)  $85279+835=86114$

Prova 5 - Armar e fazer os cálculos (Diminuição).

a)  $8-2=6$     b)  $19-8=11$     c)  $15-9=6$     d)  $72-35=37$     e)  $149-34=115$     f)  $5000-354=4646$     g)  $60100-4712=55388$

*(Handwritten calculations for each subtraction are shown with errors in alignment and borrowing.)*

**Os cálculos acima mostram erros nos fatos e procedimento.**

**ERRO NO PROCEDIMENTO DE CÁLCULO**

$$\begin{array}{r} 78 \\ - 97 \\ \hline 1615 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 65 \\ \times 4 \\ \hline 2420 \end{array}$$

**Observar que a criança sabe os fatos numéricos e não o procedimento.**

Inabilidade para raciocínio matemático. Em problemas concretos e abstratos.

**Resolução de problemas aritméticos**

- A3 5. Tenho 400 lápis para colocar em 5 caixas. Quantos lápis devo colocar em cada caixa? R.S.V. 11a.  
43s.

R: Devo colocar 160 lápis de colorar

6. Um feirante vendeu no Sábado 1 milhar de maçãs, 9 centenas de pêras, meia centena de melões e duas dúzias de melancias.

Responda:

- a) Quantas maçãs ela vendeu? 1000,000 (um milhar)      1.000,000  
 b) Quantas pêras? 900 (novecentos)      900  
 c) Quantos melões? 50 (cinquenta)      50  
 d) Quantas melancias? 24 (duas dúzias)      24  
 e) Quantas frutas vendeu ao todo?      2.000,974

7. A soma de dois números é igual a 4690 e um dos números é 1592, qual é o outro?

$$\begin{array}{r} 1592 \\ + 3098 \\ \hline 4690 \end{array}$$

R: Este número é 4690.

8. Um pipoqueiro fez 450 sacos de pipoca doce e 580 sacos de salgada. Vendeu 336 sacos de pipoca doce e 265 de salgadas. Quantos sacos de pipocas sobraram?

$$\begin{array}{r} 450 \\ - 336 \\ \hline 114 \end{array} \quad \begin{array}{r} 580 \\ - 265 \\ \hline 315 \end{array}$$

R: sobraram 114 sacos de pipoca doce e 315 sacos de pipoca salgada



*O Cérebro e a Matemática*





## **CAPITULO 9**

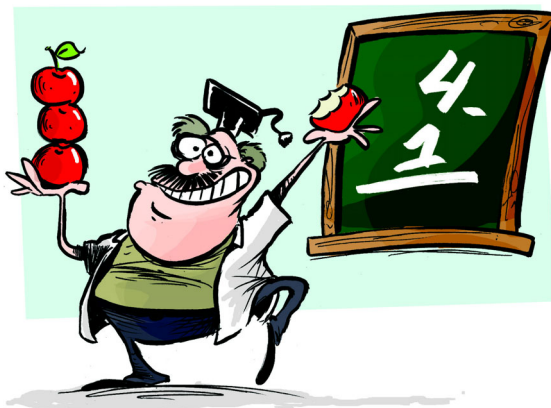
### **INTERVENÇÃO PSICOPEDAGÓGICA**

## **INTERVENÇÃO PSICOPEDAGÓGICA**

Ângela Cecato

### **Aspectos Gerais da Intervenção nas Dificuldades de Aprendizagem de Matemática.**

Consciente das dificuldades matemáticas do seu aluno, o pedagogo deve planejar a ação interventiva e como conceito-chave, neste enfoque, podemos ter como base e distinguido por Vygostsky a Zona de Desenvolvimento Proximal ou Potencial (ZDP), como a distância que existe entre as capacidades de resolver um problema ou uma tarefa por si mesma e sem ajuda e o que é capaz, de realizar com orientação, ajuda e apoio do adulto.



Todo programa de intervenção deve contar com etapas e objetivos claros. As etapas devem ser hierarquizadas de acordo com as dificuldades emergenciais, pois, elas darão bases à superação de outras. Cada etapa deverá apresentar atividades graduadas levando em conta o potencial da criança e preservando suas competências.

As atividades deverão estar pautadas no diagnóstico, desenvolvendo o lúdico, o significativo e o específico.

O diálogo com criança, mostrando quais são suas dificuldades e o que será feito para ajudá-la, dará ao pedagogo a condição de saber como a criança irá se sentir em relação à intervenção.

A teoria nos dá base para refletir, pensar e descobrir caminhos para saber o que fazer em cada circunstância. As palavras de Maud Mannoni abrem espaço para pensar:

José Alexandre Bastos

*Não temos que buscar na prática uma pura aplicação da teoria (...). Uma atitude dogmática pode fazer com que o analista torne-se surdo ao que o paciente procura fazer-lo entender em seu idioma, com suas palavras (...). quando me perguntam com que parâmetros trabalho, respondo “com todos esses parâmetros sem esquecer que me indica o próprio paciente, já que é ele quem me serve de guia... (Mannoni, 1998)”.*

Portanto, as questões de aprendizagem e de ensino envolvem o humano, o desejo e a inteligência, através do vínculo com o outro.

O paciente ocupa papel ativo no caminho que se elabora através da dimensão de “preocupação pelo outro” (Alicia Fernandez e cols de Winnicott).

O Pedagogo terá como analisar melhor quais objetivos foram alcançados e quais avanços foram obtidos pela criança se houver registros constantes dos procedimentos da intervenção.

O processo interativo terá mais sucesso e melhores resultados se houver a colaboração da família, Winnicott (1972) diz:

***“... A mãe suficientemente boa é aquela que realiza a adaptação ativa às necessidades deste (filho) e que trata de diminuí-la pouco a pouco, segundo a crescente capacidade da criança em fazer frente do fracasso em matéria de adaptação e em tolerar os resultados da frustração (...)”.***



Neste caso o papel da família é parte do sucesso do aluno, pois acompanhar as dificuldades “tolerar os resultados de frustração”, estimular e permitir que a criança ou o filho recomece é dar oportunidade, segurança para que trabalhe os aspectos positivos das dificuldades.

## *O Cérebro e a Matemática*

Pedagogos conscientes das dificuldades e das possibilidades de ação darão oportunidades ao seu aluno e envolverá a família numa relação positiva, orientando-os desde a rotina diária de seus filhos como ajuda nas tarefas diárias, ler para seus filhos, jogar, lidar com diferentes estratégias, com criatividade estimulando-os para que os mesmos não se excluam dos demais pelas suas diferenças.

É preciso que uma nova consciência seja formada a respeito das diferenças em nossas crianças, pois só assim elas se sentirão com os mesmos direitos e deveres perante toda sociedade.

A conquista e a aprendizagem em crianças com dificuldades em matemática levarão em conta dois aspectos importantes:

- O primeiro está relacionado com o respeito pela criança, com o conhecimento sobre o seu desenvolvimento e a relação com o meio;



- O segundo está relacionado com a finalidade dos processos e procedimentos pedagógicos.

Não podemos deixar de ressaltar que o respeito e a relação com o meio determinarão o desejo de aprender, manifestado através de uma relação honesta com o pedagogo, estabelecendo o vínculo de confiança com o outro.

E neste aspecto não poderia deixar de citar para dar brilho e vida ao processo, o trecho do livro. O Pequeno Príncipe de Antoine de Saint Exupéry.

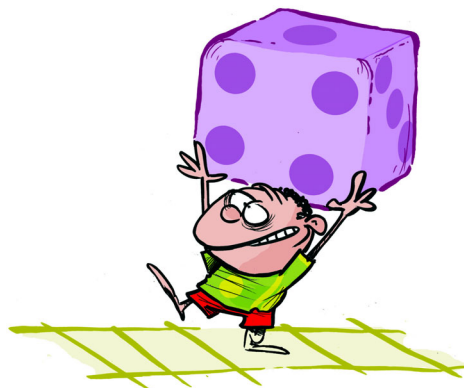
*“... Mas, se me cativas, nós temos necessidades um do outro. Serás para mim único no mundo. E eu serei para ti única no mundo... Mas se tu me cativas, minha vida será como que cheia de sol. Conhecerei um barulho de passos que será diferente dos outros. Os outros passos me fazem entrar debaixo da terra. O teu me chamará para fora da toca como se fosse música. E depois olha! Vês lá longe, os campos de trigo? Eu não como pão. O trigo para mim é inútil. Os campos de trigo não me lembram coisa alguma. E isso é triste! Mas tu tens cabelos cor de ouro. Então será maravilhoso quando me tiveres cativado. O trigo, que é dourado, fará lembrar-me de ti. E eu amarei o barulho do vento no trigo...”*

Quanto ao processo e os procedimentos pedagógicos, estes terão como base desenvolver:

- 1 - O lúdico;**
- 2 - O significativo;**
- 3 - O específico.**

### **O Lúdico**

Toda a situação lúdica é vista, como possibilidade de aquisição de conhecimentos, socialização, formação moral, compreensão de regras, desenvolvimento físico, concentração, atenção e afetividade.



O desenvolvimento infantil será potencializado se houver prazer nas atividades de jogos ou brincadeiras e se estas forem mediadas de forma adequada.

## *O Cérebro e a Matemática*

Como as regras são idéias abstratas, trabalhar com elas nos jogos e brincadeiras, permite refinar idéias e abstração.

Para Vygotsky, a brincadeira satisfaz necessidades naturais da criança que não podem ser realizadas de forma direta.

Para Piaget, a brincadeira é uma forma de a criança adaptar-se a um mundo que ainda não compreende, assimilando-o e acomodando-o por meio das suas atividades lúdicas.

Através da ação lúdica, as crianças são capazes de operar mentalmente sobre a própria realidade e adquirir comportamentos desejados e esperados no contexto escolar.

O pedagogo na ação interventiva deve trabalhar o lúdico de forma que propicia o envolvimento, participação, prazer, ação mental reflexiva, imaginação, fantasia, representação, magia e criatividade.

O pedagogo deve observar:

- Conflitos gerados;
- Ações físicas e mentais;
- Recursos de pensamentos usados;
- Caminhos percorridos;
- Erros;
- Tentativas de superação das dificuldades;
- Relacionamentos;
- Compreensão e controle de regras;
- Sentimentos.

E ainda o pedagogo deve estar preparado para lidar com situações de frustrações e conflitos cognitivos, tentativas malsucedidas tirando o melhor proveito da situação, e começar tudo novamente se for necessário.

## 2 - O Significativo

De acordo com Ana Catharina M. de Noronha torna-se imprescindível para o pedagogo a compreensão de sua própria modalidade de aprendizagem... Pois, não podemos deixar de estar atentos ao fato que nossas ações, nosso olhar, nosso escutar estão carregado de significações inscritas a partir de nossa própria modalidade de aprendizagem.

As ações pedagógicas muitas vezes são cerceadoras na construção do conhecimento não permitindo a criança fazer experiências e ter a vivência de satisfação por ter conseguido sucesso por si mesmo.

As experiências significativas propiciam as crianças vivenciarem situações em etapas que possivelmente na vida cotidiana passa despercebida, pois, *“se os adultos fazem pela criança o que ela quis fazer e não pode, é grave, porque, ao proporcionar o resultado imediato da experiência, estão suprimindo o desejo”* (Françoise Dalto).



Situações abstratas principalmente em forma de problemas, e de operações dificultam a compreensão das crianças que apresentam dificuldades de aprendizagem em matemática. Se as mesmas situações forem apresentadas de forma significativas, por exemplo, através de simulações, de forma com que as crianças pudessem vivenciar os passos dos conteúdos, certamente elas seriam gradativamente compreendidas.

### **Desenvolver o Raciocínio Lógico:**

Estrutura lógica que se manifesta nas etapas a serem percorridas para a solução de um problema.

**Estratégias:** questionar, observar e acompanhar, através de resposta espontâneas, a estrutura de raciocínio de seus alunos.

Deixar que as crianças organizem suas atividades a partir de um objetivo e através de suas tentativas estruturar seu próprio conhecimento e o caminho intelectual do aluno.

Levar em conta que o desenvolvimento cognitivo é processo sequencial marcado por etapas.

Em cada etapa a criança compreende e tenta resolver os problemas de acordo com a estrutura mental que apresenta naquele momento.

Antes de introduzir um novo problema é preciso diagnosticar as operações lógicas necessárias à sua resolução.

Facilitar o desenvolvimento através de atividades graduadas é importante para o desenvolvimento, porém acelera-las não.

Estimular novamente as estruturas mentais, sempre que precisar.

Atividades graduadas – estrutura que se manifesta nas etapas.

Estrutura lógica de Ações:

- 1-Enunciado de problema
- 2-Formulação de hipótese
- 3-Testes experimentais da hipótese
- 4-Conclusão



A função lógica é estruturar raciocínio.

Celso Antunes nos dá um exemplo claro, quando nos fala das “pílulas do bem ensinar”. Vejamos algumas:

Relacione os temas de suas disciplinas as experiências das emoções ou do funcionamento do corpo de seus alunos.

Exercite sempre habilidades operatórias como: analisar, comparar, criticar, relacionar, classificar, deduzir, localizar, sugerir e outros.

Faça seu aluno falar do que aprendeu com linguagem pictóricas, gráficas, numéricas, mímicas, sonoras e outras.

Nunca apresente ao aluno uma resposta que o mesmo pode conquistar sozinho.

### **3 - O Específico**

Constata-se que é de extrema responsabilidade de qualquer profissional que trabalha com crianças com hipótese de distúrbios de aprendizagem que desenvolva uma nova postura e tenha um olhar, um acompanhamento, procedimentos e avaliações diferentes do que tem sido feito até então. Inicialmente, é fundamental que o diagnóstico seja criterioso e cauteloso. Trata-se de identificar a real ocorrência de um distúrbio e de discutir necessidades, formas de funcionamento e possibilidades de intervenção específica.

O objetivo principal nunca deve ser o de diagnosticar para dar nomes ou rotular e sim trabalhar com estratégias específicas a partir do diagnóstico.

Nos casos específicos as etapas devem ser programadas de formas graduadas e devem envolver a preocupação de desenvolvimento de noções e habilidades.

Quando se estabelece um programa interventivo, o pedagogo deve planejar cada etapa. As etapas devem assegurar atividades lúdicas, significativas e também específicas.

É importante que o pedagogo converse e negocie com o seu aluno as atividades que serão desenvolvidas, pois, a criança estará ciente do que será feito para ajudá-la. Envolver instâncias como a família e a escola farão com que os resultados sejam mais rápidos.

## **DISCALCULIA**

A intervenção em crianças com Discalculia alcançará mais sucesso quando as noções de números elementares de 0 a 9 (habilidade léxica), a produção de novos números elementares (habilidades sintática), noções de quantidade, ordem, tamanho, espaço, distância, hierarquia, cálculos com as quatro operações e raciocínio matemático, forem trabalhados primeiramente segundo Johnson e Myklebust (1991), como experiências não verbais significativas.

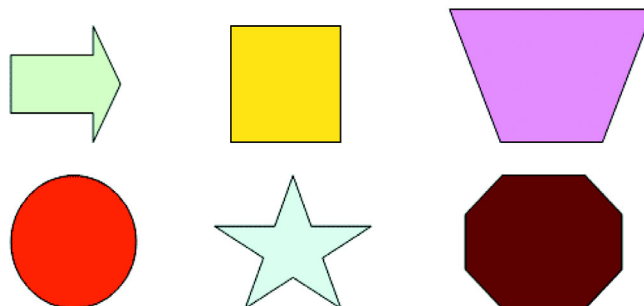
A criança com discalculia, encontrará dificuldades em fazer relações, generalizações e tirar conclusões por si só.

Portanto, ela trabalhará com fatos aritméticos mentalmente quando adquirir as noções acima citadas.

Para levar a criança a superar os problemas de percepção viso-espacial, é preciso trabalhar com percepção de figuras e de formas, observar detalhes, semelhanças, diferenças e relacionar as experiências do dia a dia significativas como fotos, imagens, tipo, tamanho, largura, espessura e somente aí passarem para números, letras e figuras geométricas.

### **CONTEÚDOS E ORIENTAÇÕES METODOLÓGICAS.**

**Percepção de Figuras e Formas:** - Representação com experiências graduadas e simples inicialmente, observando detalhes, semelhanças e diferenças.

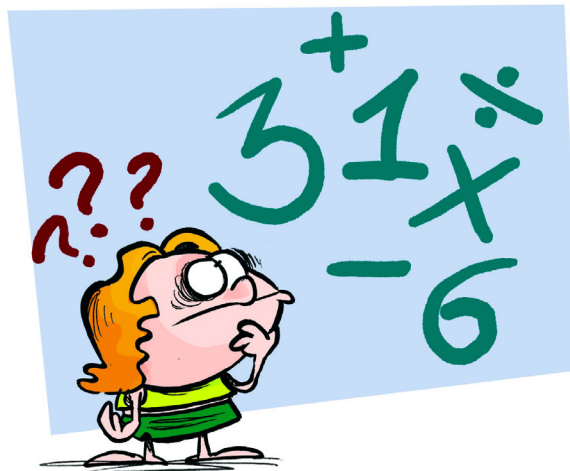


**1- Espaços:** - Localização de objetos: em cima, em baixo, no meio, entre, primeiro, último...

**2- Ordem e Sequência:** - Primeiro, segundo..., dias da semana, ordem dos números, dos meses, das estações do ano.

**3- Representação mental:** - Indicar com as mãos e os dedos, tamanhos, comprimentos dos objetos, preencher espaços com figuras de tamanho específico escolhida entre outras da mesma forma, porém com tamanhos diferentes.

**4- Conceito de Números:** - Trabalhar correspondência um a um, construir fileiras idênticas de objetos, associar o símbolo e a compreensão auditiva a quantidades através de atividades rítmicas.



**5- Operações Aritméticas:** - Trabalhar adequadamente para que a criança entenda que a adição se dá pelo acréscimo, a subtração se dá por diminuição, a divisão se dá repartindo e a multiplicação é a soma de um número “x” de parcelas iguais de um número.

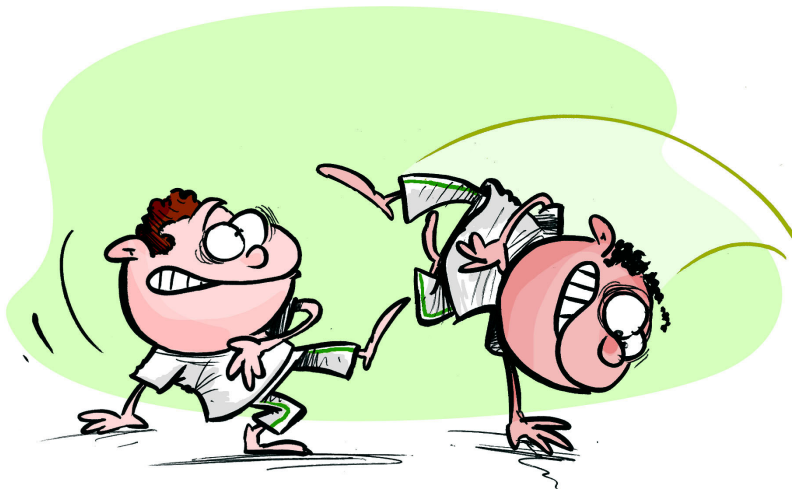
- Trabalhar os conceitos matemáticos antes da simbologia, antes da linguagem matemática.
- Aprender com compreensão, sabendo o porquê das coisas.
- Pensar, racionar, relacionar idéias, descobrir e ter autonomia de pensamento. Descobrir a matemática. Usar: desafios, jogos quebra-cabeça, problemas curiosos e jogos na informática.
- Trabalhar matemática por meio de situações problemas próprias da vivência da criança.
- Considerar mais o processo do que o produto da aprendizagem.

## *O Cérebro e a Matemática*

**6- Educação Motora:** - Atividades lúdicas, através da educação motora, que desenvolvem habilidades, as quais, possibilitam entender os conceitos matemáticos:

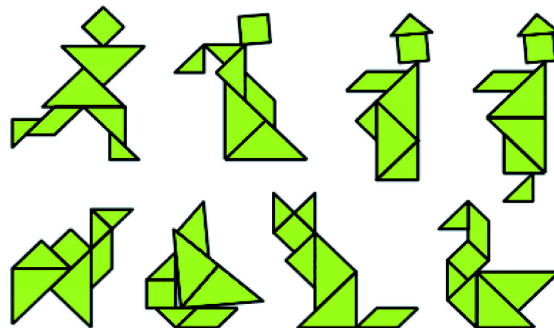
a) Capoeira e Brincadeiras levam a:

- Localizar – (espaço; distância (perto longe)).
- Planejar – (raciocínio lógico).
- Reconhecer – (dissociação do corpo – reconhecer o corpo todo e partes do corpo).
- Observar e Acompanhar – (ritmo – música, palma, toque – cantar).
- Corresponder – (correspondências em dupla um a um).
- Movimentar – (geometria – movimentos circulares).
- Coordenar – (coordenação motora global e específica).
- Cumprir regras – (etapas a serem cumpridas, passo a passo e outras).



**b) Jogos Pedagógicos: Trabalham:**

- Atenção
- Concentração
- Ação Mental
- Desafio
- Rapidez
- Planejamento.



**Jogo da memória** – motricidade fina, memória, hipótese, cores e estratégias.

**Resta um** – formas, regras e estratégias.

**Quebra-cabeça** – motricidade fina e memória, formas, hipótese, cores, análise-síntese, figura-fundo e estratégias.

**Arquiteto** – planejamento, equilíbrio, Motricidade fina e estratégias.

**Cilada** – percepção de formas, encaixe, motricidade fina, organização, plano mental, projeto e criatividade.

**Tangran** – formas geométricas, buscas de solução, percepção de figura e formas, hipótese, paciência, regras, motricidade fina e representação mental.

**Material dourado** – trabalhar o sistema de numeração decimal.

Atividades Matemáticas (A.M.) trabalha os conceitos matemáticos através de: experimentar, discutir e concluir.

Informática: uso adequado de estratégias a partir de software que contribuam com a formação de todos os conceitos já citados.

## **ORIENTAÇÕES ESPECÍFICAS**

### **1 - Atividades Significativas.**

Aprender é uma atividade (física e mental) que causa certa angústia, proveniente dos desequilíbrios e reequilíbrio presente nas aprendizagens. Flavell (1992).

Para que a aprendizagem seja mais tranqüila, aumentando a capacidade de aprender da criança, sugere-se que o pedagogo conheça com clareza os problemas, sugerindo atividades, que tenham o conteúdo significativo, tanto do ponto de vista lógico (clareza nos objetivos), como do ponto de vista psicológico (estrutura-cognitiva do aluno) de forma que ele tenha uma atitude favorável em relação às atividades propostas.

No caso do distúrbio específico de aprendizagem em matemática, simular atividades que utilizam materiais concretos, como sucatas, embalagens que lavam a criança a vivenciar situações como: montar um supermercado, uma feira, uma farmacinha, ou seja, quaisquer que seja do conhecimento da criança, facilitam o desenvolvimento das habilidades necessárias para chegarem às ações mentais e a resolução de problemas.

Quando a atividade é significativa para a criança, ela compreende, elabora e sente prazer ao realizá-las, ela exercita e desenvolve habilidades como:

- Localizar (o lugar no mapa da cidade)
- Planejar (como será?)
- Coletar (o que vai fazer parte)
- Selecionar (pelas características)
- Agrupar (pelas marcas)
- Classificar (pelas características específicas)
- Enfileirar (arrumar em fileiras)
- Comparar (comparar preços colocados com preços reais)
- Observar
- Definir (definir papéis)
- Operar (comprar, efetuar as operações, usar o dinheiro)

## **2 - Atividades específicas.**

O pedagogo que trabalha com crianças com diagnóstico comprovado de discalculia, deverá levar em conta o grau de dificuldade, tendo claro a dosagem de trabalho, estabelecer metas a serem alcançadas, retomá-las quando necessário, tendo sempre em mente que essas crianças têm necessidades voltadas ao domínio das habilidades léxicas, sintáticas, quantificar, calcular as 4 operações e o raciocínio matemático.

## **3 - Transtorno do Déficit de Atenção – Hiperatividade (TDAH)**

A intervenção pedagógica em crianças com TDAH, deve levar em conta não só atividades feitas através de jogos e situações lúdicas, significativas e prazerosas, mas conforme Pennington (1997), também com atividades que desenvolvam a motivação, o interesse, a automonitoração, a autocorreção de erros e a auto-regulação.

Cabe ainda, trabalhar limites com as crianças. Toda regra deve ser discutida com paciência e sem irritação, pois a criança desatenta precisa ser orientada muitas vezes.

É importante que as atividades com as crianças, sejam organizadas de forma que não disponibilizem outros estímulos visuais e sonoros, além do necessário.

A atividade deve ser direta, para melhor trabalhar sua concentração.

Manter ações e procedimentos rotineiros, não variando muito seus comportamentos, ajudam a criança a desenvolver parâmetros de auto-regulação.

As atividades devem variar de tempo em tempo sendo mais curtos no início, permitindo ainda que ela possa ser realizada em pé, sentada e no chão lembrando das dificuldades que a criança tem em permanecer sentada.

Os pais e o profissional deverão elogiar as conquistas e/ou pequenos sucessos, tendo em vista que o reforço positivo fará com que ela perceba seu sucesso.

As ações com as crianças com TDAH devem abordar os conteúdos já citados anteriormente, variando as estratégias, adequando cada atividade à situação da criança.

Utilizar o lúdico, o significativo e o específico é fundamental, mas o uso da informática através dos softwares específicos, assim como a participação em atividades físicas, permite que os sintomas desapareçam ou reduzam bastante na idade adulta.



#### **4 -Déficit Cognitivo Global em (DML)**

A criança apresenta um funcionamento intelectual geral abaixo da média. As limitações estão associadas a áreas da conduta adaptativa e da capacidade de responder às demandas da sociedade nos seguintes aspectos:

- Comunicação
- Cuidados pessoais
- Desempenho na família e na comunidade
- Desempenho escolar

Para trabalhar com essas crianças e conseguir um melhor desempenho, sugere-se ambientes de aula que favoreçam a aprendizagem tais como:

- Atelier – brincadeira de faz-de-conta
- Cantinhos – especificar como cantinhos de leitura, de matemática, de jogos e brinquedos. De artes, entre outros.
- Oficinas – as oficinas dão oportunidades para a criança construir seu conhecimento de forma prática.

Essas atividades levam as crianças a desenvolverem habilidades adaptativas sociais de comunicação, cuidados pessoais e autonomia.

*José Alexandre Bastos*

*“O que deve ser superado é o discurso vazio e o verbalismo vazio sobre a educação. O que deve ser instaurada é a pedagogia que começa pelo diálogo, pela comunicação, por uma nova relação humana que possibilite ao próprio povo a elaboração de uma consciência crítica do mundo em que vive” (Paulo Freire – 1992).*

### **A INFORMÁTICA NOS PROCEDIMENTOS MATEMÁTICOS EM CRIANÇAS COM DISCALCULIA.**

A Pedagogia tem que se valer de procedimentos que motivam a aprendizagem em crianças com Discalculia.

Entre esses procedimentos, o uso da informática desempenha o máximo de atenção e concentração, desenvolve seu potencial cognitivo e emocional. Une corpo-mente-ação.

Estimula:

1-A percepção: envolvendo os aspectos discriminação, memória auditiva e visual, memória seqüencial, coordenação visomotora, orientação temporo-espacial e controle de movimentos.

2-A Cognição: capacidade de representação (virtual para o real); simbolismo ex: ícones; resolução de problemas (hipóteses, estratégias, execução, avaliação e conclusão); imaginação e criatividade; leitura e escrita; formação de conceitos (abstração, generalização)

3-A Emoção: desenvolvimento de atitudes, hábitos e habilidades; motivação; conscientização da sua própria cognição; atenção e memória.

A informática permite o sujeito a entender o seu próprio processo de pensamento, levando-o a tomar consciência das estratégias que utiliza.

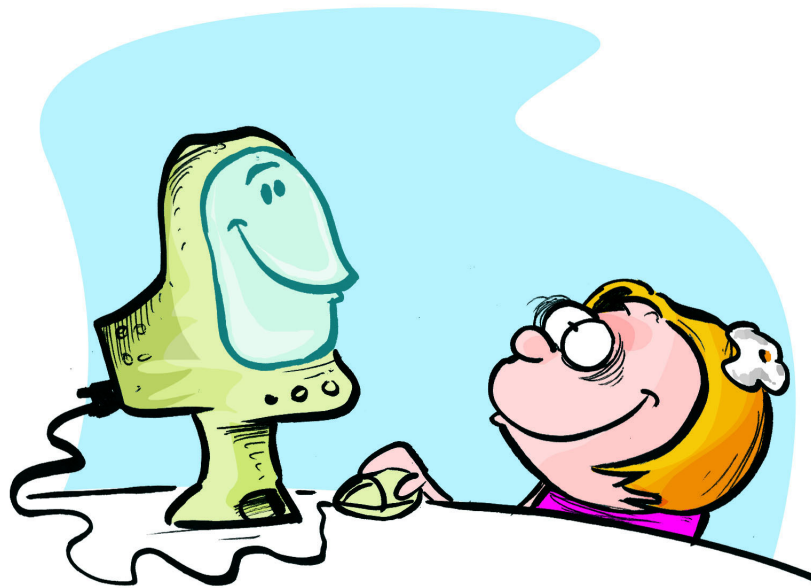
Considerando ainda o interesse e a necessidade do indivíduo para conduzir uma aprendizagem significativa.

Os softwares de simulação trabalham:

- processamento de informações
- trabalho em grupo
- relacionamento com os colegas

### *O Cérebro e a Matemática*

- auto-avaliação
- autocorreção e novas possibilidades
- auto-estima
- percepção e discriminação



**BIBLIOGRAFIAS SELECIONADAS**

Aebli,H. Psychologische Didaktische Auswertung der Psychologie Von Jean Piaget. Stuttgart, 1973.

Alarcon M, DeFries JC, Light JG, Pennington BF. A twin study of mathematics disability. *J Learn Disabil* 1997; 30: 617-23.

Antunes, Celso. Como desenvolver conteúdos explorando as inteligências múltiplas: Petrópolis R.J.: Vozes, 2001. Fasc. 3.

Antunes, Celso. Vygotsky, quem diria?!: Em minha sala de aula: fascículo 12. Petrópolis – R.J.: Vozes, 2002.

Aronson M, Hagberg B. Neuropsychological disorders in children exposed to alcohol during pregnancy: a follow-up study of 24 children to alcoholic mothers in Goteborg, Sweden. *Alcohol Clin Exp Res* 1998; 22:321-4.

Babbitt BC, Miller SP. Using hypermedia to improve the mathematics problems-solving skills of students with learning disabilities. *J Learn Disabil* 1996; 391-402.

Badian N. Dyscalculia and nonverbal disorders of learning. In: Mycklebust HR, Editor. *Progress in learning disabilities*. 5ªed. New York: Grune & Stratton; 1983. 235-64.

Bastos JA, Avaliação das habilidades em matemática em crianças no final da 2ª Etapa do ciclo fundamental.(Tese Doutorado); (FAMERP, 2003)

Bastos JA, Discalculia in Transtorno de aprendizagem uma visão multidisciplinar, Rotta N, *ArtMed*; 2006.

Benbow CP, Stanley JC. Sex differences in mathematical ability: fact or artifact? *Science* 1980; 210(4475):1262-64.

Binnie CD, Channon S, Marston D. Learning Disabilities in Epilepsy; Neurophysiological aspects 1980. 31 (Suppl 4): 52-58.

*O Cérebro e a Matemática*

Butterworth B, The Developmental of arithmetical abilities. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 2005.

Benzecri, JP. *L'Analyse des Données*, Tome 1: La Taxonomie, Tome 2: L'Analyse des Correspondences, Dunod, 2<sup>a</sup> ed., 1976.

Boller F, Grafman J. Acalculia. *Handbook of clinical neurology Clinical Neuropsychology* 1986; 1: 473-481.

Borges, MA. Prevalência urbana da epilepsia - estudo populacional de São José do Rio Preto-SP-Brasil [tese]. São José do Rio Preto (SP): Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto; 2002.

Boyer CB. China e Índia. In: Boyer CB. Editor. *História da Matemática*. 11<sup>a</sup> ed. São Paulo: Edgard Blücher; 1974.143-164.

Bryant BR, Rivera DP. Educational assessment of mathematics skills and abilities. *J Learn Disabil* 1997; 30: 57-68.

Bryant PE. Arithmetic in the cradle. *Nature* 1992; 358:712-713.

Burbaud P, Degreze P, Lafon P, Franconi JM, Bouligand B, Bioulac B, *et al.* Lateralization of prefrontal activation during internal mental calculation: A functional magnetic resonance imaging study. *J. neurophysiol* 1995; 74:2194-200.

Canto P, Kofman- Alfaros, Jimenez AL, Soderlund D, Barron C, Reyes E, *eT al.* Gonadoblastoma in Turner Syndrome patients with nonmosaic 45 X and Y Chromosome sequences. *Câncer Genet Cytogenet*, 2004.

Carlson CL, Pelham WE, Swanson JM, Wagner JL. (1991) A divided attention analysis of the effects of methylphenidate on the arithmetic performance of children with attention-deficit hyperactivity disorder. *Journal of child Psychology and Psychiatry and allied Disciplines* 32: 463-71

*José Alexandre Bastos*

Ciasca, S,M, Distúrbios de Aprendizagem: Proposta de Avaliação Interdisciplinar. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2003.

Cordeiro JA. Análise de dependência. [Tese Livre Docência]. São José do Rio Preto (SP): UNESP; 1990.

Dehaene S, Spelke E, Pinel P, Stanescu R, Tsivkin S. Sources of mathematical thinking: Behavioral and Brain-Imaging Evidence. *Science* 1999; 284: 970-4.

Dehaene S, Tzourio N, Frak V, Raynaud L, Cohen L, Mehler J, *et al.* Cerebral actions during number multiplication and comparison a PET study. *Neuropsychologia* 1996; 34:1097-1106.

Dehaene S. Cerebral bases of number processing and calculation. In: Gazzaniga MS. Editor-in-Chief. *The new cognitive neuroscience*. 2ªed. Massachusetts Institute of Technology; 2000. 987-998.

Dockrell J, McShane J. Crianças com dificuldades de aprendizagem. Porto Alegre: Artes Médicas; 2000.

Ensinar para valer! Avaliações. Aprender para Valer! Secretaria de Estado da Educação – São Paulo. Freire, Paulo. Educação como prática da liberdade. Rio de Janeiro, Paz e Terra. (1992).

Fernandez, Alicia. O saber em jogo: A Psicopedagogia proporcionando autorias de pensamento. Porto Alegre: Artmed Editora, 2001.

Gaddes WH, Edgell D. Learning disabilities and brain function. A neuropsychological approach. 3ªed. New York: Springer; 1993. 390-432.

Ganier, Catherine. Após Vygotsky e Piaget: perspectiva social construtivista – Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. Brasil. Secretaria de Educação Fundamenta. Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática – Brasília: MEC/ SEF, 1997.

García JN. Dificuldades de aprendizagem da matemática. In: García JN. Manual de Dificuldades de Aprendizagem . Linguagem, Leitura Escrita e Matemática. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.p.211-227.

*O Cérebro e a Matemática*

Garcia, Jesus Nicasio. Manual de dificuldade de aprendizagem: linguagem, leitura, escrita e matemática: Porto alegre. Artes médicas, 1998.

Gazzaniga , M.S. , and Smylie, C.E., 1984. Dissociation of language and cognition: A psychological profile of two disconnected right hemispheres. *Brain* 107: 145- 153.

Gelman R & Gllistel CR. (1978). *The Child's understanding of number* (1986 edn). Cambridge, MA: Harvard University Press.

Geschwind N & Galaburda AM. Biological mechanisms, associations, and pathology: II a hypothesis, and a program for research *Neurol. Cerebral Lateralization* 1985; 42:521-52.

Ginsburg HP. Mathematics learning disabilities: a new from developmental psychology. *J Learn Disabil* 1997;30: 20-33.

Gomes P. Elencos Sofísticos: Os Pensadores. In: *Aristóteles – Vida e obra*. São Paulo: Nova Cultural 1999; 79-80.

Gross-Tsur V, Manor O, Shalev RS. Developmental dyscalculia, gender, and the brain. *Archives of Disease in Childhood* 1993; 68:510-512.

Guelli O. *Contando a história da matemática. A invenção dos números*. São Paulo: Ática; 1992.

Hecaen H, Angelergues R, Houillier S. Les varietés cliniques des acalculies au cours des lésions rétro-rolandiques: Approche statistique du problème. *Revue Neurologique* 1961; 105:85-103.

Hein J. The specific disorder of arithmetical skills. prevalence study in an urban population sample and its clinico-neuropsychological validation. Including a data comparison with a rural population sample study. [dissertation]. Berlin: Humboldt-Universität; 2000.

*José Alexandre Bastos*

Hellinger, E. Quadratischen Formen Von unendlichen vielen Veränderlichen. J. reine u. ang. Math, 136, 201-271, 1909.

IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; MPO – Ministério do Planejamento e Orçamento. Contagem da população; 2000.

Isaacs EB, Edmonds CJ, Lucas A, Gadian DJ. Calculation difficulties in children of very low birthweight; a neural correlate. *Brain* 2001; 124: 000-000.

Kamii, Constance. A criança e o número. Implicações educacionais da Teoria de Piaget para a atuação junto a escolares de 4 a 6 anos. Campinas: Papirus, 1974.

Kesler SR, Blasey CM, Brown WE, Yankowitz J, Zeng SM, Bender BG & Reiss AL. Effects of X-monosomy and X-linked imprinting on superior temporal gyrus morphology in Turner syndrome. *Biological Psychiatry* 2003 54 636-646

Kesler SR, Garret A, Bender B, Yankowitz J, Zeng SM & Reiss AL. Amygdala and hippocampal volumes in Turner syndrome: a high-resolution MRI study of X-monosomy. *Neuropsychologia* 2004 42 1971-1978

Klebanov PK, Brooks-Gunn J, McCormick MC. School achievement and failure in very low birth weight children. *J Dev Behav Pediatr* 1994; 15:248-56.

Kopera-Frye K, Dehaene S, Streissguth AP. Impairments of number processing induced by prenatal alcohol exposure. *Neuropsychologia* 1996; 34:1187-1196.

Kosc L. Developmental dyscalculia. *J Learn Disabil* 1974; 7:46-59.

L. Roussele in *La Dyscalculia* Marie-Pascale Noël, Solal, éditeur, Marseille-20005.

Lefèvre BH. *Neuropsicologia infantil*. São Paulo: Sarvier 1989; 11-21.

Lent R, *Cem bilhões de neurônios- Conceitos fundamentais de neurociências*.

*O Cérebro e a Matemática*

Atheneu 2001.

Manual diagnóstico e estatística de transtornos mentais (DSM-IV). Transtornos da matemática. Artes Médicas.

Material institucional de supervisão de atendimento psicopedagógico – Fundamentos da intervenção psicopedagógica – Autoria: Soraya M. Romano Pacifico, Terezinha Maia Martinowski e Valéria Aparecida Chechia. Associação Jaboticabalense de Educação e Cultura – Jaboticabal – S.P.

Math Learning Disabilities Kate Garnett, Ph. D. Reprinted by permission form Division for Learning Disabilities Journal of CEC. November 1998.

McCloskey M, Caramazza A, Basili A. Cognitive mechanisms in number processing and calculation: Evidence from dyscalculia. *Brain and cognition* 1985; 4:171-196.

Meck, W.H., & Church, R.M. (1983). A mode control of counting and timing processes. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 9, 320-334.

MEC - Ministério da Educação e Cultura - SAEB - Sistema Nacional de Avaliação do Ensino Básico 2002.

Ministério da Educação – Secretaria de Educação Fundamental, Secretaria de Educação Especial.

Monografia apresentada ao Departamento de Pós Graduação, da escola Superior de Educação Física e Desporto de Catanduva. Relações entre a aprendizagem Significativa e a Aquisição do Conhecimento: Uma experiência através da capoeira. Professor César Antonio Parro.

Molko N, Cachia A, Riviere D, Mangin JF, Brundet M, LeBihan D, Cohen L & Dehaene S. Brain anatomy in Turner syndrome: evidence for impaired social and spatial-numerical networks. *Cerebral Cortex* 2004 14 840-850

Netter FH. The ciba collection of medical illustrations. Sistema nervoso 1993.

Newman RM. Master of science special education thesis [Tese] Michigan; 1998.

*José Alexandre Bastos*

Nussbaum RL, McInnes RR, Willand HF. Thompson & Thompson Genetics In Medicine. 6 ed. Philadelphia: Saunders Company, 2001.

O'Hare AE, Brown JK, Aitken K. Dyscalculia in children. *Developmental Medicine and Child Neurology* 1991; 33:356-61.

Parâmetros Curriculares Nacionais. Estratégias para a Educação de alunos com Necessidades Educacionais Especiais. Brasília (1999).

Periscinoto A. Tipos, fontes e formas de coleta de dados. In: Matar FN. Editor. *Pesquisa de Marketing*. São Paulo: Atlas; 1994. 139-199.

Piaget, J (1952). *The child's conception of number*. London: Routledge & Kegan Paul.

Resnick, L.B., & Ford, W.W. (1981). *The Psychology of mathematics for instruction*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Roland PE & Friberg L. Localization of cortical areas activated by thinking. *J Neurophysiology* 1985; 53:1219-1243.

Rosseli M, Ardila A. *Acalculia* Medlink Neurology 1993-2002.

Rourke BP, Conway JA. Disabilities of arithmetic and mathematical reasoning: perspectives from neurology and neuropsychology. *J Learn Disabil* 1997; 30:34-46.

Sabbatini RME. Frenologia: A história da localização cerebral. 2002; [http://www.epub.org.br/cm/n01/frenolog/frenologia\\_post.htm](http://www.epub.org.br/cm/n01/frenolog/frenologia_post.htm).

São Paulo (Estado) Secretaria da Educação Coordenadoria de Estudo e Normas Pedagógicas. *Atividades matemáticas: ciclo básico*. 3. ed. São Paulo: SE/ CENP, 1998. V.1.2.3.4.

SARESP 98 – Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo. *Análise pedagógica dos itens das provas de matemática*. São Paulo:

*O Cérebro e a Matemática*

FDE; 1998.

Secretaria de Educação Fundamental (Brasil). Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática. Brasília: MEC/SEF; 1997.

Segalowitz SJ, Brown D. Mild head injury as a source of developmental disabilities. *J Learn Disabil* 1991; 24:551-9.

Shalev R, Manor O, Amir N, Gross-Tsur V. The Acquisition of arithmetic in normal children: Assessment by a cognitive model of dyscalculia. *Developmental Medicine and Child Neurology* 1993; 35: 593-601.

Shalev RS, Gross-Tsur V. Developmental Dyscalculia. *Pediatric Neurology* 2001; 24: 337-342.

Siegler,RS. & Shrager,J. (1984) Strategy choices in addition and subtractions: How do children know what to do? In C. Sophian (Ed), *Origins of cognitive skills*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Starkey,P., & Gelman, R. (1982). The development of addition and subtraction and subtraction abilities prior to formal schooling in arithmetic. In T. P, Carpenter, J.M. Moser & T.A. Romberg (Eds), *Addition and subtraction: A cognitive perspective*. Hillsdale,NJ LEA.

Suresh PA, Sebastian S. Developmental Gerstmann's syndrome. A distinct clinical entity of learning disabilities. *Pediat Neurol* 2000; 22:267-78.

Sybert VP, McCauley E. Turner's Syndrome. *N Engl J Med*, 2004 351 1227-1238.

Thorndike, E.L. (1922). *The Psychology of arithmetic*. New York: The Macmillan Co.

Visca, Jorge. *Psicopedagogia; Novas contribuições; organizações e tradução*; Andréia Moraes, Maria Isabel Guimarães- Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1991.

*José Alexandre Bastos*

Weintraub S, Mesulam M. Developmental Learning Disabilities of the Right Hemisphere. *Arch Neurol* 1983, 463-468.

Wilson R, Majsterek D, Simmons D. The effects of computer-assisted versus teacher-directed instruction on the multiplication performance of elementary students with learning disabilities. *J Learn Disabil* 1996; 29:382-90.

Wynn K. Addition and subtraction by human infants. *Nature* 1992; 358: 749-750.

Zielinski T, Sirko I, *Ginekol Pol.* 2003 Oct (10): 1367 - 9.