

Cerebralidade e cultura na atividade matemática de crianças epiléticas

Izabel Hazin

Selma Leitão

Jorge Tarcísio da Rocha Falcão

1. Introdução

O presente estudo oferece subsídios para a discussão acerca das relações entre *mente* (conhecimento, aprendizagem e desenvolvimento) e *cérebro* (organização e estrutura funcional), elegendo a patologia como contexto *conveniente* para tal observação (como argumentado por autores como Georges Canguilhem (1993), Alexander Luria (1981), António Damásio (2003) e Oliver Sacks (2003, 1996). Tal conveniência tem relação com duas premissas teóricas centrais: em primeiro lugar, a idéia segundo a qual o contexto da patologia é igualmente englobado pelo âmbito geral de variações do humano, ou seja, entre o patológico e o humano há necessariamente uma relação de continuidade funcional-qualitativa, não assimilável a aspectos quantificáveis isoláveis; em segundo lugar, e em estreita relação com a primeira premissa, a proposta de que a variação caracterizada pela patologia oferece ao pesquisador um contexto privilegiado de observação do funcionamento psíquico humano, possibilitando a abordagem do fenômeno para além de distinções dicotômicas do tipo normal-patológico.

A operacionalização do objetivo geral delineado acima se traduziu na busca por uma maior compreensão acerca das especificidades envolvidas na atividade matemática de crianças com epilepsia idiopática generalizada do tipo ausência, a saber, um quadro que inicialmente não está associado a lesões neurológicas (idiopática), caracterizado pela presença de descargas elétricas alteradas em ambos os hemisférios cerebrais (generalizada) e pelo comprometimento da consciência em crises de ausência que chegam a se repetir dezenas de vezes ao longo do dia.

Um importante aspecto acima aludido é o interesse do patológico como contexto privilegiado para a compreensão da cognição humana. Como afirmam Vygotsky e Luria (1996), três linhas de estudo distintas podem contribuir para o

entendimento acerca do funcionamento psicológico superior humano, processo que abarca o desenvolvimento de funções psicológicas complexas, tais como a memória, o pensamento e a linguagem, em contexto de *mediação semiótica* (CLOT, 1999) por meio de interações e instrumentos culturais, disponibilizados por uma determinada sociedade em um determinado tempo histórico. A primeira linha investiga as diferenças entre os funcionamentos cognitivos de sujeitos integrantes de culturas diferentes (psicologia transcultural ou cultural – cf. VALSINER, 2009); a segunda analisa o desenvolvimento infantil, centrando-se nas aquisições que paulatinamente eclodirão no funcionamento superior humano (psicologia do desenvolvimento); a terceira, foco central deste estudo, refere-se à dissolução do funcionamento cognitivo complexo, como consequência de lesões e/ou disfunções cerebrais (neuropsicologia). Sendo assim, o estudo das alterações funcionais cerebrais, como aquelas associadas à epilepsia, pode ser considerado uma fonte de compreensão do funcionamento psicológico humano normal e patológico. Por outro lado, a doença representa um desafio para a psicologia e a pedagogia. A aceitação que o desenvolvimento das funções psicológicas superiores só é possível pela linha do desenvolvimento cultural, pela internalização dos meios culturais inicialmente externos (como os algoritmos matemáticos), abre um leque de possibilidades de intervenção, possibilitando a estas crianças um caminho viável para a superação ou minimização de seus déficits (HAZIN, 2006). Entretanto, para que tal passo seja dado, faz-se necessário o conhecimento destas outras formas de funcionamento, qualitativamente diferentes do dito ‘normal’.

A Organização Mundial de Saúde define a epilepsia como uma desordem crônica, caracterizada por episódios recorrentes de disfunção cerebral decorrentes de descargas neuronais atípicas. A epilepsia é um dos transtornos neurológicos de maior prevalência em todo o mundo. Sua sintomatologia pode variar de um curto lapso de consciência a períodos de comprometimento da atividade consciente acompanhados de convulsões (WHO, 2009).

Estudos apontam que crianças com epilepsia apresentam dificuldades de aprendizagem, em especial no contexto da atividade matemática (MULAS, HERNÁNDEZ & MORANT, 2001). Entretanto, tais estudos têm-se limitado a três direções de pesquisa (SHAFER & DEAN, 2003): 1) identificação de efeitos cognitivos colaterais, advindos da utilização de neurofármacos no controle das crises epiléticas; 2) descrição de aspectos de ordem socioafetiva (autoestima e autoconceito negativos) relacionados à experiência da epilepsia; e 3) caracterização de disfunções cognitivas inerentes à alteração funcional do cérebro epilético.

Conforme se depreende do exame das três direções acima, percebe-se certa compartimentalização de ênfases em cada uma delas: a farmacodinâmica das principais drogas antiepilépticas (DAEs) na primeira direção, aspectos afetivos relacionados à experiência do sujeito com epilepsia na segunda, e disfunções cognitivas decorrentes da doença e/ou seu tratamento na terceira. Nesse contexto, cabe um esforço de articulação que contemple as três direções acima aludidas, agregando-se a isso um aprofundamento da descrição da natureza e extensão das dificuldades escolares em matemática, bem como dos caminhos de compensação de tais dificuldades (DA ROCHA FALCÃO & HAZIN, 2007; HAZIN, 2006).

Um conjunto importante de sintomas, decorrentes de alterações no funcionamento cognitivo, tem sido associado a dificuldades na atividade matemática, ao mesmo tempo em que são freqüentemente relacionados às disfunções cognitivas que acompanham a epilepsia (HOMMET & cols., 2005; ALDENKAMP & cols., 2004). Este é especialmente o caso das dificuldades na organização visuoespacial, traduzidas no domínio da atividade matemática como, por exemplo, a incapacidade de discriminar os numerais 6 e 9; o comprometimento da organização espacial de numerais com centenas, dezenas e unidades na execução de algoritmos aritméticos (adições e subtrações com reserva), desrepeitando-se a ordenação dos mesmos em termos de lugar das unidades, dezenas e centenas (do que decorre erro na execução do algoritmo); bem como dificuldades em problemas que envolvem simetria e imagem mental para a representação de sólidos no espaço. Vale aqui salientar que, na perspectiva ora proposta, a atividade matemática escolar engloba, dentre outros, aspectos *procedurais* e *conceituais*, que têm relação com dificuldades de aprendizagem de naturezas distintas (DA ROCHA FALCÃO, 2009). Aspectos procedurais dizem respeito às habilidades cognitivo-motoras responsáveis por habilidades e competências referentes à execução de rotinas e/ou algoritmos eficazes para a resolução de determinados problemas (como, por exemplo, a realização de adição ou subtração de algarismos com reserva). Por outro lado, os aspectos conceituais se referem à compreensão de regras e princípios subjacentes aos algoritmos, e dizem respeito a funções do pensamento (LURIA, 1981). Tal diferenciação será de extrema relevância para a compreensão das dificuldades apresentadas pelas crianças epiléticas participantes deste estudo.

Em paralelo aos estudos acima aludidos, identificam-se esforços na direção de mapeamento do chamado *cérebro matemático* (DEHAENE & COHEN, 1995). Tais estudos trazem com eles uma questão central para a discussão ora proposta, a saber, qual o lugar da cerebralidade na atividade matemática?

A resposta a tal questão exige um posicionamento no tocante à relação entre mente/cérebro-corpo, polarizada por duas perspectivas aparentemente inconciliáveis. De um lado, teóricos dualistas ontológicos que defendem a identificação de dois domínios de naturezas distintas, a saber, uma mente interna e imaterial, logo “descorporificada” e um mundo externo e seus objetos e eventos físicos, prontos para serem “capturados” e representados mentalmente. De outro lado, teóricos materialistas reducionistas que igualam e reduzem a atividade mental à atividade cerebral.

Na concepção dos autores do presente estudo, ambos os posicionamentos contribuem para uma concepção de descontinuidade no processo de conhecimento. O primeiro por impor dicotomias entre interno/externo, material/imaterial, mental/corporal, o que implica a defesa da existência de uma matemática de essência platônica, independente de quem a produz. O segundo por defender, por exemplo, a possibilidade de falar-se de uma representação numérica inicial no domínio pré-linguístico, uma dimensão da atividade matemática inata, não exclusivamente humana e, entretanto, representacional, produto da atividade espontânea de áreas cerebrais específicas (IZARD, DEHAENE-LAMBERTZ & DEHAENE, 2008; CAREY, 2001).

Este estudo vem defender que a atividade matemática é um tipo de ação produzida por uma mente corporificada, propondo a existência de uma continuidade entre as experiências corporais e o pensamento. A cerebralidade é corresponsável por funções humanas essenciais, tais como a visão, o movimento, o raciocínio espacial. A construção dos conceitos pelos indivíduos, bem como a própria linguagem humana não são aleatórias ou arbitrárias, mas estão diretamente relacionadas aos limites impostos pelo cérebro e pelo corpo. Desta forma, a matemática que podemos conhecer é, essencialmente, a matemática produzida por uma mente e por um cérebro humanos. Em última instância, a matemática é uma produção corporificada autenticamente humana (NÚÑEZ, 2008; LAKOFF & NÚÑEZ, 2000).

Uma vez estabelecido o papel crucial da corporeidade para a atividade matemática, cabe por outro lado considerar tal atividade para além desta mesma corporeidade, abarcando o contexto sociocultural (JOHNSON & ROHNER, 2005). Conforme escreveu A.R. Luria com muita propriedade,

Para se descobrir as fontes explicativas da ação humana é necessário ir além dos limites do organismo, não se restringindo à esfera íntima da mente, mas abar-

cando a esfera das formas objetivas de vida social; é necessário buscar as fontes da consciência humana e do livre arbítrio na história social da humanidade. Para achar a alma humana, é necessário perdê-la. (LURIA, 2007, tradução nossa).

2. Objetivo, método e resultados

A opção pela apresentação conjunta do método e dos resultados é aqui justificada pelo caráter processual deste estudo. As etapas constituintes desta pesquisa não foram definidas *a priori*. Novos instrumentos de avaliação foram incorporados ao procedimento à medida que novas perguntas surgiram. Isto posto, serão apresentados a seguir as etapas que integram o procedimento, bem como as perguntas que foram surgindo ao longo de cada uma delas, e os encaminhamentos e ferramentas mobilizadas na tentativa de responder a tais questões.

O objetivo deste estudo foi oferecer subsídios para a compreensão da atividade matemática de crianças com o diagnóstico de epilepsia idiopática generalizada do tipo ausência, bem como investigar o benefício da utilização de ferramentas da cultura, que passamos a denominar *próteses culturais*, na minimização dos efeitos das alterações cognitivas identificadas. Contribuições advindas da neuropsicologia, da psicologia cognitiva e da psicologia da educação matemática, foram combinadas em três etapas diagnósticas, que se seguiram à constituição da amostra, conforme apresentado a seguir.

2.1. Constituição do grupo de participantes

Trabalhou-se com um grupo de quatro crianças com diagnóstico de epilepsia idiopática generalizada do tipo ausência, atendidas em serviço público de referência da Cidade do Recife (PE). Todas as crianças faziam uso de mesma medicação (carbamazepina) e em igual dosagem para o controle das crises. Os sujeitos são apresentados, com seus respectivos pseudônimos, a partir dos dados que compõem o quadro a seguir:

Quadro 1 – Perfil do grupo de sujeitos participantes da pesquisa

Dados	Sujeitos			
	Criança 1 Amanda	Criança 2 Clara	Criança 3 Maria	Criança 4 Hugo
Sexo	Feminino	Feminino	Feminino	Masculino
Idade	10 anos	11 anos	9 anos	11 anos
Tipo Escola	Particular	Pública	Particular	Pública
Nível de Escolaridade	4 ^a . Série do Ensino Fundamental	6 ^a . Série do Ensino Fundamental	2 ^a . Série do Ensino Fundamental	5 ^a . Série do Ensino Fundamental

2.2. Etapa Diagnóstica I

Tal etapa foi constituída por uma sequência de quatro subetapas de trabalho, descritas abaixo.

a) *Anamnese com os pais ou responsáveis e aplicação do questionário, desenvolvido por Souza e cols (1998), sobre os sentimentos, crenças e conhecimentos dos pais acerca da epilepsia*: os pais e/ou responsáveis pelas crianças com epilepsia responderam a questões que abarcaram o histórico clínico da doença na criança; os antecedentes gestacionais; o desenvolvimento motor e o desenvolvimento da linguagem; a vida escolar; a rotina diária e os antecedentes familiares. O questionário foi incluído como fonte de informação acerca dos sentimentos, crenças, estigmas e conhecimento dos pais e/ou responsáveis sobre a epilepsia.

A análise clínico-qualitativa das respostas dos pais e/ou responsáveis, de forma global aponta para uma superproteção dos pais e para o medo corrente da eclosão das crises, o que levou a uma modificação do funcionamento familiar em todos os casos. Vale ainda salientar que os pais destacaram unanimemente que acreditam na existência de uma relação entre a epilepsia e as dificuldades escolares enfrentadas pelas crianças.

b) *Produção de desenhos e elaboração de histórias acerca dos sujeitos*: nesta etapa as crianças participantes foram convidadas a produzir desenhos e escreverem uma história sobre os mesmos, a partir de quatro temas deflagradores: ‘Eu’, ‘A matemática’, ‘Eu e a matemática’ e ‘Como é ter epilepsia’. O objetivo desta etapa

foi explorar as representações das crianças acerca de si mesmas, da epilepsia e da matemática. De forma global, os desenhos e histórias traduziram as difíceis vivências que as crianças têm da doença e da relação negativa que estabelecem com a matemática, conforme ilustrado pelos desenhos e textos propostos por Amanda, uma das participantes do estudo:



Como é ter epilepsia:
 é muito difícil, durante a minha alfabetização eu não sabia o que é que estava acontecendo comigo, eu olhava pro seu apagava, as minhas amigas se afastaram de mim.

Figura 1 – Desenho e texto produzidos por Amanda para o Tema “Eu”. Transcrição literal do texto no protocolo: “E muito difícil, durante a minha alfabetização eu não sabia o que é que estava acontecendo comigo, eu olhava pro seu apagava, as minhas amigas se afastaram de mim”.



Figura 2 – Desenho e texto produzidos por Amanda para o Tema “Eu e a matemática”. Transcrição literal do texto no protocolo: “Eu e ela, nós somos, super, hiper, ultra, mega, power, master, master, inimigas eu não gosto da matemática”.

c) *Avaliação neuropsicológica*: As crianças foram submetidas a uma bateria de testes psicológicos e neuropsicológicos, com o objetivo de se obter subsídios adicionais acerca de aspectos relacionados a seus funcionamentos cognitivos, notadamente em termos de pontos fortes e fracos. Abaixo são descritos os instrumentos utilizados e as áreas respectivamente investigadas (para um detalhamento dos testes utilizados, ver LÉZAK, 2004).

- c.1.) Wechsler Intelligence Scale for Children-III (WISC-III) – Inteligência (QI total, QI verbal, QI executivo/manipulativo e Índices Fatoriais (Compreensão Verbal, Organização Perceptual, Resistência à Distração e Velocidade de Processamento).
- c.2.) Rey Auditory-Verbal Learning Test (Lista de Palavras) – Memória Verbal.
- c.3.) Teste da Figura Complexa de Rey-Osterrieth – Habilidades visuoespaciais/memória visual.
- c.4.) Trail Making Test (Trilhas, partes A e B); Stroop Test e Teste de Atenção Concentrada (AC) – Atenção (concentrada, dividida e alternada) e funcionamento executivo.
- c.5.) Teste de Desempenho Escolar (TDE) – Conhecimentos escolares (Aritmética, Leitura e Escrita).

De forma global, os dados oriundos da avaliação neuropsicológica indicaram o comprometimento dos seguintes processos e dimensões cognitivas:

- i) atenção concentrada, teste AC: Clara 37 pontos, 11 omissões, 1 erro, classificação médio-inferior; Maria 29 pontos, 10 omissões, classificação médio-inferior, e Amanda 33 pontos e 12 omissões classificação médio-inferior);
- ii) memória verbal, teste de Aprendizagem Auditivo-Verbal de Rey: Hugo, evocação imediata de 7 palavras de uma lista de 15, e após 20 min evocação de apenas 3 palavras), o que caracteriza perda importante de informações armazenadas na memória de curto prazo;
- iii) flexibilidade cognitiva, teste de Trilhas, parte B: Clara, desistiu após 9 erros e Amanda desistiu após dois erros, o que caracteriza dificuldades na alternância do foco atencional, e conseqüentemente, da flexibilidade de pensamento;
- iv) organização visuoespacial/visuomotora, figuras complexas de Rey: Clara, percentil 25 inferior, Hugo percentil 10 inferior, Maria percentil 25 inferior e Amanda percentil 25 inferior, o que caracteriza, para todo o grupo de participantes comprometimento importante na percepção das relações espaciais entre objetos, dificultando a organização e integração dos estímulos sensoriais

que permitem a construção da geometria do meio externo, do que decorrem comprometimentos funcionais-escolares como leitura de mapas e organização da escrita (inclusive para rotinas de processamento aritmético na adição com reserva).

É interessante notar que as dificuldades visuoespaciais estão presentes em todas as crianças, e que a importância de tal habilidade no fazer matemático-escolar é comumente destacada por estudos que investigam a neuropsicologia da atividade matemática (GIL, 2002; ROSSELLI & ARDILA, 1989; LURIA, 1981). A visuoespacialidade está relacionada à cognição espacial, ou seja, à capacidade de percepção das relações espaciais entre objetos, promovendo uma organização e integração dos estímulos sensoriais, permitindo a construção geométrica do meio externo, conforme destacado acima (MATTEI & MATTEI, 2005). Tal habilidade é imprescindível para a realização das operações aritméticas, efetuadas mentalmente ou por escrito, em especial no caso do alinhamento sequencial, da direita para a esquerda, das unidades, dezenas e centenas.

O comprometimento visuoespacial das crianças com epilepsia, acima aludido, pode ser ilustrado por meio da comparação das produções destas com a produção de uma criança sem epilepsia no teste neuropsicológico Figuras Complexas de Rey-Osterrieth – (ver reproduções de protocolo apresentadas na figura 3 abaixo), que avalia especificamente este aspecto do funcionamento cognitivo. Destacam-se nas produções das crianças com epilepsia algumas características que ilustram os déficits visuoespaciais, a saber, a posição incorreta ou ausência de elementos fortes do desenho, tais como o círculo; a imprecisão no número de alguns elementos, tais como as linhas horizontais do quadrante esquerdo superior; o traçado sem firmeza dos desenhos; a falta de simetria, dentre outros.

d) *Aplicação do instrumento de avaliação da atividade matemática I*: As crianças com epilepsia responderam ao instrumento de avaliação matemática, composto por 20 questões, oriundas de diferentes outros instrumentos de avaliação de redes públicas de educação municipais, estaduais e nacionais; de questões de pesquisa propostas por estudiosos da educação matemática, assim como questões propostas pelos próprios pesquisadores. O instrumento abarcou diferentes campos conceituais (VERGNAUD, 1990) da matemática escolar, conforme descrito e exemplificado a seguir:

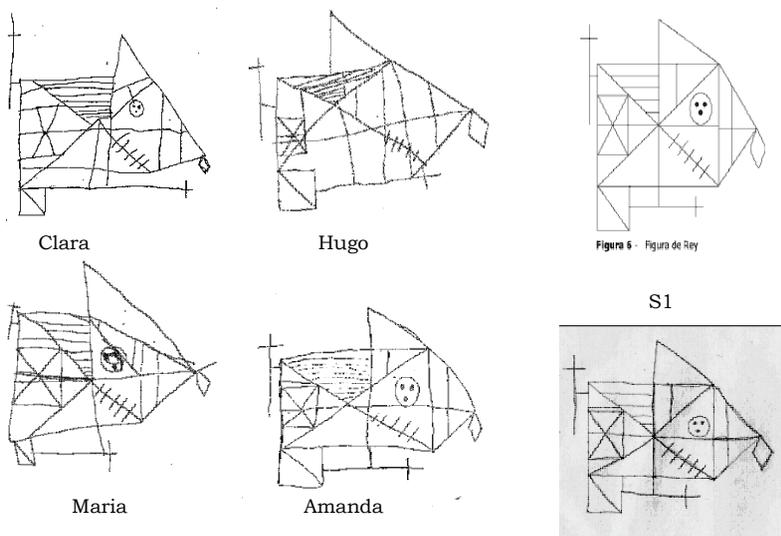


Figura 3 – Produções de sujeitos epiléticos e de um sujeito não-epilético no teste de reprodução das Figuras Complexas de Rey-Osterrieth.

– Habilidades algorítmicas e compreensão do sistema numérico decimal:
 “Escreva o número formado por 2 centenas, 7 dezenas e 5 unidades”, “Arme e efetue: $847 + 5 + 98$ ”.

– Estruturas aditivas:

“Eu e Rodrigo colecionamos figurinhas. Ontem ele veio aqui em casa e a gente trocou figurinhas. Eu dei a ele 4 figurinhas e ele me deu 6 figurinhas. Hoje eu tenho 15 figurinhas. Quantas figurinhas eu tinha antes de Rodrigo ir lá em casa?”

– Estruturas multiplicativas:

“Nós vamos dar uma festa! Para cada criança que vier nós daremos duas bolas. Nós temos ao todo 18 bolas. Quantas crianças nós podemos convidar?”

– Imagem mental de propriedades de sólidos geométricos:

“Observe esta peça de um jogo de encaixe e circule a que representa a peça do jogo vista de cima:”

– Compreensão de medidas da cultura:

“Eu acordo às 6h30, tomo banho e vou para a escola. Minhas aulas começam às 7 horas. Saio da escola às 12h30 e volto correndo para casa, pois minha mãe está me esperando para o almoço. À tarde faço minha lição e vou brincar. Às 8 horas da noite vou dormir. Desenhe os ponteiros nos relógios para indicar as horas em que eu a) acordo, b) saio da escola e c) vou dormir.

A análise do desempenho das crianças no instrumento de avaliação da atividade matemática I apontou sete questões consideradas críticas, a saber, as questões 2, 3, 4, 6, 8, 9 e 13. Vale salientar que as questões 3, 4, 6 e 13 pertencem ao campo conceitual das estruturas multiplicativas, envolvendo, portanto, divisões e multiplicações, assuntos ainda não dados ou em processo de desenvolvimento nas séries escolares das crianças investigadas. As demais questões (2, 8 e 9) envolviam habilidades visuoespaciais, tais como armação de conta de adição, construção de imagem mental da rotação de sólidos e simetria, conforme ilustrado no protocolo abaixo, em que se diagnostica a dificuldade da criança em armar corretamente a conta:

2. Arme e efetue:

$$\begin{array}{r} 2 \quad 1 \\ 847 \\ + \\ 98 \\ \hline 7932 \end{array}$$

3. Escreva a resposta do problema que você ouviu

Resposta: ..24.. papais.....

Figura 4 – Estrato de protocolo de Amanda.

A análise dos dados oriundos da Etapa Diagnóstica I suscitou duas questões centrais:

a) Os erros cometidos pelas crianças epiléticas nas questões do Instrumento de avaliação da atividade matemática I seriam diferentes daqueles produzidos por crianças sem o diagnóstico de epilepsia? b) Os resultados da avaliação dos testes neuropsicológicos seriam diferentes daqueles encontrados na população em geral de crianças nesta faixa etária?

2.3. *Etapa Diagnóstica II*

Tal etapa foi estruturada com objetivo central de estabelecer relações comparativas, de cunho qualitativo, entre as atividades matemáticas das crianças com epilepsia e de crianças sem diagnóstico de comprometimento neurológico, notadamente em termos de tipo de erro e procedimentos mobilizados na resolução das questões do Instrumento de avaliação da atividade matemática I, bem como em termos de desempenho nos testes constituintes da bateria neuropsicológica. Para tanto, foram constituídos quatro grupos-controle. Cada um destes grupos-controle foi composto por cinco crianças, sem diagnóstico de comprometimento neurológico, e com perfis semelhantes (idade, sexo, nível socioeconômico e tipo de escola) aos de cada uma das quatro crianças epiléticas. Foram aplicados a estes grupos-controle os mesmos instrumentos e tarefas solicitados ao grupo experimental na etapa diagnóstica I, descritos anteriormente.

O conjunto de dados oriundos das etapas diagnósticas I e II foram categorizados e analisados através do uso de ferramenta estatística descritiva multidimensional, combinando-se um método de extração de organização taxonômica para distribuição dos sujeitos em grupos e subgrupos e uma análise fatorial para dados nominais em efetivos pouco numerosos (análise de correspondências – para uma introdução a tal método, ver REESE & LOCHMÜLLER, 1994). Os resultados de tais análises são resumidos, respectivamente, pelas figuras 5 e 6.

Ambas as análises mostraram claramente a separação entre as crianças com epilepsia (sujeitos 13 – Clara; 1 – Amanda; 7 – Maria; e 19 – Hugo) do restante do grupo. A classificação hierárquica ascendente produziu uma primeira partição (A) opondo o sujeito 19 ao restante do grupo; a segunda partição (B) opôs os sujeitos 13 e 1 aos grupos c1 e c2. O primeiro (e mais importante fator) oriundo da análise fatorial opôs as crianças com epilepsia (1, 13, 7 e 19, com projeções do lado esquerdo do fator) às demais crianças (lado direito do fator); o segundo fator opôs os sujeitos 1, 13 e 7 (lado inferior) ao sujeito 19 (lado superior), o que exigiu uma análise mais aprofundada de forma a compreender tal partição. As contribuições mais importante do lado esquerdo (lado das crianças epiléticas) do fator 1 (eixo horizontal) foram, em ordem decrescente de importância de contribuição: 1. dificuldades em operar algoritmos para a adição; 2. diagnóstico positivo de epilepsia e inversão dos números 13 e 31, 69 e 96 na ordenação crescente de sequência dada (instrumento de avaliação em matemática – questão 9). As modalidades de variáveis associados ao lado direito do fator 1 (portanto,

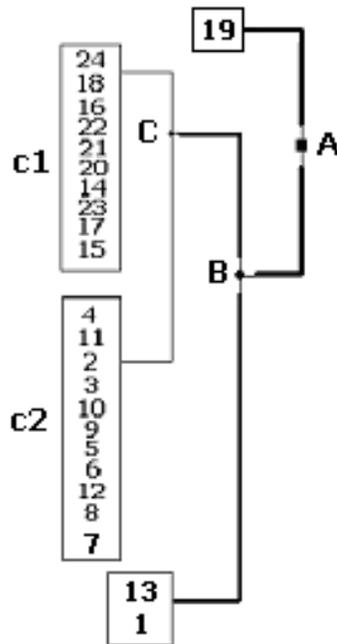


Figura 5 – Classificação Ascendente Hierárquica (CAH) a partir dos dados categorizados referentes aos sujeitos epiléticos e não-epiléticos.

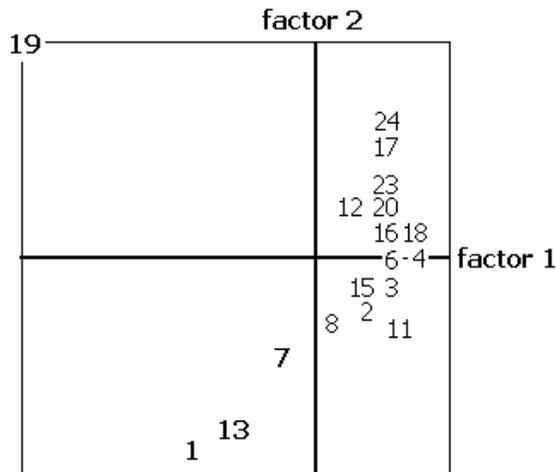


Figura 6 – Análise Fatorial do tipo análise de correspondências a partir de dados nominais categorizados oriundos de sujeitos epiléticos (1, 7, 13 e 19) e não-epiléticos (2 a 6, 8 a 12, 14 a 18 e 20 a 24): plano fatorial produzido pelos fatores 1 e 2 .

ao lado de projeção dos sujeitos com epilepsia) foram ausência de diagnóstico de epilepsia e atenção concentrada/classificação na média. No que diz respeito às oposições decorrentes das projeções de modalidades de variáveis sobre o fator 2, que opõem o sujeito 19 juntamente com alguns sujeitos sem alterações neurológicas e os outros três sujeitos com epilepsia junto com os demais sujeitos sem alterações neurológicas, contata-se que os sujeitos da parte superior podem ser caracterizados, em ordem decrescente de contribuições, pelos seguintes aspectos: comprometimento da aprendizagem auditivo-verbal; dificuldade no armazenamento e/ou evocação de informações verbais da memória de longo prazo; inversão dos números 13 e 31, 69 e 96 na ordenação crescente de sequência dada (instrumento de avaliação em matemática – questão 9); erro nas questões 8 (tarefa de visualização mental de rotação de objeto sólido no espaço) e 18 (reconhecimento de pares de números e iguais, porém com alterações de orientação, tais como 6 e 9, B e 8) do instrumento de avaliação em matemática escolar. Em termos globais, a confrontação das análises descritivas de classificação hierárquica e fatorial (abarcando os dois primeiros e mais importantes fatores) permite em primeira instância (fator 1) obter a cisão esperada em termos de crianças com epilepsia e crianças sem alterações neurológicas, tendo a capacidade de atenção concentrada como aspecto crucial para esta distinção; tal leitura dos dados é complementada por análise mais sutil, aquela propiciada pelo fator 2, que opõe a criança com epilepsia 19 e as outras três crianças com este diagnóstico, junto com outros sujeitos sem alterações neurológicas num e noutro subgrupo, cisão esta que se faz fundamentalmente em função de comprometimento de memória e aprendizagem auditivo-verbal e visuoespacialidade/visuoconstrução, este último aspecto incidindo claramente sobre pontos usualmente relevantes para a avaliação de desempenho em matemática escolar (visualização de rotações e organização de algoritmos para operações com reserva e reconhecimento/distinção de padrões numéricos perceptualmente próximos, como 13 e 31 acima referidos).

Os resultados oriundos das Etapas diagnósticas I e II suscitaram outras duas questões: a) As dificuldades apresentadas pelas crianças com epilepsia são de natureza conceitual ou procedural? b) Estas crianças poderiam ser beneficiadas pela mobilização de ferramentas culturais, que possibilitassem a minimização ou superação de seus déficits? Buscando-se responder a estas questões foi desenvolvido o Instrumento de investigação da atividade matemática II, utilizado na etapa diagnóstica 3, abaixo descrita.

2.3. Etapa Diagnóstica III

Participaram desta etapa, além das crianças com epilepsia, quatro crianças dos grupos de referência (uma representante de cada grupo), sorteadas ao acaso. O instrumento de avaliação da atividade matemática II foi construído a partir de um recorte, realizado pelos pesquisadores, de jogos matemáticos propostos pelo Instituto Freudenthal (Utrecht – Holanda, <http://www.fi.uu.nl>); e adaptações de testes neuropsicológicos. Vale salientar que todas as tarefas propostas envolviam basicamente aspectos da visuoespacialidade (LÉZAK, 2004). Nesta etapa foi oferecido aos sujeitos um suporte auxiliar para resolução de problemas aritméticos representado pelo uso de cores distintas para a diferenciação em termos de representação gráfica de numerais representativos de unidades, dezenas e centenas, na grafia de grandezas numéricas de três dígitos. Foram igualmente oferecidos blocos de encaixe do tipo Blocos Lego®, material previsto como auxiliar representacional para a abordagem de tarefas envolvendo construções bi e tridimensionais. Abaixo o instrumento acima referido é resumidamente descrito:

1. **Tarefa de Simetria**, envolvendo a habilidade para identificar, analisar e completar imagens especulares complexas. Tal habilidade é aqui considerada como precursora psicológica para o conceito geométrico de simetria. Foram apresentados às crianças desenhos simétricos e especulares com a omissão de um elemento gráfico em um dos lados. A criança deveria identificar o elemento omitido, bem como apontar a sua localização e posição.

2. **Tarefa de Rotação**, envolvendo a habilidade para movimentar imagens mentais de sólidos em rotação e translação no espaço. Eram apresentados às crianças cartazes em que estavam destacados elementos geométricos, e abaixo deles uma série de figuras semelhantes em posições diferentes. A criança deveria identificar quais das figuras eram iguais aos elementos geométricos de referência.

3. **Tarefa de Imagem Mental e Construção bi e tridimensional**, envolvendo habilidade para construir imagem mental de sólidos. Eram apresentados às crianças cartazes contendo desenhos bidimensionais de figuras construídas com blocos. A criança deveria num primeiro momento identificar a quantidade de blocos necessários para a construção da figura, e num segundo momento reproduzir as figuras com blocos de encaixe do tipo Blocos Lego®.

4. **Tarefa de Orientação Espacial**, envolvendo habilidade para representar e operar algoritmo da adição com e sem o auxílio de lápis coloridos, conforme ilustrado abaixo:

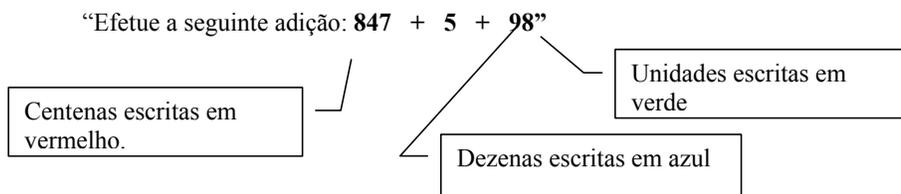


Figura 7 – Questão de orientação espacial do Instrumento de Avaliação da Atividade Matemática II.

Os resultados oriundos desta etapa mostraram uma diferença importante entre a produção das crianças com e sem epilepsia. As crianças sem alterações neurológicas acertaram todas as questões do instrumento. Por outro lado, todas as crianças com epilepsia apresentaram erros nas questões de rotação, de construção bidimensional e na armação das contas. Entretanto, o resultado mais relevante é a constatação que estas crianças foram beneficiadas com a utilização das ferramentas culturais acima aludidas, notadamente aquela representada pela utilização de cores diversas para diferenciação entre unidades, dezenas e centenas no contexto da computação aritmética de numerais com três dígitos. Constata-se que o acesso à estratégia de mediação representada pela distinção cromática de unidades, dezenas e centenas permitiu às crianças com epilepsia organizar e operar adequadamente o algoritmo da adição com reserva, o que evidencia que tais dificuldades apresentadas por estas crianças seriam de natureza preponderantemente procedural, e não conceitual: questionadas acerca do interesse em usar cores neste tipo de tarefa, os sujeitos esclareceram estar cientes de que as cores representavam instâncias diversas da organização do sistema de contagem em base decimal. Em outras palavras, a diversidade de cores não servia apenas de princípio organizacional cromático-perceptual, mas como marcador representacional de um princípio conceitual, marcador este que se mostrou crucial na superação de dificuldades da ordem da visuoespacialidade (dificuldades em organizar dígitos representativos de unidades, dezenas e centenas “um embaixo do outro”, sem o suporte de orientação proporcionado pela cor).

3. Considerações finais

O presente estudo buscou evidenciar as relações existentes entre aspectos da organização e do funcionamento cerebrais, o perfil neuropsicológico, aspectos

culturais e as habilidades cognitivas envolvidas no processo de atividade matemática de crianças com epilepsia idiopática generalizada do tipo ausência. Os dados mostram que tais crianças apresentam alterações neuropsicológicas importantes, tais como o comprometimento da atenção concentrada e da memória verbal. Porém, o maior comprometimento está associado à organização visuoespacial. Tais déficits neuropsicológicos trazem consequências para a atividade matemática destas crianças, notadamente provocando erros peculiares em tarefas que envolvem habilidades visuoespaciais como simetria, rotação, organização espacial de contas, construção bi e tridimensionais. Por outro lado, as crianças com epilepsia foram beneficiadas pela utilização de ferramentas culturais que minimizaram comprometimentos cognitivos que lhes são específicos. Nesse sentido, destaca-se a importância da internalização de tais recursos, verdadeiras “próteses culturais”, destacadas por Luria e Vygotsky (1996) ao apresentarem a tese da organização extracortical das funções psicológicas superiores. Nesse sentido, os sistemas funcionais que exemplificam a organização cerebral e o funcionamento psicológico superior, são caracterizados como sistemas abertos, plásticos, que permitem ao sujeito desbravar e construir caminhos alternativos que minimizem ou superem seus déficits.

De forma global, pode-se afirmar que a atividade matemática de crianças epiléticas guarda peculiaridades no que se refere a um padrão de funcionamento cerebral específico, considerando, portanto, a dimensão da cerebralidade envolvida em tal processo psicológico. Por outro lado, quando uma criança, com epilepsia ou não, faz matemática ela mobiliza um conjunto de mediadores simbólicos, oferecendo a tal atividade uma contextualização sócio-histórico-cultural. Tais considerações têm importância crucial no estabelecimento de diagnóstico acerca das dificuldades da criança com epilepsia em matemática escolar: é preciso, por um lado, que este diagnóstico contemple uma perspectiva acerca da atividade matemática que não se restrinja ao processamento algorítmico e rotinizado de grandezas numéricas, pois tal processamento é atividade-meio, e não o aspecto definidor da atividade matemática em sua riqueza e complexidade (cf. BODANSKII, 1991; DA ROCHA FALCÃO, 2001, 2003, 2007); por outro lado, é também necessário que tal diagnóstico saiba distinguir dificuldades da ordem da proceduralidade (que em muito se beneficiam de “próteses” culturais como as aqui aludidas) daquelas referentes à indisponibilidade de esquemas conceituais que forneçam caminhos de resolução para uma classe identificável de problemas (VERGNAUD, 1997). Por fim, os dados do presente estudo

mostram o quanto as representações da criança, com epilepsia ou não, acerca da aprendizagem, de si mesma e da matemática têm papel não-negligenciável no processo de aprendizagem da matemática na escola.

Tais constatações apontam para a necessidade de ampliação da compreensão da natureza de dificuldades de aprendizagem em geral, aqui ilustradas pela abordagem do caso específico das dificuldades em matemática escolar, situando tal foco de pesquisa em perspectiva que *corporifique* os processos mentais, sem com isso negligenciar o contexto histórico-cultural em que cada indivíduo se insere e a partir do qual constrói seus significados. Tal perspectiva simultaneamente corporificada e culturalizada da mente parece-nos a mais profícua no sentido de instrumentalizar o profissional da educação para que este possa enfim, auxiliar crianças com necessidades especiais (e toda e qualquer criança) a construir estratégias compensatórias, não no sentido de substituição de funções comprometidas, mas como resultado das experiências da criança no interior de situações sociais de desenvolvimento. Nesse sentido, são construídos novos e particulares caminhos que possibilitem à criança a aquisição de formas culturais de comportamento que, conseqüentemente, possibilitarão a esta atingir as metas do desenvolvimento cultural (VIGOSTKI, 1993 ; GINDIS, 2003).

Resumo

Este estudo oferece um conjunto de dados oriundos da exploração das inter-relações entre aspectos neuropsicológicos e dificuldades escolares em matemática apresentadas por crianças com epilepsia. Tais crianças podem ser caracterizadas pela presença de importantes disfunções na atenção, memória e organização visuoespacial, que por sua vez implicam comprometimentos da atividade matemática escolar, em especial no que se refere à execução de procedimentos algorítmicos. Entretanto, tais dados mostram o quanto as crianças epiléticas beneficiaram-se a partir da oferta de ferramentas semióticas da cultura, ressaltando a necessidade de consideração dos aspectos socioculturais envolvidos na neuropsicologia da aprendizagem de forma geral, bem como no caso específico da atividade matemática escolar.

Palavras-chave: neuropsicologia da atividade matemática; epilepsia e dificuldades de aprendizagem; cultura e cognição.

Abstract

This study offers a set of data concerning the exploration of interrelations between neuropsychological aspects and mathematical scholar difficulties presented by epileptic children. Such children can be characterized by important neuropsychological dysfunctions – attention, memory and visual perception skills – which are related to mathematical impairment concerning the proper use of processual algorithmic tools. Nevertheless, data discussed here show that epileptic children have benefited from the offer of semiotic aids from culture, which highlights the need for considering the context of culture in the neuropsychology of learning in a broad sense, including the specific case of mathematics activity at school.

Keywords: *neuropsychology of mathematics activity; epilepsy and learning difficulties; culture and cognition.*

Resumen

Este estudio ofrece un conjunto de datos oriundos de la explotación de las interrelaciones entre aspectos neuropsicológicos y dificultades escolares en matemáticas presentadas por niños con epilepsia. Dichos niños pueden ser caracterizados por la presencia de importantes disfunciones en la atención, memoria y organización visuoespacial, que a su vez implican en comprometimientos de la actividad matemática escolar, en especial en lo que toca a la ejecución de procedimientos algorítmicos. Sin embargo, los referidos datos muestran cuánto los niños epilépticos se beneficiaron a partir de la oferta de herramientas semióticas de la cultura, destacando la necesidad de tener en cuenta los aspectos socio-culturales imbricados en la neuropsicología del aprendizaje de forma general, bien como en el caso específico de la actividad matemática escolar.

Palabras claves: *neuropsicología de la actividad matemática; epilepsia y dificultades de aprendizaje; cultura y cognición.*

Referências

- Aldenkamp, A.; Baker, G. & Meador, K. (2004). The neuropsychology of epilepsy: what are the factors involved? *Epilepsy & Behavior*, 5 (SI – S2).
- Bodanskii, F. (1991). The formation of an algebraic method of problem-solving in primary school children. In: Davidov, V.V. (1991). *Soviet Studies in Mathematics Education: Vol. 6. Psychological Abilities of Primary School Children in Learning Mathematics*. Reston, NCTM, pp. 275-338.
- Canguilhem, G. (2003). *Le normal et le pathologique*. Paris, PUF.

- Carey, S (2001). On the very possibility of discontinuities in conceptual development. In: Dupoux, E. (org.). *Language, brain and cognitive development*. Londres, MIT Press.
- Clot, Y. (1999) De Vygotski à Léontiev via Bakhtine. In: Clot, Y. (org.). *Avec Vygotski*. Paris, La Dispute.
- Da Rocha Falcão, J.T. (2001). Learning environment for mathematics in school: towards a research agenda in psychology of mathematics education. *Proceedings of the 23th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education – PME*, Utrecht (The Netherlands), vol. 1, pp. 65-71.
- . (2003). *Psicologia da educação matemática: uma introdução*. Belo Horizonte, Editora Autêntica.
- . (2009). Na vida dez, na escola dez: breve discussão crítica acerca de pressupostos psicológicos e seus desdobramentos sobre a avaliação em matemática escolar. *Vértices*, vol. 10, pp. 117-139.
- ; Hazin, I. (2007). Dez mitos acerca do ensino e da aprendizagem de matemática. *Pesquisas e práticas em educação matemática*, vol. 1, n. 1, pp. 27-48,
- Damásio, A. (2003). *Ao encontro de Espinosa: as emoções sociais e a neurologia do sentir*. Sintra, Publicações Europa-América.
- Dehaene, S. & Cohen, L. (1995). Towards an anatomical and functional model of number processing. *Mathematical Cognition*, vol. 1, pp. 83-120.
- Gindis, B. (2003). Remediation through education: sociocultural theory and children with special needs. In: Kozulin, A. *Vygotsky's educational theory in cultural context*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Hazin, I. (2006). *A atividade matemática de crianças com epilepsia idiopática generalizada do tipo ausência: contribuições da neuropsicologia e da psicologia cognitiva*. Tese de doutorado não-publicada, Programa de Pós-Graduação em Psicologia Cognitiva, UFPE.
- Hommet, C; Sauerwein, H.C.; De Toffol, B. & Lassonde, M. (2005). Idiopathic epileptic syndromes and cognition. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, 30 (1), pp. 85-96.
- Izard, V.; Dehaene-Lambertz, G.; Dehaene, S. (2008). Distinct cerebral pathways for object identity and number in human infants. *PLoS Biology*, 6(2), pp. 1-11.

- Johnson, M. & Rohrer, T. (2005). We are live creatures: embodiment, american pragmatism and the cognitive organism. In: Zlatev, J.; Ziemke, T.; Frank, R.; Dirven, R. (eds). *Body, language and mind*. Berlim, Mouton de Gruyter.
- Lakoff, G.; Núñez, R.E. (2000). *Where mathematics comes from: how the embodied mind brings mathematics into being*. Nova York, Basic Books.
- Levin, H.; Goldstein, F. & Spiers, P. (1993). "Acalculia". In: Heilman, K. & Valenstein, S. (eds). *Clinical Neuropsychology*. Nova York, Oxford.
- Lezak, M.D. (2004). *Neuropsychological assessment*. Nova York, Oxford University Press.
- Luria, A. R. (1981) *Fundamentos de neuropsicologia*. São Paulo, Edusp/Livros Técnicos e Científicos.
- Luria, A.R. (2007). <http://www.marxists.org/archive/luria/>. Acessado em abril/2007.
- Mattei, Tobias & Mattei, Josias (2005). A cognição espacial e seus distúrbios: o papel do córtex parietal posterior. *Revista Neurociências*, vol. 13(2), pp. 93-99.
- Mulas, F.; Hernández, S. & Morant, A. (2001). Alteraciones neuropsicológicas en los niños epilépticos. *Revista de neurología clínica*, vol. 2 (1), pp. 29-41.
- Núñez, R. (2008). Reading between the number lines. *Science*, vol. 321, pp. 1293-1294.
- Reese, C.E., Lochmüller, C.H. (1994). *Introduction to Factor Analysis*. Retirado de: <http://www.chem.duke.edu/~clochmul/tutor1/factucmp.html>
- Sacks, O. (1989). *Vendo vozes – uma viagem ao mundo dos surdos*. Companhia das Letras, São Paulo.
- . (2003). *Um antropólogo em marte – sete histórias paradoxais*. Companhia das Letras, São Paulo.
- Shafer, P. & Dean, p (2003). Clinical challenges for learning, behavior, and mood in children with epilepsy. *Epilepsy & Behavior*, vol. 4 (2), pp. 98-100.
- Valsiner, J. (2009). Cultural Psychology today: innovations and oversights. *Culture & Psychology*, 15 (1), pp. 5-39.
- Vergnaud, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en didactique des mathématiques*, 10-23, pp. 133-170.
- . (1997). The nature of mathematical concepts. In: Nunes, T., Bryant, P. *Learning and teaching mathematics: an international perspective*. Londres, Psychology Press.

- Vygotsky, L.S. (1993) Defect and compensation. In: *The collected works of L.S. Vygotsky. Vol. II: The fundamentals of defectology*. Nova York, Plenum Press.
- ; Luria, A.R. (1996). *A história do comportamento: o macaco, o primitivo e a criança*. Porto Alegre, Artes Médicas.
- WHO – World Health Organization (2009). Consulta feita em: 15/10/2009
<http://www.who.int/topics/epilepsy/en/>

Izabel Hazin

Departamento de psicologia – Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes (CCHLA) –
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).
Doutora em psicologia cognitiva pela Universidade Federal de Pernambuco.
E-mail: izabel.hazin@gmail.com

Selma Leitão

Departamento de psicologia – Centro de Filosofia e Ciências Humanas – Universidade
Federal de Pernambuco (UFPE). Doutora em psicologia pela Cambridge University.

Jorge Tarcísio da Rocha Falcão

Departamento de psicologia – Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes (CCHLA) –
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).
Doutor em psicologia da aprendizagem e do desenvolvimento
pela Université de Paris 5/ René Descartes/ Sorbonne.