

AVALIAÇÃO DE DOMÍNIOS GERAIS E ESPECÍFICOS NA DISCALCULIA DO DESENVOLVIMENTO: QUE INVESTIGAR?

Luana Batista¹, Luis Maia^{□1}, & Sofia Silva^{1,2}

¹Universidade da Beira Interior, Departamento de Psicologia e Educação, Covilhã, Portugal, a42667@ubi.pt, lmaia@ubi.pt

²Universidade de Évora, Portugal, sofiasilva1982@gmail

RESUMO: A Discalculia do Desenvolvimento faz parte dos transtornos específicos de aprendizagem e afeta de 3 a 5% da população em idade escolar. É caracterizada por uma dificuldade no processamento numérico e em cálculos básicos com manifestação precoce e persistente ao longo do desenvolvimento. A avaliação neuropsicológica e suas ferramentas são úteis no estabelecimento do diagnóstico clínico. A Discalculia afeta domínios gerais e específicos da cognição. Nos domínios gerais, é importante a avaliação das representações verbais, habilidades visuoespaciais, funções executivas e memória de trabalho. Já nos domínios específicos é necessária a investigação das representações não simbólicas, transcodificação, operadores, conceitos, procedimentos, fatos aritméticos e problemas verbalmente formulados. Além disso, crianças com transtorno de aprendizagem estão suscetíveis ao desenvolvimento de problemas emocionais e comportamentais, sendo sua investigação altamente necessária. O entendimento dos mecanismos subjacentes ao transtorno facilita a compreensão das habilidades preservadas e prejudicadas no indivíduo.

Palavras-Chave: Discalculia, transtorno de aprendizagem, avaliação neuropsicológica, dificuldade na matemática.

EVALUATION OF GENERAL AND SPECIFIC DOMAINS IN DEVELOPMENTAL DYSCALCULIA: WHAT TO INVESTIGATE?

ABSTRACT: Developmental dyscalculia is part of specific learning disorders and affects 3 to 5% of the school-age population. It is characterized by a difficulty in numerical processing and basic calculations with early and persistent manifestation throughout development. Neuropsychological assessment and its tools are useful in establishing a clinical diagnosis. Dyscalculia affects general and specific domains of cognition. In general domains, it is important to evaluate verbal representations, visuospatial skills, executive functions and working memory. In the specific domains, it is necessary to investigate non-symbolic representations, transcoding, operators, concepts, procedures, arithmetic facts and verbally formulated problems. In addition, children with learning disabilities are susceptible to the development of emotional and

[□]Universidade da Beira Interior, Departamento de Psicologia e Educação, 6200-209, Covilhã, Portugal. Email: lmaia@ubi.pt

behavioural problems, and their investigation is highly necessary. Understanding the mechanisms underlying the disorder facilitates the understanding of the skills preserved and impaired in the individual.

Keywords: Dyscalculia, learning disorder, neuropsychological assessment, difficulty in mathematics.

EVALUACIÓN DE DOMINIOS GENERALES Y ESPECÍFICOS EN DISCALCULIA DEL DESARROLLO: ¿QUÉ INVESTIGAR?

RESUMEN: La discalculia del desarrollo es parte de trastornos de aprendizaje específicos y afecta del 3 al 5% de la población en edad escolar. Se caracteriza por una dificultad en el procesamiento numérico y cálculos básicos con manifestación temprana y persistente durante todo el desarrollo. La evaluación neuropsicológica y sus herramientas son útiles para establecer un diagnóstico clínico. La discalculia afecta los dominios generales y específicos de la cognición. En dominios generales, es importante evaluar las representaciones verbales, las habilidades visoespaciales, las funciones ejecutivas y la memoria de trabajo. En los dominios específicos, es necesario investigar representaciones no simbólicas, transcodificaciones, operadores, conceptos, procedimientos, hechos aritméticos y problemas formulados verbalmente. Además, los niños con discapacidades de aprendizaje son susceptibles al desarrollo de problemas emocionales y de comportamiento, y su investigación es muy necesaria. Comprender los mecanismos subyacentes al trastorno facilita la comprensión de las habilidades preservadas y deterioradas en el individuo.

Palabras Clave: Discalculia, trastorno del aprendizaje, evaluación neuropsicológica, dificultad en matemáticas.

Recebido em 19 de julho de 2020/ Aceite em 5 de novembro de 2020

A avaliação neuropsicológica é a aplicação do campo da neuropsicologia que visa a investigação das funções cognitivas e busca relacionar o comportamento humano ao funcionamento normal ou deficitário do sistema nervoso central (Lezak et al., 2012). Um dos seus objetivos é explorar as razões do desempenho comprometido e para isso vai além de procedimentos padronizados, buscando a interação de fatores. Diante disso, viabiliza o estabelecimento do diagnóstico e do prognóstico, o conhecimento sobre a evolução do caso e proporciona base para a reabilitação (Haase et al., 2012).

Atualmente, existem inúmeras condições nas quais a avaliação neuropsicológica se mostra útil. Entre as queixas que chegam nos consultórios, principalmente encaminhadas pela escola, está a dificuldade na matemática. Sua investigação é importante, visto que estudos têm sugerido que as habilidades matemáticas são tão necessárias para o sucesso acadêmico quanto as habilidades leitoras (Romano et al., 2010). Além disso, para uma ocupação remunerada, a falta das habilidades aritméticas é mais incapacitante do que o analfabetismo (Parsons & Bynner, 1997).

Há vários fatores que podem alterar o desenvolvimento da aprendizagem da matemática, como por exemplo, déficits globais, práticas educativas inadequadas ou problemas emocionais. Diante disso, é importante distinguir se o indivíduo está apresentando uma dificuldade na matemática ou um Transtorno de Aprendizagem. A dificuldade pode ser ocasional ou melhor explicada por outras condições, já o transtorno é específico e persistente (Mazzocco, 2007). Sendo assim, a avaliação neuropsicológica é um processo complexo que requer a utilização de várias estratégias, como por

exemplo, entrevista clínica, escalas, observação do comportamento, tarefas experimentais e testes padronizados (Haase et al., 2012).

Definição

O Transtorno de Aprendizagem da Matemática, ou como conhecido, Discalculia do Desenvolvimento (DD) têm sido classificado no DSM-V juntamente com a leitura e escrita na categoria de transtornos específicos da aprendizagem (TEA) (DSM-V). É caracterizada por uma dificuldade persistente no processamento numérico e em cálculos básicos que prejudicam o indivíduo em atividades da vida diária e escolares (Butterworth, 2005). A prevalência do transtorno em população escolar é de 3 a 5% (Shalev et al., 1997). Atualmente os TEAs são definidos como transtornos do neurodesenvolvimento, que possuem manifestação precoce e levam a prejuízos na adaptação dos indivíduos (DSM-V). Assim como outras entidades nosológicas, a DD não possui marcadores biológicos que permitam sua definição. Portanto, o seu diagnóstico é clínico e conduzido por critérios comportamentais e de exclusão (Ferreira & Haase, 2010). Sendo assim, a origem de tais dificuldades não podem ser melhores explicadas por métodos educacionais inadequados, falta de estimulação, transtornos emocionais e deficiência intelectual, sensorial, motora ou linguística (Butterworth, 2005). O critério é baseado em resultados de tarefas padronizadas e específicas para a matemática como o Teste de Desempenho Escolar (Stein, 1994). Atualmente, são utilizados dois parâmetros para o diagnóstico: dois anos de discrepância entre o desempenho matemático e o ano escolar e 2 desvios-padrão abaixo da média para o ano escolar. O CID-10 ainda inclui o critério de discrepância entre o desempenho e a inteligência (Organização Mundial da Saúde, 1994). Entretanto, há críticas em relação a esse critério, visto que é necessário considerar os casos de falsos positivos e falsos negativos. Crianças com deficiência intelectual, por exemplo, poderiam ser diagnosticadas com discalculia por apresentarem dificuldades, sendo que os déficits são melhores explicados por um funcionamento global (falso positivo). Em contrapartida, crianças com inteligência acima da média poderiam não obter o diagnóstico por terem um desempenho limítrofe, sendo que as dificuldades matemáticas são específicas e persistentes, mas o desempenho está dentro do ponto de corte (falso negativo) (Ferreira & Haase, 2010). Um critério alternativo que tem sido usado é a resposta a intervenção. O critério propõe que as crianças que possuem risco de apresentar o transtorno sejam detectadas antecipadamente e passem por intervenções que levarão ao diagnóstico se as dificuldades foram persistentes (Ferreira & Haase, 2010). Além disso, o DSM-V propõe a indicação do nível de gravidade, podendo variar entre leve, moderado e grave. O manual ressalta ainda, a importância da utilização de critérios baseados na história clínica e relatórios educacionais e pedagógicos (American Psychiatric Association, 2013).

Avaliação

No geral, há duas escolas de pensamento quanto aos déficits da DD. Uma diz respeito a compreensão da ausência de déficits específicos, ou seja, a disfunção em habilidades cognitivas mais gerais é o que estaria prejudicando as habilidades matemáticas (Geary, 1993). Outra escola baseada no modelo do triplo código, defende a existência de déficits específicos da matemática (Dehaene & Cohen, 1995; Haase et al., 2010). Entretanto, alguns estudos sugerem a multiplicidade de déficits (Haase et al., 2012). Um estudo investigou em 258 alunos da 3ª série, a contribuição de domínios gerais (memória de trabalho, velocidade de processamento e linguagem oral) para a execução de três habilidades aritméticas: fluência de cálculo básico, cálculos multidigitais, e problemas verbalmente formulados. Os resultados mostraram que ambos os domínios gerais contribuem independentemente para a explicação da variação das habilidades aritméticas. Esses resultados sustentam uma visão de

múltiplos déficits na DD, visto que as crianças apresentaram dificuldades tanto nos domínios gerais quanto nos específicos ao processamento numérico (Cowan & Powell, 2014).

Domínios gerais

Alguns estudos têm sugerido que há subtipos de DD, que se dariam a partir da disfuncionalidade em domínios gerais (Rubinsten & Henik, 2009). É importante ressaltar, que o estudo das comorbidades mostra que as dificuldades com a consciência fonológica, funções executivas, memória de trabalho e habilidades visuoespaciais são importantes para o entendimento dos mecanismos cognitivos subjacentes à discalculia (Ferreira & Haase, 2010).

Funções executivas e memória de trabalho. As funções executivas, podem ser definidas como o conjunto de habilidades (memória de trabalho, controle inibitório, atenção seletiva, flexibilidade cognitiva, planejamento e monitoramento) que proporcionam orientar e regular o comportamento para alcançar um objetivo (Garo et al., 2008; Lezak, 1995). Segundo Haase e Ferreira (2010) uma disfunção executiva, leva a uma dificuldade com a recuperação dos fatos e com o desenvolvimento de estratégias para resolução de problemas. Já as dificuldades atencionais resultam em erros nos cálculos por troca de sinais e leitura incorreta dos números. Outro componente das funções executivas, a memória de trabalho, é caracterizada como habilidade que permite armazenar e processar temporariamente as informações (Baddeley, 2012). Estudos mostram que seus componentes estão relacionados às habilidades matemáticas (Van de Weijer-Bergsma et al., 2014). A dificuldade com as funções executivas frequentemente é associada a disfunções do lobo frontal. Tais funções também estão relacionadas à comorbidade da DD com o Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (Monuteaux et al., 2005).

Representações simbólicas verbais

As áreas cerebrais relacionadas a representações simbólicas verbais, são as comumente ligadas à linguagem, como: giro angular, áreas temporais da linguagem e região frontal inferior à esquerda. Um déficit nas representações verbais, ocasiona a dificuldade no resgate dos fatos aritméticos e também na aprendizagem da sequência de contagem (Wilson & Dehaene, 2007). Além disso, um dos mecanismos cognitivos que têm sido associados as habilidades matemáticas verbais é a consciência fonológica. Essa é a capacidade de reconhecimento e manipulação dos sons de uma língua. A sua avaliação pode ser feita por meio tarefas que requerem a diferenciação dos sons que formam as palavras (Cuningham et al., 2015). Um estudo investigou mecanismos compartilhados e não-compartilhados envolvidos na leitura e escrita de palavras e numerais arábicos. Cento e setenta e duas crianças do segundo ao quarto ano foram avaliadas. Os resultados mostraram que todas as tarefas de leitura e escrita de palavras e números foram significativamente correlacionadas entre si. A única variável cognitiva que previu todas as habilidades foi a consciência fonêmica (inteligência e memória de trabalho fonológica e visuoespacial também foram investigadas) (Lopes-Silva et al., 2016). Isso sugere que a consciência fonêmica é um mecanismo compartilhado por domínios numéricos e verbais. Diante disso, uma alta taxa de comorbidade, por volta de 40%, é relatada entre a DD e a Dislexia (Lewis et al., 1994).

Habilidades Visuoespaciais

As habilidades visuoespaciais podem ser definidas como a capacidades de percepção e manipulação de informações espaciais (Lezak et al., 2012). Segundo Wilson e Dehaene (2007), déficits nas habilidades visuoespaciais têm sido relacionadas a disfunções do lobo parietal posterior

AValiação de Domínios na Discalculia

e superior. Nas habilidades matemáticas essas dificuldades podem resultar em problemas com o “subtizing” (habilidade que permite a identificação automática de pequenas quantidades, de até 5 elementos, sem a necessidade de contá-los). Além disso, pode acarretar em dificuldades na percepção e manipulação de quantidades e no posicionamento dos números. Entretanto, como consequência da relação entre representações espaciais e numéricas, esse subtipo, é difícil separar do subtipo do senso numérico discutido posteriormente no tópico de representações não simbólicas.

Modelos Cognitivos

Na avaliação neuropsicológica é importante considerar o transtorno como uma hipótese a ser investigada. Sendo assim, quando as funções cognitivas mais gerais já foram avaliadas, inicia-se o processo de investigação dos domínios mais específicos, como a cognição numérica.

A neuropsicologia desenvolveu modelos explicativos a fim de entender melhor o funcionamento das habilidades matemáticas. Através disso, podemos conhecer quais componentes são importantes em uma avaliação. Os modelos cognitivos permitem então, o estabelecimento de um elo entre as manifestações fenotípicas e as bases neurogenéticas dos transtornos (Haase et al., 2012).

Modelo Modular da Rota Semântica Abstrata

Um modelo pioneiro proposto para explicar o processamento numérico e de cálculo foi o Modular de Rota Semântica Abstrata (McCloskey et al., 1985). Foi formulado a partir de observações clínicas e experimentais de pacientes com lesão cerebral adquiridas e conseqüentemente acometidos de acalculia. Os dados neuropsicológicos permitiram a compreensão de que as habilidades aritméticas são divididas em módulos, já que os pacientes apresentavam comprometimentos seletivos nos subdomínios e dissociações no desempenho. O modelo assume que existem dois sistemas principais: um sistema de processamento numérico e outro de cálculo. O sistema de processamento numérico é composto por cinco módulos, sendo estes: representação de magnitudes, produção de numerais arábicos, compreensão de numerais arábicos, produção de numerais verbais e compreensão de numerais verbais. Cada componente do sistema é subdividido em (a) lexical (fonológico e grafêmico, no caso dos numerais escritos) o que permite a produção e ou compreensão de cada algarismo no número; e (b) sintático, que envolve a relação entre esses elementos. Já o sistema de cálculo é composto pelos operadores, conceitos, procedimentos e fatos aritméticos. Além disso, segundo o modelo, as operações dos dois sistemas necessariamente acessam a representação de magnitudes (capacidade de identificar a grandeza de um conjunto numérico). Clinicamente, o modelo é útil, pois ele viabiliza a compreensão das habilidades aritméticas preservadas e prejudicadas no indivíduo. Entretanto, dados posteriores mostraram que nem todas as operações de processamento numérico e cálculo precisam acessar a representação de magnitudes, podendo ser automatizados sob forma de rotinas verbais (Deloche & Wilmes, 2000).

Modelo do Triplo Código

Outro modelo posteriormente proposto para explicar as representações numéricas é o Triplo Código (Dehaene, 1992; Dehaene & Cohen, 1997) que postula que os números são representados em três formas diferentes. O formato mais básico é a representação não simbólica de magnitudes, que é inata, compartilhada com outros animais, analógica e aproximada (Piazza & Dehaene, 2004). É correspondente ao senso numérico, habilidade que permite a discriminação de quantidades. A representação não simbólica obedece às leis psicofísicas: Lei Weber e Lei de Fechner. O Lei de Weber ou efeito da distância, postula que quanto menor a distância numérica entre os conjuntos a serem

discriminados, maior é o tempo de reação e a taxa de erros. Já a Lei de Fechner estabelece que os números são organizados na forma de uma linha numérica mental, logaritmicamente comprimida e orientada da direita para esquerda (Izard & Dehaene, 2008). Além disso, existem as representações simbólicas, que são precisas, culturais e relacionadas ao código visual-arábico e numérico verbal (Dehaene, 1992). Estudos de neuroimagem permitiram as correlações anátomo-clínicas do modelo do Triplo Código. A representação não-simbólica, necessária para tarefas de comparação de magnitudes, é processada bilateralmente no sulco intraparietal. As representações simbólicas, relacionadas a contagem, adição e multiplicação são processadas pelas áreas perisilvianas esquerdas. Os numerais arábicos, responsáveis pelo cálculo multidigital são representados bilateralmente no giro fusiforme (Dehaene et al., 2003). E por fim, a aprendizagem dos fatos aritméticos está relacionada as áreas pré-frontais e do giro parahipocampal (Arsalidou & Taylor, 2011). Assim como no modelo da Rota Semântica Abstrata, os componentes do Triplo Código podem estar comprometidos em combinações diferentes. Isso enfatiza a heterogeneidade da discalculia (Ferreira & Haase, 2010).

Domínios específicos: Cognição Numérica

De acordo com os modelos cognitivos desenvolvidos para uma melhor compreensão das habilidades matemáticas, encontram-se abaixo os componentes importante para a avaliação da cognição numérica.

Representações não simbólicas

As representações não simbólicas podem ser avaliadas, por meio de tarefas de comparação de magnitudes. Um estudo investigou a representação de magnitudes simbólicas e não simbólicas em crianças com habilidades matemáticas típicas e abaixo da média esperada.

Os resultados mostraram que os dois grupos conseguiram avaliar as representações, entretanto o grupo abaixo da média apresentou maior taxa de erros. Ao considerar os dois grupos, as medidas não simbólicas explicam melhor as diferenças individuais na matemática do que as simbólicas (Ferreira, 2012). Outro estudo investigou a relação entre três medidas do sistema aproximado de numerosidade (comparação não simbólica, estimativa não simbólica e adição não simbólica) e o cálculo exato. Participaram do estudo crianças típicas e com dificuldade na matemática. O grupo com dificuldade, em comparação aos seus pares, teve desempenho inferior em todas as medidas do sistema aproximado de numerosidades (Pinheiro-Chagas, 2014). Diversos estudos, têm mostrado uma relação entre o desempenho na matemática e a representação não simbólica de magnitudes sugerindo que crianças discalculicas quando comparadas com crianças típicas possuem uma representação não simbólica mais imprecisa (Halberda et al., 2008; Piazza et al., 2010; Pinheiro-Chagas et al., 2014).

Transcodificação

A transcodificação numérica é a capacidade para estabelecer relações entre as representações numéricas arábicas e verbais e, por conseguinte, realizar a conversão de símbolos numéricos de uma notação para outra (quatro = 4) (Deloche & Seron, 1987). Pode ser avaliada por meio de tarefas que exijam essa conversão, como por exemplo, um ditado de numerais arábicos. Um estudo investigou habilidades de transcodificação (escrita e leitura de numerais arábicos) em crianças de 7 a 12 anos com e sem dificuldades matemáticas. Os resultados mostraram que em todos os anos escolares investigados, as crianças com dificuldade na matemática apresentam menores desempenhos nas habilidades de transcodificação. Nos primeiros anos foram observados dificuldades no léxico e na sintaxe numérica. Já nas crianças mais velhas as dificuldades eram principalmente na transcodificação

de números mais complexos. Uma análise de erros mostrou que o grupo com dificuldade na matemática apresentava falhas na aquisição de regras para transcodificar (Moura et al., 2013). Além disso, a transcodificação prediz o desempenho de habilidades aritméticas mais complexas no futuro (Moeller et al., 2011).

Operadores

Os sinais aritméticos (+ - = x ÷) são uma notação ideográfica que possuem valor único e universal. O conhecimento dos operadores pode ser avaliado através de tarefas que requerem a discriminação, identificação e significado dos sinais (Ferro & Botelho, 1980). Além disso, em tarefas de cálculos, é possível fazer uma análise qualitativa e observar se há erros por troca de sinais. Um estudo de caso mostrou dois pacientes que confundiam e erravam na identificação dos sinais aritméticos e executavam cálculos de acordo com esses erros. O estudo sugeriu que as dificuldades não se davam devido um déficit perceptual, visto que os pacientes conseguiam escrever os sinais por cópia e discriminá-los de outros estímulos (Ferro & Botelho, 1980).

Conceitos e procedimentos

O conhecimento conceitual pode ser caracterizado como o entendimento dos conceitos matemáticos, das relações e operações (Kilpatrick et al., 2001). Já o conhecimento procedimental é definido como uma série de ações ou etapas para realização de um objetivo (Rittle-Johnson & Schneider, 2014). Os conceitos importantes para a contagem, por exemplo, são a cardinalidade e irrelevância da ordem; já os procedimentos, são os passos para a execução de um cálculo (Rittle-Johnson & Schneider, 2014). Podem ser avaliados por meio de tarefas explícitas ou implícitas. No primeiro caso, o sujeito poderá explicar verbalmente como resolveria um problema aritmético. No segundo, o indivíduo pode assistir alguém executando um cálculo e julgar, de acordo com seu conhecimento, se foi realizado melhor forma.

Fatos aritméticos

Os fatos aritméticos podem ser investigados por meio de tarefas que solicitem que a criança apresente o resultado de forma precisa e automática. Alguns estudos têm sugerido que crianças discalculicas tem dificuldade na resolução dos fatos aritméticos básicos, sendo mais lentas e cometendo mais erros (Fleischner et al., 1980; Wylie et al., 2012). O resgate dos fatos, do ponto de vista desenvolvimental é visto como uma estratégia mais sofisticada (Dowker, 2005).

Outros componentes importantes na avaliação: Problemas verbalmente formulados

Outro aspecto não abordado pelos modelos apresentados, entretanto de igual importância na avaliação, particularmente no que tange as comorbilidades são os problemas verbalmente formulados. A dificuldade com problemas é um déficit encontrado em crianças com discalculia. Esses podem ser avaliados por meio perguntas verbais, onde o indivíduo é solicitado à resolução. Podem se apresentar de quatro maneiras: mudança (por exemplo, Maria tinha 5 bonecas. Então ela deu 2 para Joana. Quantas bonecas Maria tem agora?); igualdade (João tem 4 carrinhos. Pedro tem 9. Quantos carrinhos João deve ter para ter tantos como o Pedro?); combinação (Maria e Joana tem 5 bonecas juntas. Maria tem 3 bonecas. Quantas bonecas Joana tem?) e comparação (João tem 5 carrinhos. Ele tem 2 a menos que o Pedro. Quantos carrinhos Pedro tem?) (Hanich et al., 2001). Um estudo investigou o desempenho de 210 alunos em algumas áreas da cognição numérica. Os alunos foram divididos em 4 grupos: somente dificuldade na matemática, somente dificuldade na leitura, dificuldade na

matemática e leitura e crianças sem dificuldades. Os grupos com dificuldade na matemática tiveram piores desempenhos nas atividades matemáticas. Entretanto o grupo comórbido teve piores desempenhos do que o grupo com dificuldade somente na matemática em tarefas que requeriam a linguagem, como por exemplo, os problemas verbalmente formulados (Hanich et al., 2001).

Aspetos emocionais

Outro ponto importante a ser avaliado na DD, são os aspetos emocionais e comportamentais. Crianças que possuem transtornos de aprendizagem, vivenciam consecutivas experiências de fracasso escolar. Sendo assim, estão mais propensos ao desenvolvimento de problemas emocionais e comportamentais (Auerbach et al., 2008). Uma fobia que vêm sendo investigada é a Ansiedade na Matemática. Pode ser caracterizada como um sentimento de tensão que interfere na realização de atividades aritméticas, levando ao desconforto e a evitação (Ashcraft & Ridley, 2005). Pode ser avaliada por meio de questionários de auto relato (Wood et al., 2012).

Conclusão

Em comparação com a Dislexia, existem menos estudos e testes padronizados para a DD. O desconhecimento do transtorno, a falta de preparo de profissionais da saúde e da educação leva a privação do diagnóstico e conseqüentemente da reabilitação dos indivíduos afetados. A DD é um transtorno com multiplicidade de déficits. Sua complexidade permite que diferentes componentes estejam afetados gerando perfis heterogêneos de dificuldade. Uma avaliação minuciosa dos domínios gerais e específicos então, permite o estabelecimento mais detalhado das habilidades prejudicadas e preservadas. Diante disso, o indivíduo poderá ter acesso a intervenções específicas e personalizadas que conseqüentemente, serão mais eficazes, visto que se adequarão ao seu perfil neuropsicológico. A DD causa prejuízos a vida dos indivíduos afetados como problemas emocionais e comportamentais, abandono escolar, baixa autoestima e dificuldades profissionais, sendo sua avaliação e o estabelecimento do diagnóstico preventiva para o sucesso do indivíduo.

REFERÊNCIAS

- American Psychiatric Association (APA). (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (DSM-5). American Psychiatric Publishing
- Ashcraft, M., & Ridley, K. (2005). Math anxiety and its cognitive consequences. A tutorial review. In J. I. D. Campbell (Org.), *Handbook of Mathematical Cognition* (pp. 315-327). Psychology Press.
- Auerbach, J., Gross-Tsur, V., Manor, O., & Shalev, R. (2008). Emotional and behavioral characteristics over a six-year period in youths with persistent and nonpersistent dyscalculia. *Journal of Learning Disabilities*, 41(3), 263-273. <https://doi.org/10.1177/0022219408315637>.
- Baddeley, A. (2012). Working memory: theories, models, and controversies. *Annual Review of Psychology*, 63, 1-29. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-120710-100422>.
- Barrouillet, P., Camos, V., Perruchet, P., & Seron, X. (2004). ADAPT: A developmental, asemantic, and procedural model for transcoding from verbal to Arabic numerals. *Psychological Review*, 111, 368-394. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.111.2.368>.
- Butterworth, B. (2005). The development of arithmetical abilities. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 46(1), 3-18. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2004.00374.x> Corpus ID: 680163.

- Cunningham, A., Witton, C., Talcott, J., Burgess, A., & Shapiro, L. (2015). Deconstructing phonological tasks: The contribution of stimulus and response type to the prediction of early decoding skills. *Cognition*, *143*, 178-186. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2015.06.013>.
- Dehaene, S., & Cohen, L. (1995). Towards an anatomical and functional model of number processing. *Mathematical cognition*, *1*(1), 83-120.
- Dehaene, S., & Cohen, L. (1997). Cerebral pathways for calculation: double dissociation between rote verbal and quantitative knowledge of arithmetic. *Cortex*, *33*, 219-250. [https://doi.org/10.1016/S0010-9452\(08\)70002-9](https://doi.org/10.1016/S0010-9452(08)70002-9).
- Dehaene, S., Piazza, M., Pinel, P., & Cohen, L. (2003). Three parietal circuits for number processing. *Cognitive Neuropsychology*, *20*, 487-506.
- Dehaene, S. (1992). Varieties of numerical abilities. *Cognition*, *44*, 1-42. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(92\)90049-N](https://doi.org/10.1016/0010-0277(92)90049-N).
- Deloche, G., & Seron, X. (1987). *Numerical transcoding: A general production model*. Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Deloche, G., & Wilmes, K. (2000). Cognitive neuropsychological models of adult calculation and number processing: the role of the surface format numbers. *European Child and Adolescent Psychiatry*, *9*(2), 27-40. <https://doi.org/10.1007/s007870070007>.
- Dowker, A. (2005). *Individual Differences in Arithmetic. Implications for Psychology, Neuroscience and Education*. Psychology Press.
- Ferreira, F., & Haase, V. (2010). Discalculia do desenvolvimento e cognição matemática: Aspectos neuropsicológicos. In L. do Valle, F. Assumpção Jr, R. Wajnsztein, & L. Malloy-Diniz (Orgs.) *Aprendizagem na Atualidade. Neuropsicologia e Desenvolvimento na Inclusão* (pp. 119-127). Novo Conceito.
- Ferreira, F., Wood, G., Pinheiro-Chagas, P., Lonnemann, J., Krinzing, H., Willmes, K., & Haase, V. (2012). Explaining school mathematics performance from symbolic and nonsymbolic magnitude processing: similarities and differences between typical and low-achieving children. *Psychology & Neuroscience*, *5*, 37-46. <https://doi.org/10.3922/j.psns.2012.1.06>.
- Ferro, J., & Botelho, J. (1980). Alexia for arithmetical signs. A cause of disturbed calculation. *Cortex*, *16*, 175-180. [https://doi.org/10.1016/s0010-9452\(80\)80032-3](https://doi.org/10.1016/s0010-9452(80)80032-3).
- Fleischner, J., Garnett, K., & Shepherd, M. (1980). *Proficiency in arithmetic basic fact computation of learning disabled and nondisabled children* (Technical Report 9). New York: Teachers College, Columbia University, Research Institute for the Study of Learning Disabilities.
- Garon, N., Bryson, S., & Smith, I. (2008). Executive function in preschoolers: A review using an integrative framework. *Psychological Bulletin*, *134*(1), 31-60. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.134.1.31>.
- Geary, D. (1993). Mathematical disabilities: Cognitive, neuropsychological, and genetic components. *Psychological Bulletin*, *114*(2), 345. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.114.2.345>
- Haase, V., Costa, A., Antunes, A., & Alves, I. (2012a). Heterogeneidade cognitiva nas dificuldades de aprendizagem da matemática: Uma revisão bibliográfica. *Psicologia em Pesquisa*, *6*(2), 139-150. <https://doi.org/10.5327/Z1982-12472012000200007>.
- Haase, V., Júlio-Costa, A., Pinheiro-Chagas, P., Oliveira, L., Micheli, L., & Wood, G. (2012b). Math self-assessment, but not negative feelings, predicts mathematics performance of elementary school children. *Child Development Research*, 2012, Article ID 982672. <https://doi.org/10.1155/2012/982672>.
- Haase, V., Wood, G., & Willmes, K. (2010). Matemática. In L. Malloy-Diniz, D. Fuentes, P. Mattos, & N. Abreu, *Avaliação Neuropsicológica* (pp. 123-132). Artmed.

- Halberda, J., Mazocco, M. M., & Feigenson, L. (2008). Individual differences in non-verbal number acuity correlate with maths achievement. *Nature*, *455*, 665-668. <https://doi.org/10.1038/nature07246>.
- Hanich, L., Jordan, N., Kaplan, D., & Dick, J. (2001). Performance across different areas of mathematical cognition in children with learning difficulties. *Journal of Educational Psychology*, *93*, 615-626. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.93.3.615>.
- Izard, V., & Dehaene, S. (2008). *Calibrating the mental number line*. *Cognition*, *106*(3), 1221- 1247. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2007.06.004>.
- Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findell, B. (2001). *Adding it up: Helping Children Learn Mathematics*. National Academy Press.
- Lewis, C., Hitch, G., & Walker, P. (1994). The prevalence of specific arithmetic difficulties and specific reading difficulties in 9- to 10-year-old boys and girls. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *35*, 283-292. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1994.tb01162>.
- Lezak, M. (1995). *Neuropsychological Assessment* (3rd ed.). Oxford University Press.
- Lezak, M., Howieson, D., & Loring, D. (2012). *Neuropsychological assessment* (5th ed.) Oxford University Press.
- Lopes-Silva, J., Mour, R., Júlio-Costa, A., Wood, G., Salles, J., & Haase, V. (2016). What is specific and what is shared between numbers and words? *Frontiers in Psychology*, *7*(22). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00022>.
- Lopes-Silva, J., Moura, R., Júlio-Costa, A., Haase, V., & Wood, G. (2014). Phonemic awareness as a pathway to number transcoding. *Frontiers in Psychology*, *5*(13). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00013>.
- Mazzocco, M. (2007). Defining and differentiating mathematical learning disabilities and difficulties. In D. Berch, & M. Mazzocco, *Why is Math so Hard for Some Children? The Nature and Origins of Mathematical Learning Difficulties and Disabilities* (pp. 29-47). Brookes
- McCloskey, M., Caramazza, A., & Basili, A. (1985). Cognitive mechanisms in number processing and calculation: Evidence from dyscalculia. *Brain and Cognition*, *4*, 171-186. [https://doi.org/10.1016/0278-2626\(85\)90069-7](https://doi.org/10.1016/0278-2626(85)90069-7).
- Moeller, K., Pixner, S., Zuber, J., Kaufmann, L., & Nuerk, H. (2011). Early place-value understanding as a precursor for later arithmetic performance: A longitudinal study on numerical development. *Research in developmental disabilities*, *32*(5), 1837-1851. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2011.03.012>.
- Monuteaux, M., Faraone, S., Herzig, K., Navsaria, N., & Biederman, J. (2005). ADHD and dyscalculia: Evidence for independent familial transmission. *Journal of Learning Disabilities*, *38*(1), 86-93. <https://doi.org/10.1177/00222194050380010701>.
- Moura, R., Wood, G., Pinheiro-Chagas, P., Lonnemann, J., Krinzinger, H., Willmes, K., & Haase, V. G. (2013). Transcoding abilities in typical and atypical mathematics achievers: The role of working memory and procedural and lexical competencies. *Journal of Experimental Child Psychology*, *116*(3), 707-727. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2013.07.008>.
- Organização Mundial da Saúde. (1994). *CID-10 Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde*. 10a rev. São Paulo: Universidade de São Paulo. vol.1.
- Parsons, S., & Bynner, J. (1997). Numeracy and employment. *Education & Training*, *39*(2), 43-51.
- Piazza, M., Dehaene, S. (2004). *From number neurons to mental arithmetic: the cognitive neuroscience of number sense*. The Cognitive Neurosciences (3rd ed.), 865-877. Ed. MS Gazzaniga,
- Piazza, M., Facoetti, A., Trussardi, A., Berteletti, I., Conte, S., Lucangeli, D., Dehaene, S., & Zorzi, M. (2010). Developmental trajectory of number acuity reveals a severe impairment in

- developmental dyscalculia. *Cognition*, 116(1), 33-41.
<https://doi.org/10.1016/j.cognition.2010.03.012>.
- Pinheiro-Chagas, P., Wood, G., Knops, A., Krinzinger, H., Lonnemann, J., Starling-Alves, I., Willmes, K., & Haase, V. G. (2014). In How Many Ways is the Approximate Number System Associated with Exact Calculation? *PLoS ONE* 9(11), Article e111155.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0111155>.
- Rittle-Johnson, B., & Schneider, M. (2015). Developing conceptual and procedural knowledge of mathematics. In R. C. Kadosh & A. Dowker (Eds.), *The Oxford handbook of numerical cognition* (pp. 1102-1118). Oxford, UK, New York, NY: Oxford University Press.
<https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199642342.013.014>
- Romano, E., Babchishin, L., Pagani, L., & Kohen, D. (2010). School readiness and later achievement: Replication and extension using a nationwide *Canadian survey*. *Developmental Psychology*, 46, 995– 1007. <https://doi.org/10.1037/a0018880>.
- Rubinsten, O., & Henik, A. (2009). Developmental dyscalculia: Heterogeneity might not mean different mechanisms. *Trends in cognitive sciences*, 13(2), 92-99.
<https://doi.org/10.1016/j.tics.2008.11.002>.
- Shalev, R., Manor, O., & Gross-Tsur, V. (1997). Neuropsychological aspects of developmental dyscalculia. *Math Cognition*, 3, 105-120.
- Stein, L. (1994). *TDE: teste de desempenho escolar: manual para aplicação e interpretação*. Casa do Psicólogo.
- Van de Weijer-Bergsma, E., Kroesbergen, E., & Van Luit, J. (2014). Verbal and visuospatial working memory and mathematical ability in different domains throughout primary school. *Memory & Cognition*, 43, 1-12. <https://doi.org/10.3758/s13421-014-0480-4>.
- Wilson, A., & Dehaene, S. (2007). Number sense and developmental dyscalculia. In D. Coch, G. Dawson, & K. W. Fischer (Eds.) *Human Behaviour, Learning, and the Developing Brain* (pp. 212-238). Guilford.
- Wood, G., Pinheiro-Chagas, P., Júlio-Costa, A., Micheli, L., Krinzinger, H., Kaufmann, L., Willmes, K., & Haase, V. (2012). Math et al. Anxiety Questionnaire: Similar latent structure in Brazilian and German school children. *Child Development Research*, 1-10.
<https://doi.org/10.1155/2012/610192>.
- Wylie, J., Jordan, J., & Mulhern, G. (2012). Strategic development in exact calculation: Group and individual differences in four achievement subtypes. *Journal of experimental child psychology*, 113(1), 112-130. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2012.05.005>.