

## Habilidades visuoespaciais e matemáticas em crianças com queixas de dificuldade de aprendizagem

*Habilidades visoespaciales y matemáticas en niños con quejas de dificultades de aprendizaje*  
*Compétences visuo-spatiales et mathématiques chez les enfants ayant des plaintes de difficultés d'apprentissage*  
*Visuospatial and mathematical skills in children with learning difficulty complaints*

Angela Cristina Pontes Fernandes<sup>1</sup>, Eduardo Henrique Moriel<sup>2</sup>  
Patrícia Aparecida Zuanetti<sup>2</sup>, Ana Paula Andrade Hamad<sup>3</sup>

1. Universidade Paulista – UNIP, Brasil.

2. Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Brasil.

3. Departamento de Neurociências e Ciências do Comportamento, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - Universidade de São Paulo, Brasil.

### Resumo

Habilidades visuoespaciais envolvem a representação e manipulação mental de informações não-linguísticas. Por meio delas é possível interpretar tamanho, forma, posição e movimento de objetos, sendo também importantes preditores do desempenho acadêmico em Matemática. Entretanto, estudos brasileiros recentes sobre a associação entre habilidades visuoespaciais e matemáticas são escassos. Dessa forma, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a relação entre visuoespacialidade e o nível de habilidades matemáticas em crianças com queixa de dificuldade de aprendizagem. Foram selecionados 53 prontuários de crianças com idades entre 6 e 11 anos, acompanhadas por uma equipe multiprofissional de um hospital terciário e que passaram por avaliação neuropsicológica. A amostra foi dividida em dois grupos de acordo com o desempenho na Prova de Aritmética, instrumento que avalia conhecimentos matemáticos. O grupo 1 (G1) foi composto por 16 crianças com déficits em Matemática (classificação abaixo da média), enquanto o grupo 2 (G2) foi formado por 37 crianças com desempenho adequado. Por meio do teste Mann Whitney, correlação de Spearman e teste Z para duas proporções, executados no programa STATA (versão 10), tais grupos foram comparados em termos de funções visuoespaciais, avaliadas pelo teste Figuras Complexas de Rey, considerando a classificação por escore-Z. Verificou-se diferença estatisticamente significativa entre os grupos, sendo que os piores desempenhos na tarefa visuoespacial ocorreram no grupo com dificuldades em Matemática. Tal resultado reforça a associação entre visuoespacialidade e habilidades matemáticas e pode contribuir para os processos de avaliação neuropsicológica no que tange a esclarecimentos diagnósticos e elaboração de planos terapêuticos.

*Palavras-chave:* habilidades visuoespaciais, matemática, criança, dificuldades de aprendizagem, avaliação neuropsicológica.

## Resumen

Las habilidades visuo-espaciales involucran la representación y manipulación mental de información no lingüística. A través de ellas es posible interpretar el tamaño, la forma, la posición y el movimiento de objetos, siendo también predictores importantes del rendimiento académico en Matemáticas. Sin embargo, estudios recientes en Brasil sobre la asociación entre habilidades visuo-espaciales y matemáticas son escasos. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue evaluar la relación entre la habilidad visuo-espacial y el nivel de habilidades matemáticas en niños con quejas de dificultades de aprendizaje. Se seleccionaron 53 expedientes de niños de entre 6 y 11 años, atendidos por un equipo multiprofesional en un hospital terciario y que fueron sometidos a una evaluación neuropsicológica. La muestra se dividió en dos grupos según el rendimiento en la Prueba de Aritmética, un instrumento que evalúa los conocimientos matemáticos. El grupo 1 (G1) estuvo compuesto por 16 niños con déficits en Matemáticas (clasificación por debajo del promedio), mientras que el grupo 2 (G2) estuvo formado por 37 niños con un rendimiento adecuado. Mediante la prueba de Mann Whitney, la correlación de Spearman y la prueba Z para dos proporciones, realizadas en el programa STATA (versión 10), se compararon estos grupos en términos de funciones visuo-espaciales, evaluadas mediante la prueba de Figuras Complejas de Rey, considerando la clasificación por puntuación Z. Se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos, observándose un peor rendimiento en la tarea visuo-espacial en el grupo con dificultades en Matemáticas. Este resultado refuerza la asociación entre la habilidad visuo-espacial y las habilidades matemáticas, y puede contribuir a los procesos de evaluación neuropsicológica en lo que respecta a la clarificación diagnóstica y la elaboración de planes terapéuticos.

*Palabras clave:* habilidades visuo-espaciales, matemáticas, niño, dificultades de aprendizaje, evaluación neuropsicológica.

## Résumé

Les compétences visuo-spatiales impliquent la représentation et la manipulation mentale d'informations non linguistiques. À travers elles, il est possible d'interpréter la taille, la forme, la position et le mouvement des objets, qui sont également d'importants prédicteurs de la performance académique en mathématiques. Cependant, des études brésiliennes récentes sur l'association entre les compétences visuo-spatiales et les mathématiques sont rares. Ainsi, l'objectif de cette recherche était d'évaluer la relation entre la visuo-spatialité et le niveau de compétences en mathématiques chez les enfants ayant des plaintes de difficultés d'apprentissage. Cinquante-trois dossiers d'enfants âgés de 6 à 11 ans, suivis par une équipe pluridisciplinaire d'un hôpital tertiaire et ayant subi une évaluation neuropsychologique, ont été sélectionnés. L'échantillon a été divisé en deux groupes en fonction des performances à l'Épreuve d'Arithmétique, un instrument qui évalue les connaissances mathématiques. Le groupe 1 (G1) était composé de 16 enfants présentant des déficits en mathématiques (classification en dessous de la moyenne), tandis que le groupe 2 (G2) était composé de 37 enfants ayant des performances adéquates. À l'aide du test de Mann Whitney, de la corrélation de Spearman et du test Z pour deux proportions, effectués avec le logiciel STATA (version 10), ces groupes ont été comparés en termes de fonctions visuo-spatiales, évaluées par le test de Figures Complexes de Rey, en tenant compte de la classification par score Z. Une différence statistiquement significative entre les groupes a été observée, les performances les plus faibles dans la tâche visuo-spatiale étant observées dans le groupe ayant des difficultés en mathématiques. Ce résultat renforce l'association entre la visuo-spatialité et les compétences mathématiques, et peut contribuer aux processus d'évaluation neuropsychologique en ce qui concerne les clarifications diagnostiques et l'élaboration de plans thérapeutiques.

*Mots-clés :* compétences visuo-spatiales, mathématiques, enfant, difficultés d'apprentissage, évaluation neuropsychologique.

## Abstract

Visuospatial skills involve the representation and mental manipulation of non-linguistic information. They make it possible to interpret size, shape, position and movement of objects, also being important predictors of academic performance in Mathematics. However, recent Brazilian studies regarding the association between visuospatial and mathematical skills are scarce. Thus, the aim of this research was to assess the relationship between visuospatiality and the level of mathematical abilities in children with learning difficulties complaints. 53 medical records from children with age between 6 and 11 years, accompanied by a multiprofessional team from a tertiary hospital and who underwent neuropsychological assessment, were selected. The sample was divided into two groups according to the Arithmetic Test performance, an instrument that assesses mathematical knowledge. Group 1 (G1) had 16 children with deficits in Mathematics (ranking below the average), whereas Group 2 (G2) had 37 children with adequate performance. Using Mann Whitney test, Spearman correlation test and Z test for two proportions, executed in the STATA program (version 10), these groups were compared in terms of visuospatial functions, assessed by Rey Complex Figure test, considering classification by Z-score. It was verified that there was a statistically significant difference between the groups. The worst performances in the visuospatial task were found in the group with difficulties mathematical difficulties. Such a result reinforces the association between visuospatiality and mathematical skills and can contribute to the processes of neuropsychological assessment referring to diagnostic clarifications and to the elaboration of therapeutic plans.

*Keywords:* visuospatial skills, mathematics, child, learning disabilities, neuropsychological assessment.

## 1. INTRODUÇÃO

A avaliação neuropsicológica (ANP) é um procedimento de investigação cujos objetivos incluem identificar alterações cognitivas e comportamentais que possam ter relação com comprometimentos psiquiátricos e/ou neurológicos, subsidiando a elaboração de diagnósticos clínicos e o planejamento de programas de reabilitação (Hamdan et al., 2011; Harvey, 2012). Trata-se de um exame que possibilita a identificação de fraquezas e recursos cognitivos, buscando integrar essas informações à história de vida e à funcionalidade do paciente (Bildler, 2011). Dentre os

aspectos investigados, estão as funções cognitivas, das quais o processamento visuoespacial e as habilidades matemáticas fazem parte (Gounden et al., 2017).

A visuoespacialidade é uma função cognitiva complexa e crucial para a independência funcional dos indivíduos (Buckley et al., 2018). Está relacionada à interpretação de tamanho, forma, posição e movimento de objetos, sendo importante na execução de tarefas como abotoar uma camisa, avaliar distâncias no trânsito, utilizar ferramentas, entre outras (Mervis et al., 1999).

Em termos mais específicos, o sistema visuoespacial compreende três categorias de habilidades, a saber: percepção

espacial, entendida como a capacidade de avaliar a ordenação dos objetos no espaço e suas relações no ambiente; visualização espacial, definida como a aptidão de gerar imagens mentais; e rotação mental, que refere-se à capacidade de recordar mentalmente um objeto e rotacioná-lo no espaço em duas ou três dimensões (Oostermeijer et al., 2014). Apesar dessa divisão, muitas atividades requerem o uso integrado das diferentes categorias de habilidades visuoespaciais (De Bruin et al., 2016).

Diversos fatores estão envolvidos nas diferenças individuais quanto à visuoespacialidade, sejam eles de natureza genética ou ambiental (Ackerman, 1992). Estudos de meta-análise indicaram que indivíduos do sexo masculino apresentam habilidades visuoespaciais mais desenvolvidas do que o feminino (Halpern et al., 2007; Voyer & Saunders, 2004). Por outro lado, ressalta-se que tais competências podem ser treinadas e melhoradas por meio do ensino formal e de atividades informais cotidianas (Holmes et al., 2008).

Do ponto de vista neurológico, o processamento visuoespacial está mais associado ao hemisfério direito (Myers, 2001), região de processamento global do ambiente, incluindo informações de caráter simbólico ou abstrato (Candiota et al., 2018). Segundo Kravitz et al. (2011), tarefas visuoespaciais ativam diferentes áreas do córtex cerebral. Os autores propõem que a partir da via dorsal occipitoparietal, responsável pelos aspectos espaciais da visão, emergem três projeções para os córtices pré-frontal e pré-motor, e uma projeção maior para o lobo temporal medial, as quais suportam o processamento visuoespacial consciente e não consciente, incluindo memória de trabalho espacial, ação visualmente guiada e navegação, respectivamente.

As habilidades matemáticas, por sua vez, se baseiam em princípios como representação, equivalência, ordem, proporcionalidade, interdependência, variação e aproximação (Brasil, 2017). Segundo Fuchs et al. (2005), noções básicas de quantidade, grandeza e extensão são construídas, aproximadamente, entre dois e seis anos de idade, fundamentando a elaboração da ideia de número, necessária para todos os conhecimentos quantitativos posteriores.

Um dos ramos da Matemática é a Aritmética, que trata das operações sobre numerais, incluindo adição, subtração, multiplicação e divisão (Raad et al., 2008). O desenvolvimento de habilidades aritméticas abrange desde tarefas básicas, como contar e discriminar quantidades, até procedimentos mais complexos, que envolvem cálculos em várias etapas ou com números multidígitos (Geary, 2011). De acordo com DeStefano e LeFevre (2004), a maior expressão da competência aritmética de um sujeito corresponde à resolução de problemas, uma vez que exige procedimentos sequenciais e simultâneos, desde a compreensão do enunciado até a verificação e compreensão dos resultados obtidos.

A aprendizagem da Matemática é influenciada por diversos fatores, incluindo cognição, metodologias de ensino, características socioeconômicas e afetivas (Oliveira et al., 2015). No que tange aos aspectos cognitivos, depende da mobilização de mecanismos específicos e gerais do domínio numérico (Moura et al., 2013). Os mecanismos específicos correspondem aos três sistemas de representação da numerosidade postulados por Dehaene (1992) no modelo neurocognitivo do Código Triplo, a saber: visual-arábico, verbal e senso numérico. Os mecanismos gerais são representados pela memória de trabalho (Geary, 2010),

processamento fonológico (Lopes-Silva, 2014) e habilidades visuoespaciais (Rourke & Conway, 1997; Shin & Bryant, 2015).

As habilidades visuoespaciais representam recursos importantes para o desenvolvimento de competências acadêmicas, sobretudo quanto à Matemática, conforme indicado por estudos longitudinais (Geer et al., 2019; Gilligan et al., 2017). A aprendizagem dessa disciplina pressupõe a capacidade de organização do espaço, além da comparação e discriminação de objetos com base na percepção de semelhanças e diferenças entre eles (Hindal, 2014).

Prejuízos na visuoespacialidade, principalmente no que se refere à organização e integração perceptivo-visual, podem comprometer o desempenho em atividades matemáticas nas quais é preciso, por exemplo, estabelecer sequências numéricas em ordem crescente e decrescente, ou posicionar números corretamente em operações aritméticas (Miranda & Gil-Ilario, 2001). A identificação dessas dificuldades pode ocorrer com o auxílio de instrumentos padronizados, tanto para processamento visuoespacial (Oliveira & Rigoni, 2010) quanto para aritmética (Seabra et al., 2013).

Os testes psicométricos são comumente empregados na ANP e podem ser definidos, segundo Anastasi e Urbina (2000), como instrumentos sistemáticos de coleta de amostras do comportamento, por meio das quais é possível fazer inferências sobre o funcionamento cognitivo e afetivo, de acordo com parâmetros normativos.

Visando classificar os resultados de um teste padronizado, os dados brutos devem ser convertidos em métricas como *escore-Z* e percentis. Assim, o *escore* do examinando é inserido em determinada faixa de desempenho, variando de níveis deficitários até muito superiores (Miotto & Navatta, 2018). Conforme apontam Strauss et al. (2006), a utilização do *escore* padrão confere maior objetividade e precisão à medida.

Além da análise quantitativa, na qual os resultados são interpretados sob uma perspectiva nomotética, ou seja, em comparação com aqueles obtidos por uma amostra normativa, é necessário que a ANP considere aspectos qualitativos. A observação clínica e a análise dos tipos de erros cometidos nos testes são essenciais ao se traçar o perfil neuropsicológico do sujeito (Miotto & Navatta, 2018).

No exame neuropsicológico de crianças, algumas particularidades devem ser consideradas, tais como o processo de maturação biológica e a relação entre cognição, ensino formal, dinâmica familiar e cultura (Miranda, 2006). A ANP, quando voltada ao público infantil, auxilia no diagnóstico de transtornos do neurodesenvolvimento, dentre os quais podem ser citados a dislexia e a discalculia, por exemplo (American Psychiatric Association [APA], 2014). Essas condições representam problemas de aprendizagem escolar persistentes, que não evoluem significativamente mesmo com apoio especializado (Ohlweiler, 2016). No estudo de Corso e Meggiato (2019), o maior percentual dos encaminhamentos para atendimento psicopedagógico correspondeu a meninos de 8 anos, matriculados no terceiro ano do Ensino Fundamental.

Segundo Hazin e Falcão (2015), a relação entre o processamento visuoespacial e o desempenho em Matemática é uma temática ainda pouco explorada na literatura nacional e no âmbito escolar. Os autores ressaltam ainda que os

processos avaliativos escolares frequentemente priorizam a linguagem, deixando as habilidades visuoespaciais em segundo plano.

Considerando que são escassos os estudos brasileiros recentes que investiguem a relação entre funções visuoespaciais e matemática, esta pesquisa se propôs a ampliar o conhecimento acerca de tal questão. O objetivo geral foi avaliar a relação entre visuoespacialidade e o nível de habilidades matemáticas em crianças com queixa de dificuldade de aprendizagem. Quanto aos objetivos específicos, buscou-se caracterizar a amostra quanto à idade, sexo e escolaridade, além de descrever o desempenho das crianças em termos de habilidades visuoespaciais e matemáticas, comparando-as a partir de dois grupos: com e sem prejuízo em matemática. Partiu-se da hipótese de que um baixo desempenho em um teste visuoespacial estaria associado a baixos resultados em uma avaliação padronizada de conteúdos matemáticos.

## 2. MÉTODO

Este estudo, de caráter quantitativo, seguiu um delineamento descritivo, observacional retrospectivo. Foi realizado no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (HCFMRP-USP), no período de agosto de 2021 a fevereiro de 2022. Obteve aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da referida instituição (nº parecer 4.999.481).

### 2.1 Participantes

A amostra foi composta por 53 crianças, entre 6 e 11 anos, que passaram por avaliação neuropsicológica no Ambulatório de Distúrbios de Comportamento e Aprendizagem – ADCA, do HCFMRP/USP, entre o período de janeiro de 2015 e fevereiro de 2020. Foram incluídas aquelas com queixa de dificuldade de aprendizagem, que concluíram todas as sessões de avaliação neuropsicológica e que possuíam os laudo e protocolos de registros dos instrumentos utilizados. Os critérios de exclusão, por sua vez, foram a idade igual ou superior a 12 anos durante a avaliação; o diagnóstico de síndromes genéticas, encefalopatia, deficiências intelectual ou sensorial; relatórios contendo apenas dados qualitativos dos instrumentos utilizados neste estudo.

Aplicados os critérios de inclusão, foram selecionados 87 prontuários, na faixa etária e período referidos, dos quais 34 foram excluídos.

### 2.2 Procedimentos e instrumentos

Foram analisados os relatórios de avaliação anexados ao Prontuário Eletrônico dos participantes. Os dados sobre visuoespacialidade correspondem ao desempenho no teste Figuras Complexas de Rey (FCR) (Oliveira & Rigoni, 2010). Trata-se de um instrumento neuropsicológico que avalia processamento visuoespacial e memória não-verbal. A forma A, pode ser aplicada a partir dos 5 anos de idade e inclui uma figura geométrica complexa composta por um retângulo grande, bissetores horizontais e verticais, duas diagonais, além de detalhes geométricos adicionais posicionados interna

e externamente ao retângulo principal. Outra versão menos elaborada (forma B), pode ser aplicada a crianças de 4 a 7 anos.

É solicitado ao examinando que copie a figura (fase cópia), sendo que após um intervalo de tempo e sem aviso prévio, a figura deve ser reproduzida de memória (fase reprodução). Neste estudo, foram considerados os resultados apenas da etapa de cópia.

A correção do teste, para ambas as figuras, se baseia na precisão e localização dos elementos desenhados. A partir das normas apresentadas pelo instrumento, os resultados em pontos brutos podem ser convertidos em escore Z e percentis, de acordo com a idade, o que permite a classificação do desempenho do examinando.

No caso das habilidades matemáticas, foram consideradas as avaliações realizadas por meio da Prova de Aritmética (Seabra et al., 2013). Aplicado em crianças de 6 a 11 anos, este instrumento tem como objetivo avaliar habilidades aritméticas, sendo composto por seis subtestes: tarefas de leitura e escrita numéricas (subteste 1); contagem numérica (subteste 2); comparação entre números com base na relação maior-menor (subteste 3); cálculos envolvendo as operações matemáticas básicas a partir de contas previamente montadas (subteste 4); cálculos montados pelo examinando a partir da apresentação oral do avaliador (subteste 5); e, por fim, resolução de problemas redigidos por extenso (subteste 6). A pontuação do examinando é analisada em termos totais (soma dos pontos obtidos nos seis subtestes) e a partir de dois fatores: “Processamento Numérico” (soma dos pontos nos subtestes 1 e 3) e “Cálculo” (soma dos pontos nos subtestes 4, 5 e 6). Por contemplar características de ambos os fatores, o escore do subteste 2 não é considerado no cálculo fatorial.

Os escores brutos de cada fator e o escore bruto total são convertidos em uma pontuação padrão, de acordo com a idade da criança avaliada. O instrumento fornece as tabelas necessárias para esse procedimento, bem como a classificação dos escores padrão. Foi utilizada neste estudo apenas a classificação geral no teste.

Para cada instrumento, a pontuação bruta, o escore padrão e a classificação foram inseridos em planilhas do programa Microsoft Excel 2016. Na sequência, utilizando como base o desempenho na Prova de Aritmética, as crianças foram divididas em dois grupos: grupo 1 (G1) composto por 16 crianças com prejuízo em Matemática (classificação abaixo da média); grupo 2 (G2) formado por 37 crianças com desempenho adequado (classificação médio-inferior, média, médio-superior ou acima da média). Tais grupos foram comparados em termos de habilidades visuoespaciais, avaliadas por meio do FCR.

### 2.3 Análise de dados

A caracterização dos grupos foi feita por meio de estatística descritiva. Para a inferência estatística, foram realizados o teste Mann Whitney, teste de correlação e o teste Z para duas proporções. O programa STATA (versão 10) foi utilizado nessas análises.

A comparação dos grupos quanto às habilidades visuoespaciais foi realizada de três formas. Na primeira, que adotou o valor dos percentis indicados no manual do teste Figuras Complexas de Rey, foram considerados prejuízos clínicos os resultados inferiores ou iguais ao percentil 20, e a

partir desses percentis foi calculada a correlação de Spearman entre G1 e G2. A segunda forma de comparação entre os grupos se valeu do teste Mann Whitney, a partir do desempenho em escores-Z. Por fim, o teste Z para duas proporções foi utilizado a fim de comparar as porcentagens de desempenho alterado nos grupos.

2.4 Aspectos éticos

Foi solicitada a dispensa do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, pois se trata de uma pesquisa de revisão de prontuários, ou seja, os dados já haviam sido coletados dentro da rotina de assistência da instituição. No momento de tabulação dos dados, foram utilizados números para identificar as crianças, excluindo-se seus nomes.

3. RESULTADOS

A seguir, na Tabela 1, apresenta-se a composição dos grupos G1 e G2 de acordo com o desempenho na Prova de Aritmética, idade, escolaridade e o sexo das crianças.

Os dados da Tabela 1 indicam que, para ambos os grupos, a média das idades foi de aproximadamente 9 anos. A idade mínima encontrada na amostra foi igual a 7, enquanto a máxima foi 11.83. Houve predomínio de crianças matriculadas no 3º e 4º ano do Ensino Fundamental. No que se refere ao sexo, verificou-se que a maior parte dos encaminhamentos para atendimento especializado às queixas de dificuldade escolar é composta por crianças do sexo masculino, e na comparação entre os grupos, a porcentagem de meninos foi superior. Quanto ao desempenho na Prova de Aritmética, destacou-se a alta dispersão das pontuações em torno da média, conforme indicado pelo desvio-padrão de ambos os grupos.

**Tabela 1.** Caracterização dos grupos G1 e G2 em função da idade, escolaridade, sexo dos participantes e desempenho na Prova de Aritmética

| Variáveis                                      | G1          | G2          |
|--|-------------|-------------|
| Sexo (% masculino)                             | 56.2        | 70.3        |
| Idade na avaliação <sup>ab</sup>               | 9.08 (1.34) | 9.17 (1.03) |
| Idade Mínima <sup>b</sup>                      | 7.17        | 7.00        |
| Idade Máxima <sup>b</sup>                      | 11.83       | 11.25       |
| Desempenho na Prova de Aritmética <sup>a</sup> | 44.9 (21,5) | 98.5 (14,5) |
| Mediana  | 51          | 101         |
| Pontuação Mínima                               | 15          | 72          |
| Pontuação Máxima                               | 69          | 132         |
| Escolaridade (nº de participantes)             |             |             |
| 1º ano   | 2           | 1           |
| 2º ano   | 3           | 4           |
| 3º ano   | 4           | 12          |
| 4º ano   | 5           | 12          |
| 5º ano   | 2           | 8           |

Nota. a = Média (desvio padrão); b = Valores expressos em anos.

Foi calculada a correlação entre habilidades visuoespaciais e matemáticas, obtendo-se um valor p de 0.732 (rho de Spearman = 0.048), não havendo resultado significativo.

A Tabela 2 traz o desempenho das crianças no FCR. Analisando os escores brutos do FCR, verificou-se que a média de G1 foi inferior à de G2. A comparação realizada por meio do teste Mann Whitney, com base nos escores Z, apontou para um pior desempenho na tarefa visuoespacial por parte do grupo com déficits em Matemática (p = 0,04). Os escores z médios de G1 e G2 foram iguais a -2.38 (déficit) e -1.48 (alerta para déficit), respectivamente.

**Tabela 2.** Desempenho no instrumento FCR (pontuação bruta e score Z) e proporção de participantes com desempenho visuoespacial alterado em cada grupo

| Grupo | Desempenho FCR (bruto)   | Desempenho FCR em Score Z – Média (Desvio padrão) | Desempenho visuoespacial alterado (%) |
|-------|--|---|---------------------------------------|
| 1     | Média = 15.4<br>Mediana = 13<br>Pontuação = 1<br>Mínima = 1<br>Pontuação = 1<br>Máxima = 29.5    | -2.38 (1.78)*                                     | 81.25**                               |
| 2     | Média = 19.6<br>Mediana = 20<br>Pontuação = 4.5<br>Mínima = 4.5<br>Pontuação = 31<br>Máxima = 31 | -1.48 (1.21)*                                     | 73.00**                               |

Nota. \* p = 0.04 ; \*\*p = 0.5 (nível de significância p < 0.05).

Na comparação entre as proporções de crianças com desempenho visuoespacial alterado, considerando um teste estatístico que leva em conta as classificações como alterado e adequado, não houve diferença estatisticamente significativa entre G1 e G2 (p = 0.5);

Salienta-se que a maioria das crianças apresentou dificuldade na tarefa visuoespacial, inclusive no grupo com nível satisfatório de habilidades matemáticas (G2).

4. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Este estudo teve como objetivo geral avaliar a relação entre visuoespacialidade e o nível de habilidades matemáticas em crianças com queixa de dificuldade de aprendizagem. Foi levantada a hipótese de que um baixo desempenho em um teste visuoespacial estaria associado a baixos resultados em uma avaliação padronizada de conteúdos matemáticos.

No âmbito das análises descritivas, verificou-se que a maior parte dos encaminhamentos para atendimento especializado às queixas de dificuldade escolar é composta

por crianças do sexo masculino, corroborando achados na literatura (Corso & Meggiato, 2019). Ademais, a média de idade em ambos os grupos da amostra foi de aproximadamente 9 anos, o que pode estar relacionado à tendência de encaminhamentos que ocorrem em razão de dificuldades acadêmicas persistentes após o chamado Ciclo de Alfabetização, encerrado ao 3º ano do Ensino Fundamental (Brasil, 2007).

No que se refere à comparação entre G1 e G2 em termos de habilidades visuoespaciais, não foi obtida diferença estatisticamente significativa, tendo como referência a interpretação dos percentis disponibilizada no manual do teste Figuras Complexas de Rey. Entretanto, ao adotar os escores Z, os quais conferem maior objetividade e precisão à medida (Strauss et al., 2006), tal diferença é atingida, sendo que os piores desempenhos na tarefa visuoespacial ocorreram no grupo com dificuldades em Matemática. Este último resultado confirma a hipótese levantada neste estudo, fortalecendo a ideia de uma associação entre os dois tipos de habilidade (Gilligan et al., 2017; Geer et al., 2019).

Ao realizar um teste estatístico que leva em conta as classificações como alterado e adequado, os grupos não diferem, pois G2 também é composto por crianças com dificuldades, porém não tão graves quanto G1. Os resultados do teste z para duas proporções indicaram que, de fato, não há diferença significativa entre os grupos quanto à proporção de crianças com desempenho visuoespacial alterado.

É importante destacar que o ambulatório do qual foram obtidos os dados desta pesquisa é voltado para casos de alta complexidade. Frequentemente, as crianças atendidas nesse serviço possuem prejuízos em mais de uma função cognitiva. Sendo assim, é possível que o planejamento, habilidade capaz de influenciar o desempenho no teste Figuras Complexas de Rey (Oliveira & Rigoni, 2010), também esteja comprometido em grande parte da amostra.

Diante do exposto, esta pesquisa ampliou as evidências acerca da relação entre habilidades visuoespaciais e matemáticas. Piores desempenhos na tarefa visuoespacial mostraram-se associados a dificuldades em Matemática. Conhecer as interações entre as diferentes funções cognitivas pode auxiliar os processos de ANP quanto ao esclarecimento diagnóstico e construção do plano terapêutico. Seus resultados também suscitam a importância de atividades formais e informais que visem o desenvolvimento da visuoespacialidade em crianças, contribuindo para seu desempenho escolar.

Destaca-se como limitação da pesquisa o fato de possíveis déficits em funções executivas terem influenciado o desempenho no teste visuoespacial. Futuras pesquisas podem incluir a investigação dessas funções na relação entre visuoespacialidade e matemática, bem como analisar o desempenho nos diferentes subtestes da Prova de Aritmética, ao invés de considerar o resultado total do instrumento. Dessa maneira, seria possível investigar, por exemplo, o impacto da capacidade de leitura sobre as habilidades matemáticas.

#### Referências

- Ackerman, P. L. (1992). Predicting individual differences in complex skill acquisition: dynamics of ability determinants. *Journal of Applied Psychology*, 77(5), 598-614. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.77.5.598>
- American Psychiatric Association (APA) (2014). *Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais*. Artmed.
- Anastasi, A., & Urbina, S. (2000). *Testagem Psicológica*. Artmed.
- Bilder, R. M. (2011). Neuropsychology 3.0: evidence-based science and practice. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 17(1), 1-11. <https://dx.doi.org/10.1017%2FS1355617710001396>
- Brasil. Ministério da Educação. (2007). *Ensino fundamental de nove anos: orientações para a inclusão da criança de seis anos de idade*. Brasília, DF. [http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/Ensfund/ensfund\\_9anabasefinal.pdf](http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/Ensfund/ensfund_9anabasefinal.pdf).
- Brasil. Ministério da Educação. (2017). *Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Educação é a Base: Ensino Infantil e Ensino Fundamental*. Brasília, DF. [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf).
- Buckley, J., Seery, N., & Canty, D. (2018). A heuristic framework of spatialability: a review and synthesis of spatial factor literature to support its translation into STEM education. *Education Psychology Review*, 30, 947-972. <https://doi.org/10.1007/s10648-018-9432-z>
- Candiota, C. F., Schroeder, S. C., & Menegotto, T. (2018) Do corpo à simbolização: construindo a Matemática. Em: Rotta, N. T., Bridi-Filho, C. A., & Bridi, F. R. S. (Eds). *Plasticidade Cerebral e Aprendizagem – Abordagem Multidisciplinar* (pp. 131-148). Artmed.
- Corso, L. V., & Meggiato, A. O. (2019). Quem são os alunos encaminhados para acompanhamento de dificuldades de aprendizagem? *Revista Psicopedagogia*, 36(109), 57-72. <http://www.revistapsicopedagogia.com.br/detalhes/587/qu-em-sao-os-alunos-encaminhados-para-acompanhamento-de-dificuldades-de-aprendizagem->
- De Bruin, N., Bryant, D. C., Maclean, J. N., & Gonzalez, C. L. R. (2016). Assessing visuospatial abilities in healthy aging: a novel visuomotor task. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 8(7), 1-9. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2016.00007>
- Dehaene, S. (1992). Varieties of numerical abilities. *Cognition*, 44(1-2), 1-42. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(92\)90049-N](https://doi.org/10.1016/0010-0277(92)90049-N)
- DeStefano, D., & LeFevre, J. A. (2004). The role of working memory in mental arithmetic. *European Journal of Cognitive Psychology*, 16(3), 353-386. <https://doi.org/10.1080/09541440244000328>
- Fuchs, L. S., Compton, D. L., Fuchs, D., Paulsen, K., Bryant, J. D., & Hamlett, C. L. (2005). The prevention, identification and cognitive determinants of math difficulties. *Journal of Educational Psychology*, 97(3), 493-513. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.97.3.493>
- Geary, D. C. (2011). Consequences, characteristics, and causes of mathematical learning disabilities and persistent low achievement in mathematics. *Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics*, 32(3), 250-263. <https://doi.org/10.1097%2FDBP.0b013e318209edef>
- Geer, E. A., Quinn, J. M., & Ganley, C. M. (2019). Relations between spatial skills and math performance in elementary school children: a longitudinal investigation. *Developmental Psychology*, 55(3), 637-652. <https://doi.org/10.1037/dev0000649>
- Gilligan, K. A., Flouri, E., & Farran, E. K. (2017). The contribution of spatial ability to mathematics achievement in middle childhood. *Journal of Experimental Child Psychology*, 163, 107-125. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2017.04.016>
- Gounden, Y., Hainselin, M., Cerrotti, F., & Quagliano, V. (2017). Dynamic and functional approach to human memory in the brain: a clinical neuropsychological perspective. *Frontiers in Psychology*, 8(688), 1-5. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00688>
- Halpern, D. F., Benbow, C. G., Geary, R. C., Gur, S., Hyde, J. S., & Gernsbacher, M. A. (2007). The science of sex differences

- in science and mathematics. *Psychological Science in the Public Interest*, 8(1), 1–51. <https://dx.doi.org/10.1111%2Fj.1529-1006.2007.00032.x>
- Hamdan, A. C., Pereira, A. P. A., & Riechi, T. I. J. S. (2011). Avaliação e reabilitação neuropsicológica: desenvolvimento histórico e perspectivas atuais. *Interação em Psicologia*, 15(n. especial), 47-58. <http://dx.doi.org/10.5380/psi.v15i0.25373>
- Harvey, P. D. (2012). Clinical applications of neuropsychological assessment. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 14(1), 91-99. <https://dx.doi.org/10.31887%2FDCNS.2012.14.1%2Fpharvey>
- Hazin, I., & Falcão, J. T. R. (2015). Habilidades visoespaciais e desempenho em Matemática: entre o déficit e o talento. *Caminhos da Educação Matemática em Revista/Online*, 4(2), 29-43. [https://periodicos.ifs.edu.br/periodicos/caminhos\\_da\\_educacao\\_matematica/article/view/71/69](https://periodicos.ifs.edu.br/periodicos/caminhos_da_educacao_matematica/article/view/71/69)
- Hindal, 2014. Visual-spatial learning: a characteristic of gifted students. *European Scientific Journal*, 10(13), 557-574. <https://core.ac.uk/download/236412891.pdf>
- Holmes, J., Adams, J. W., & Hamilton, C. J. (2008). The relationship between visuospatial sketchpad capacity and children's mathematical skills. *European Journal of Cognitive Psychology*, 20(2), 272–289. <https://doi.org/10.1080/09541440701612702>
- Kravitz, D. J., Saleem, K. S., Baker, C. I., & Mishkin, M. (2011). A new neural framework for visuospatial processing. *Nature Reviews. Neuroscience*, 12(4), 217-230. <https://doi.org/10.1038/nrn3008>
- Lopes-Silva, J. B., Moura, R., Júlio-Costa, A., Haase, V. G., & Wood, G. (2014). Phonemic awareness as a pathway to number transcoding. *Frontiers in Psychology*, 5(13), 1-9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00013>
- Mervis, C. B., Robinson, B. F., & Pani, J. R. (1999). Visuospatial construction. *American Journal of Human Genetics*, 65(5), 1222–1229. <https://dx.doi.org/10.1086%2F302633>
- Miotto, E. C., & Navatta, A. C. R. (2018). Raciocínio clínico quantitativo e qualitativo. Em: Miotto, E. C., Campanholo, K. R., Serrao, V. T., & Trevisan, B. T. (Eds). *Manual de avaliação neuropsicológica: a prática da testagem cognitiva. Vol. I – instrumentos de avaliação neuropsicológica de aplicação multidisciplinar* (pp. 36-42). Memnon.
- Miranda, M. C (2006). Avaliação neuropsicológica quantitativa e qualitativa: ultrapassando os limites da psicometria. Em: Mello, C. B., Miranda, M. C., & Muszkat, M. (Eds). *Neuropsicologia do desenvolvimento Conceitos e abordagens* (pp. 127-143). Memnon.
- Miranda, A., & Gil-Ilario, M (2001). Las dificultades de aprendizaje en las matemáticas: concepto, manifestaciones y procedimientos de manejo. *Revista de Neurologia Clínica*, 2(1), 55-71. <https://www.revneurol.com/RNC/b010055.pdf>
- 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>
- Myers, P. S. (2001). Toward a definition of RHD syndrome. *Aphasiology*, 15(10/11), 913-918. <https://doi.org/10.1080/02687040143000285>
- Ohlweiler, L (2016). Introdução aos Transtornos da Aprendizagem. Em: Rotta, N. T., Ohlweiler, L., & Riesgo, R. S. (Eds). *Transtornos da Aprendizagem: abordagem neurobiológica e multidisciplinar* (pp. 107-111). Artmed.
- Oliveira, M. F., Negreiros, J. G. M., & Neves, A. C. (2015). Condicionantes da aprendizagem da matemática: uma revisão sistêmica da literatura. *Educação e Pesquisa*, 41(4), 1023-1037. <https://doi.org/10.1590/s1517-97022015051533>
- Oliveira, M. S., & Rigoni, M. S. (2010). *Figuras Complexas de Rey: teste de cópia e de reprodução de memória de figuras geométricas complexas*. Casa do Psicólogo.
- Oostermeijer, M., Boonen, A., & Jolles, J. (2014). The relation between children's constructive play activities, spatial ability, and mathematical word problem-solving performance: a mediation analysis in sixth-grade students. *Frontiers in Psychology*, 5, 1-9. <http://dx.doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00782>
- Raad, A. J., Pimentel, C. E., & Almeida, T. O. (2008). Avaliação neuropsicológica da Aritmética em crianças. *Psicologia em Foco*, 1(1), 1-13. [https://www.researchgate.net/publication/278675775\\_Avaliacao\\_Neuropsicologica\\_da\\_Aritmetica\\_em\\_Crianças](https://www.researchgate.net/publication/278675775_Avaliacao_Neuropsicologica_da_Aritmetica_em_Crianças)
- Rodrigues, S. D., & Ciasca, S. M. (2020). Tradução e adaptação para o português (brasileiro) da bateria de aferição de competências matemáticas (bac-mat). *Revista Psicopedagogia*, 37(113), 168-182. <http://dx.doi.org/10.5935/0103-8486.20200012>
- Rourke, B. P., & Conway, J. A. (1997). Disabilities of arithmetic and mathematical reasoning: perspectives from neurology and neuropsychology. *Journal of Learning Disabilities*, 30(1), 34–46. <https://doi.org/10.1177/002221949703000103>
- Seabra, A. G., Montiel, J. M., & Capovilla, F. C. (2013). Prova de Aritmética. Em: Seabra, A. G., Dias, N. M., & Capovilla, F. C. (Eds). *Avaliação Neuropsicológica Cognitiva: Leitura, Escrita e Aritmética* (pp. 121-152). Memnon.
- Shin, M., & Bryant, D. P. (2015). A synthesis of mathematical and cognitive performances of students with mathematics learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 48(1), 96–112. <https://doi.org/10.1177/0022219413508324>
- Soylu, F., & Newman, S. D. (2020). Towards an understanding of the relationship between spatial processing ability and numerical and mathematical cognition. *Frontiers in Psychology*, 11(14), 1-2. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00014>
- Strauss, E., Sherman, E. M. S., & Spreen, O. (2006). *A compendium of neuropsychological tests: administration, norms, and commentary*. Oxford University Press.
- Voyer D, & Saunders, K. A. (2004). Gender differences on the mental rotations test: a factor analysis. *Acta Psychologica*, 117(1), 79–94. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2004.05.003>