



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DOUTORADO EM NEUROCIÊNCIAS E BIOLOGIA CELULAR

DEUSA PRISCILA DA SILVA RESQUE

**EFEITO DA COMPETÊNCIA LEITORA NAS ESTRATÉGIAS DE ORGANIZAÇÃO
PERCEPTUAL DA CENA VISUAL EM ESCOLARES**

BELÉM/PA
2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DOUTORADO EM NEUROCIÊNCIAS E BIOLOGIA CELULAR

DEUSA PRISCILA DA SILVA RESQUE

**EFEITO DA COMPETÊNCIA LEITORA NAS ESTRATÉGIAS DE ORGANIZAÇÃO
PERCEPTUAL DA CENA VISUAL EM ESCOLARES**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Neurociências e Biologia Celular do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Pará, como requisito obrigatório para a obtenção do título de Doutora em Neurociências e Biologia Celular.

Área de Concentração: Neurociências

Orientador: Prof. Dr. Antonio Pereira Junior
Coorientador: Prof. Dr. Felipe de Oliveira
Matos

BELÉM/PA
2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- R429e Resque, Deusa Priscila da Silva.
Efeito da competência leitora nas estratégias de organização perceptual da cena visual em escolares / Deusa Priscila da Silva Resque. — 2023.
101 f. : il. color.
- Orientador(a): Prof. Dr. Antonio Pereira Jr
Coorientador(a): Prof. Dr. Felipe de Oliveira Matos
Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Neurociências e Biologia Celular, Belém, 2023.
1. Leitura e alfabetização . 2. Reconhecimento facial. 3. Fechamento perceptivo. 4. Plasticidade neuronal. 5. Rotação mental e letras em espelho. I. Título.

CDD 370

DEUSA PRISCILA DA SILVA RESQUE

**EFEITO DA COMPETÊNCIA LEITORA NAS ESTRATÉGIAS DE ORGANIZAÇÃO
PERCEPTUAL DA CENA VISUAL EM ESCOLARES**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Neurociências e Biologia Celular do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Pará, como requisito obrigatório para a obtenção do título de Doutora em Neurociências e Biologia Celular.

Área de Concentração: Neurociências

Assinada e aprovada em: 09/02/2023

Banca examinadora:

Prof. Dr. Antonio Pereira Junior (Orientador)
Universidade Federal do Pará (UFPA)

Prof. Dr. Felipe de Oliveira Matos (Coorientador)
Universidade Estadual de Maringá (UEM)

Prof.^a Dra. Ana Karla Jansen de Amorim (Avaliadora externa ao Programa)
Universidade Federal do Pará (UFPA)

Prof.^a Dra. Suelen Tavares Godim (Avaliadora externa ao Programa)
Universidade Federal do Pará (UFPA)

Prof.^a Dra. Ivete Furtado Ribeiro Caldas (Avaliadora externa à Instituição)
Universidade do Estado do Pará (UEPA)

BELÉM/PA
2023

Dedico esse trabalho...

...a **Deus** que com seu imenso amor tudo me conferiu;

...à **mãezinha de Nazaré** que me dá conforto acolhedor;

...a **São Lázaro** que me faz sentir amparada desde que eu era criança;

...à **Santa Teresinha** que me deu o maior presente da minha vida;

...ao meu maior amor, minha filha **Ana Victória**. O brilho em teus olhos, teu sorriso e abraço, fazem-me perceber o verdadeiro sentido da vida. Amo-te incondicionalmente, com o amor mais puro que existe, aquele de mãe e filha;

...aos meus amados **pais (Sebastião e Margaret)**, que me dão motivos diários para lutar e seguir em frente. Minha gratidão eterna a tudo o que vocês representam em minha vida. Tudo o que conquistei até hoje e ainda irei conquistar é fruto da dedicação e doação de vocês por mim. Amo muito vocês;

...à minha **irmã (Patrícia)** que é exemplo de assertividade, fortaleza e benevolência. Amo-te incondicionalmente;

...aos meus **sobrinhos/afilhados amados (Davi e Lucas)**, meus motivos de orgulho e alegria. Amores da minha vida;

...ao meu **cunhado (Bruno)** pelo apoio em todos esses anos;

...ao **meu esposo (Victor)**, pela parceria e acolhimento. Amo muito a família que construímos. A concretização dessa etapa em minha vida também é graças ao seu apoio e paciência. É como diz a música de Tom Jobim: *“fundamental é mesmo o amor, é impossível ser feliz sozinho”*;

...e por fim, mas não menos importante, a todos os meus **“filhos de estimação” (que foram/são muitos)**.

Para todos os que foram citados nesta dedicatória: *“Percebe e entende que os melhores amigos são aqueles que estão em casa esperando por ti. Acredita nos momentos mais difíceis da vida, eles sempre estarão por perto, pois só sabem te amar. E se por acaso a dor chegar, ao teu lado vão estar. Pra te acolher e te amparar, pois, não há nada como o lar (...). Tua família te ama e te espera, para ao teu lado sempre estar!”* (Composição: Anjos de Resgate).

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, **Prof. Dr. Antonio Pereira Junior**, por todo o cuidado, paciência, apoio e confiança. Sua maneira de conduzir a orientação, de forma leve e serena, e ainda sua paixão e dedicação à ciência, inspiram-me sobre o tipo de profissional que gostaria de ser.

Ao meu coorientador **Prof. Dr. Felipe de Oliveira Matos** da Universidade Estadual de Maringá por contribuir de forma singular à minha pesquisa, por sua amizade e escutas quase diárias.

A todos os **voluntários**, seus **familiares** e aos **profissionais das escolas pesquisadas**, que gentilmente aceitaram participar deste estudo, sempre com muita disponibilidade e dedicação. Muito obrigada, sem vocês esta pesquisa não seria possível!

À **Prof.^a Dra. Ana Karla Jansen de Amorim** da Universidade Federal do Pará pela importantíssima contribuição ao início de meu doutorado, especialmente durante todo o processo seletivo. Seu apoio, amizade e perseverança foram essenciais para meu ingresso ao programa.

À **Prof.^a Emeritus Leonor Scliar-Cabral** da Universidade Federal de Santa Catarina pela docilidade com que sempre me tratou e por todo o apoio ao início de meu percurso no doutorado.

Ao **Prof. Dr. Nelson Cruz Sampaio Neto** da Universidade Federal do Pará e ao **Prof. Dr. Cassio Trindade Batista** pela colaboração fundamental nesta pesquisa.

A todos os meus **amigos de trabalho** da **Coordenação de Educação Inclusiva** da Escola de Aplicação da Universidade Federal do Pará por todo carinho em todos esses anos, no trabalho e fora dele.

À **Prof.^a Dra. Ivete Furtado Ribeiro Caldas** da Universidade do Estado do Pará por aceitar participar de minha banca, valiosa colaboração e cuidado.

A **todos os membros do Laboratório de Neuroprocessamento (LABNEP)** da UFPA, sem vocês meus dias não seriam os mesmos. Obrigada por me proporcionarem leveza nesta caminhada.

A **todos os meus amigos**: de minha trajetória acadêmica e profissional, da Comunidade Católica Casa da Juventude (CAJU) e aqueles que tive o prazer de conhecer ao longo de minha vida.

RESUMO

O atual cenário educacional brasileiro, avaliado por diferentes indicadores nacionais e internacionais, tem mostrado resultados alarmantes em matemática, ciências e principalmente em leitura. O país encontra-se nas últimas posições em todas as avaliações. Para a mudança deste cenário, são necessárias medidas educacionais urgentes que respeitem o desenvolvimento biológico e social do aluno. As neurociências aplicadas a educação surgem como um modelo teórico de auxílio para as práticas pedagógicas que visam a melhoria da qualidade na educação. Uma importante contribuição das neurociências na educação está voltada para a leitura, por meio de um aporte teórico/prático sobre o funcionamento cerebral que aponta caminhos mais efetivos para alfabetização com vistas a competência leitora. Nesse sentido, foi possível compreender que evolutivamente a espécie humana ainda não desenvolveu um sistema neural específico para a leitura, utilizando-se de outras estruturas cerebrais para essa função, ou seja, a alfabetização depende de um processo de reciclagem neural de estruturas cerebrais associadas com funções sensoriais, motoras e de linguagem, como é o caso das regiões cerebrais associadas ao reconhecimento de faces, para acomodar a decodificação da palavra escrita. O objetivo deste estudo é o de investigar a leitura em crianças em idade escolar. Para tal, a presente tese dividida em dois estudos: o estudo 1 que investiga a inibição da generalização de letras em espelho em crianças em idade escolar e o estudo 2 que investiga a relação entre competência leitora e estratégias de organização perceptual da cena visual em escolares. Ambos os estudos foram realizados em três escolas públicas na Região Metropolitana de Belém do Pará, Brasil. Ao todo foram recrutados duzentos e trinta e um sujeitos com idades entre 6 e 10 anos (113 meninos, $8,2 \pm 1,4$ anos e 118 meninas, $8,2 \pm 1,4$ anos), matriculados de 1º a 5º anos do ensino fundamental. Entre esses sujeitos oitenta e oito eram alunos da escola 1, cinquenta e dois da escola 2 e noventa da escola 3. Ao todo foram aplicados seis testes, sendo que cada escola participou de um grupo diferente de testes. Nossos resultados evidenciam que o desempenho de meninos na faixa de 6-10 anos de idade é diferente ao das meninas na mesma faixa etária para o teste de competência leitora, com meninos apresentando um desempenho superior, embora não seja possível estabelecer diferenças entre os gêneros para o teste de fechamento perceptual. Além do mais, enquanto os meninos tiveram um desempenho significativamente melhor na rotação de letras no grupo mais velho, o desempenho das meninas foi semelhante em ambos os grupos. Esse padrão é inverso para a tarefa do espelho, com as meninas mais velhas superando suas contrapartes mais novas e os meninos tendo desempenho semelhante nos dois grupos. Uma vez que o período de idade de nossa amostra não está associado a grandes variações nos níveis de esteroides reprodutivos, propomos que a semelhança de desempenho entre meninas mais novas e mais velhas na rotação mental de letras pode estar associada às atitudes e expectativas tradicionais da sociedade sobre a relação entre habilidades visuais espaciais e gênero. Quanto à tarefa do espelho, enquanto apenas as meninas apresentaram diferença significativa entre as duas faixas etárias, os meninos apresentaram melhora, conforme esperado pela inibição da generalização do espelho para as letras durante a aquisição da leitura. Esses achados são relevantes para o desenvolvimento de estratégias futuras mais eficazes para a otimização do processo de alfabetização de crianças em idade escolar, aliando a educação e a neurociência. Para isso, mais estudos devem ser realizados e o número de sujeitos investigados deverá ser ampliado.

Palavras-chave: Leitura. Alfabetização. Reconhecimento facial. Fechamento perceptivo. Plasticidade neuronal. Rotação mental. Letras em espelho.

ABSTRACT

The current Brazilian educational scenario, evaluated by different national and international indicators, has shown alarming results in mathematics, science and especially in reading. The country is in the last positions in all evaluations. For the change of this scenario, urgent educational measures that respect the student's biological and social development are necessary. The applied neurosciences to education emerge as a theoretical model of aid for pedagogical practices that aim to improve quality in education. An important contribution of neurosciences in education is focused on reading, through a theoretical/practical contribution on brain functioning those points more effective paths for literacy with a view to reading competence. In this sense, it was possible to understand that the human species has not yet developed a specific neural system for reading, using other brain structures for this function, ie literacy depends on a neural recycling process of brain structures associated with Sensory, motor and language functions, as is the case with brain regions associated with faces recognition, to accommodate the decoding of the written word. The aim of this study is to investigate reading in school -age children. To this end, the present thesis divided into two studies: Study 1 that investigates the inhibition of the generalization of letters in mirror in school -age children and the study 2 that investigates the relationship between reading competence and perceptual organization strategies of the visual scene in schools . Both studies were conducted in three public schools in the Belém do Pará Metropolitan Region, Brazil. Altogether two hundred and thirty -one subjects aged 6 to 10 years (113 boys, 8.2 ± 1.4 years and 118 girls, 8.2 ± 1.4 years), enrolled 1 to 5th years, were recruited, $1,2 \pm 1.4$ years old) elementary School. Among these eighty -eight subjects were students from school 1, fifty -two from school 2 and ninety from the school 3. In all, six tests were applied, each school participated in a different group of tests. Our results show that the performance of boys in the 6-10 year old is different from that of girls in the same age group for the reading competence test, with boys with higher performance, although it is not possible to establish differences between genders to the perceptual closure test. What's more, while boys performed significantly better in the rotation of letters in the older group, girls' performance was similar in both groups. This pattern is reverse for the mirror's task, with the older girls surpassing their younger counterparts and the boys performing similarly in both groups. Since the age period of our sample is not associated with large variations in reproductive steroid levels, we propose that the similarity of performance between younger and older girls in the mental rotation of letters may be associated with society's traditional attitudes and expectations and expectations about the relationship between spatial visual skills and gender. As for the mirror's task, while only girls showed a significant difference between the two age groups, the boys showed improvement, as expected by the mirror generalization inhibition to letters during reading. These findings are relevant to the development of more effective future strategies for optimizing the literacy process of school -age children, combining education and neuroscience. For this, more studies must be performed and the number of subjects investigated should be expanded.

Keywords: Reading. Literacy. Facial recognition. Perceptual closure. Neuronal plasticity. Mental rotation. Mirror letters.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figuras

Figura 1 – Distribuição/Aplicação dos Testes nas escolas pesquisadas	21
Figura 2 – Configuração Experimental para os testes de rotação de letras (A) e letras espelhadas (B). O círculo verde indica a resposta correta (que não foi mostrada ao participante).....	27
Figura 3 – Pontuações de teste por idade e sexo: (A) Rotação e (B) Tarefa de espelho.	29
Figura 4 – Tempo de resposta por idade e sexo: (A) Teste de rotação de letras, (B) Teste de letras espelhadas.	29
Figura 5 – Performance em Leitura (PISA – 2018).....	41
Figura 6 – Exemplo de uma face do Mooney Face Test versão original	45
Figura 7 – Exemplo de uma face da nova versão do Mooney Face Test proposto por Verhallen e Mollon.....	45
Figura 8 – Exemplo de uma face da nova versão do Mooney Face Test proposto por Schwiedrzik, Melloni e Schurger.....	46
Figura 9 – Configuração Experimental para o Teste de Leitura em Voz Alta	53
Figura 10 – Diagrama esquemático do desenho experimental do Teste de Faces.....	54
Figura 11 – Acurácia para o Teste de leitura por Ano Escolar	62
Figura 12 – Acurácia para o Teste de leitura por Ano Escolar (total de sujeitos)	66
Figura 13 – Acurácia para o Teste de leitura de acordo com a escala INAF (total de sujeitos)	66

Quadros

Quadro 1 – Lista de palavras utilizadas no Teste de Leitura em Voz Alta	52
Quadro 2 – Classificação dos níveis da Escala Inaf para o indicativo leitura de acordo com a quantidade de acertos.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Perfil sociodemográfico dos sujeitos	26
Tabela 2 – Distribuição de participantes por instituição, gênero e média de idade	50
Tabela 3 – Características socioeconômicas dos participantes do GE1 e GE2	56
Tabela 4 – Estatística descritiva dos resultados para a Escola 1	58
Tabela 5 – Acertos de Mooney quanto ao ano escolar e gênero	59
Tabela 6 – Teste de Igualdade de Variâncias de Erro (Teste de Levene ^a)	59
Tabela 7 – Estatística descritiva dos resultados para a Escola 2	61
Tabela 8 – Análise geral das variáveis	63
Tabela 9 – Estatística descritivas para as escalas de Inaf, sexo e ano escolar	63

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABEP	Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa
AFF	Área de Face Fusiforme
BCE	Bloco da Biblioteca Central
BNCC	<i>Base Nacional Comum Curricular</i>
CAAE	Certificado de Apresentação para Apreciação Ética
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
COPEP	Comitê Permanente de Ética em Pesquisa com Seres Humanos
DAEB	Diretoria de Avaliação da Educação Básica
DVD	Digital Versatile Disc
EEG	Eletroencefalograma
ESCS	Índice do status econômico, social e cultural
FM	Faces de Mooney
fMRI	Imagens de Ressonância Magnética Funcional
GE-1	Grupo da Escola 1
GE-2	Grupo da Escola 2
IDEB	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
INAF	Indicador de Alfabetismo Funcional
INSE	<i>Indicador de Nível Socioeconômico das Escolas</i> de Educação Básica
INSE	Indicador de Nível Socioeconômico
NSE	Nível Socioeconômico
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development.
PIRLS	Estudo Internacional de Progresso em Leitura (PIRLS), tradução de <i>Progress in International Reading Literacy Study</i>
PISA	Programa Internacional de Avaliação de Estudantes, tradução de <i>Programme for International Student Assessment</i>
PNA	<i>Política Nacional de Alfabetização</i>
SAEB	<i>Sistema de Avaliação da Educação Básica</i>
SEALF	Secretaria de Alfabetização
STP	Sulco Temporal Posterior
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TDAH	Transtorno de déficit de atenção/hiperatividade

UEM	Universidade Estadual de Maringá
UEPA	Universidade do Estado do Pará
UFPA	Universidade Federal do Pará
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UNESCO	Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura.
VWFA	Área Visual da Forma da Palavra

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	17
1.1	OBJETIVOS	20
1.1.1	Geral	20
1.1.2	Específicos	20
1.2	ESTRUTURA E MATRIZ METODOLÓGICAS DE AMARRAÇÃO	20
2	ESTUDO 1	22
2.1	TÍTULO	22
2.2	RESUMO	22
2.3	ABSTRACT	22
2.4	INTRODUÇÃO	23
2.5	OBJETIVOS	25
2.5.1	Geral	25
2.5.2	Específicos	25
2.6	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	25
2.6.1	Participantes	25
2.6.2	Procedimentos	26
2.6.3	Análise estatística	27
2.7	RESULTADOS	28
2.8	DISCUSSÃO	30
2.9	LIMITAÇÕES	32
3	ESTUDO 2	33
3.1	TÍTULO	33
3.2	RESUMO	33
3.3	ABSTRACT	33
3.4	OBJETIVOS	34
3.4.1	Geral	34
3.4.2	Específicos	34
3.5	REVISÃO DA LITERATURA	36
3.5.1	Mecanismos neurais da leitura	36
3.5.1.1	<i>A Reciclagem Neuronal e a neuroplasticidade atuam na reorganização de estruturas e funções cerebrais</i>	36

3.5.1.2	<i>Como uma criança aprende a ler</i>	37
3.5.1.3	<i>Habilidades metalinguísticas são indicadores efetivos para o desenvolvimento e aquisição funcionais da leitura e escrita</i>	38
3.5.1.4	<i>Outros fatores que influenciam no desenvolvimento da leitura (e escrita)</i> ...	40
3.5.1.5	<i>Estágios de alfabetização</i>	41
3.5.2	Mecanismos neurais do reconhecimento de faces	43
3.5.2.1	<i>Uma via biológica para o reconhecimento de faces</i>	43
3.5.2.2	<i>Modelos específicos de análise para o reconhecimento e/ou processamento de faces</i>	44
3.5.2.3	<i>Uma estratégia eficiente para extração de informações configurais de faces</i>	46
3.5.2.4	<i>O processamento holístico de informações visuais no reconhecimento de faces em escolares</i>	47
3.5.3	Relação entre o reconhecimento de faces e o desenvolvimento da competência leitora	48
3.6	MATERIAL E MÉTODOS	49
3.6.1	Amostra	49
3.6.2	CrITÉRIOS de inclusão	50
3.6.3	CrITÉRIOS de exclusão	50
3.6.4	Desenho do estudo	51
3.6.5	EstÍmulos e procedimentos	51
3.6.5.1	<i>Teste de Leitura em Voz Alta</i>	51
3.6.5.2	<i>Teste de Faces de Mooney (FM)</i>	54
3.6.6	Análise estatística	55
3.6.7	Aspectos éticos	55
3.7	RESULTADOS	56
3.7.1	Características socioeconômicas dos participantes	56
3.7.2	Escola 1	58
3.7.2.1	<i>Análise de acertos em ambos os testes quanto ao gênero dos participantes</i> ..	58
3.7.2.2	<i>A influência do gênero e do ano escolar nas respostas dos testes</i>	59
3.7.2.2.1	<i>Teste de Mooney</i>	59
3.7.2.2.2	<i>Teste de Leitura</i>	60
3.7.2.3	<i>Correlação entre fatores</i>	60
3.7.3	Escola 2	61

3.7.3.1	<i>A influência do gênero e do ano escolar nas respostas dos testes</i>	61
3.7.3.1.1	Teste de Mooney	61
3.7.3.1.2	Teste de Leitura	62
3.7.3.2	<i>Correlação entre fatores</i>	63
3.7.4	Teste de leitura por gênero, ano escolar e escala INAF para todos os sujeitos analisados	63
3.8	DISCUSSÃO	67
3.9	CONSIDERAÇÕES FINAIS	71
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS MATRIZ CONTRIBUTIVA DE AMARRAÇÃO	72
	REFERÊNCIAS	73
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO SOCIOECONÔMICO	86
	APÊNDICE B – COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM HUMANOS	87
	APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	91
	APÊNDICE D – ARTIGO REFERENTE AO ESTUDO 1	93

1 INTRODUÇÃO GERAL

A análise do cenário educacional brasileiro, fundamentada em diferentes indicadores que avaliam a qualidade do ensino nacional, entre os quais se destaca o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica – IDEB (2022), sendo este o resultado da combinação de dois indicadores, o Sistema de Avaliação da Educação Básica – SAEB e o Censo Escolar, indicam que o Brasil não alcançou as metas previstas para 2022 em pelo menos duas das três modalidades de ensino (ensino médio e séries finais do fundamental), e não alcança nos últimos quatro índices, sendo as regiões norte e nordeste com os piores resultados (SAEB, 2019); bem como em avaliações internacionais como o *Programme for International Student Assessment – PISA*¹, ocupando as últimas posições nas escalas de avaliação. Esse ranking é ainda mais preocupante quando analisados apenas os desempenhos em leitura, em que o Brasil aparece na posição 55º a 59º (413 pontos de média; média OECD² 487) (OECD, 2018).

Diante deste quadro alarmante, percebe-se que o principal problema, portanto, está bem definido: a baixa qualidade da educação no Brasil, em particular na Educação Básica que é o alicerce para o desenvolvimento do país. O cenário instaurado exige mudanças radicais nas estruturas educacionais e sociais. É por meio de políticas públicas eficazes que estes problemas devem ser enfrentados. No entanto, em janeiro de 2019, o Governo Federal criou a Secretaria de Alfabetização (SEALF) e instituiu, em abril do mesmo ano, por meio do Decreto nº 9.765, a Política Nacional de Alfabetização (PNA) que foi alvo de muitas críticas no cenário acadêmico (em todas as correntes educacionais), especialmente por apresentar falhas teóricas e metodológicas e por negar e desqualificar as políticas e produções anteriores das diferentes abordagens (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ALFABETIZAÇÃO, 2019; SCLIAR-CABRAL, 2019).

É fato que para avançarmos no processo de alfabetização, são necessárias melhorias significativas na educação, que respeitem o desenvolvimento do aluno e que compreendam que não se pode dissociar o social do biológico, e para isso são necessárias discussões multidisciplinares que levem em consideração o vasto histórico científico produzido, pois é através destes que novos caminhos serão trilhados.

Respeitar o desenvolvimento do aluno é compreender que ele passa por transformações ordenadas de habilidades interdependentes de funcionamento sensorio-motor, cognitivo, linguagem e de fatores socioemocionais, que dependem do bem-estar físico, do contexto

¹ No Brasil: Programa de Avaliação Internacional de Estudantes

² Organization for Economic Co-operation and Development (OECD)

familiar e de sua rede social (ENGLE; BLACK, 2008). Essas qualidades são influenciadas pela saúde e bem-estar das famílias e bairros onde são criados. Em estudos já estabelecidos sobre o funcionamento cerebral, especialmente o das crianças, revelou que fatores modificáveis nas experiências iniciais de vida podem interferir consideravelmente na aprendizagem (WILLIAMS et al., 2019).

Nesse contexto, é possível perceber a importância de discussões que englobem diversas áreas do conhecimento, e essa é uma proposta da chamada neuroeducação – ou as neurociências aplicadas à educação – que é um campo interdisciplinar que combina neurociência, psicologia e educação para explicar os processos cognitivos, e surge como um modelo teórico de auxílio para práticas pedagógicas com o objetivo de prover caráter científico à pesquisa educacional (TOKUHAMA-ESPINOSA, 2008; ROSAT et al., 2010).

Uma das contribuições das neurociências na educação está voltada para a leitura, que apresenta os piores índices de qualidade educacional no Brasil e é vista como o principal domínio educacional analisado no mundo todo, como visto anteriormente. Essas discussões trazidas pela neurociências sobre o funcionamento das regiões cerebrais é extremamente importante, especialmente durante o processo de alfabetização, que deve ocorrer nos dois primeiros anos do ensino fundamental quando a criança tem por volta de 6 a 7 anos, e consolidada e aprimorada nos anos subsequentes (BNCC, 2018), já que assegurar que todos tenham direito a alfabetização é promover a cidadania e contribui significativamente para o desenvolvimento social e econômico do país (BRASIL, 2019).

Vivemos em um mundo muito dinâmico e é inegável a importância da leitura para acompanhar essas mudanças no desenvolvimento social, ecológico e cultural de grupos humanos, entretanto, esta é uma habilidade relativamente nova, desenvolvida apenas há cerca de cinco mil anos (VOGEL; PETERSEN; SCHLAGGAR, 2014; WINTERS; MORIN, 2019), evolutivamente, é recente demais para o desenvolvimento de um sistema neural específico para o processamento dos símbolos ortográficos (HERVAIS-ADELMAN et al., 2019), sobretudo por ser uma habilidade muito complexa e que exige inúmeras aptidões, que vão desde o reconhecimento de um caractere simples até a compreensão do significado de uma palavra (NATION et al., 2006).

Durante o processo de alfabetização, o funcionamento de várias regiões neurais, como por exemplo a do sistema visual, que originalmente era devotado para o processamento de outros estímulos visuais, tal como faces, sofrem modificações em resposta às novas demandas associadas com a decodificação do código escrito. Essa modificação é chamada de reciclagem neuronal e ocorre quando uma área, inicialmente programada para realizar determinada tarefa,

assume uma nova especialidade, como é o caso do reconhecimento de faces e da leitura (DEHAENE et al., 2010; DEHAENE; COHEN, 2007; DEHAENE-LAMBERTZ; MONZALVO; DEHAENE, 2018).

Uma dessas transformações ocorre em uma área localizada no córtex occipitotemporal esquerdo, que faz parte de um circuito neural especializado na discriminação de estímulos com alto grau de similaridade, como é o caso do reconhecimento de faces, casas, entre outros (CANTLON et al., 2010; CARRETEIRO; JUSTO; FIGUEIRA, 2016; DEHAENE et al., 2010; DEHAENE; COHEN, 2011), especificamente em um lugar chamado de Área Visual da Forma da Palavra (VWFA) que apresenta respostas neurais para estímulos ortográficos com um grau elevado de seletividade (DEHAENE et al., 2010). Essa seletividade é o resultado da competição entre palavras e faces por território cortical na VWFA e em outras áreas visuais hierarquicamente superiores (PEGADO et al., 2014). Eventualmente, ocorre a lateralização do processamento de faces e palavras em decorrência dessa competição, com o processamento de faces localizado mais predominantemente no hemisfério direito na Área de Face Fusiforme (AFF) (DEHAENE et al., 2015).

Em relação ao reconhecimento de faces, que é extremamente desenvolvido em seres humanos (BAR; NETA; LINZ, 2006; TODOROV et al., 2005), é possível admitir que é fundamental para as relações sociais, pois o reconhecimento de expressões faciais permite inferir características mentais internas, incluindo emoções e intenções implícitas (SPUNT; ADOLPHS, 2019; ZWICK; WOLKENSTEIN, 2017). Essas inferências mentais são responsáveis por moldar padrões comportamentais ao longo de toda a vida do indivíduo (LOPATINA et al., 2018) e são essenciais para as relações sociais e afetivas.

No campo da percepção cognitiva, o processamento de faces é acionado de forma holística, ou seja, no reconhecimento do todo e, a partir dessa percepção, as partes se configuram (MAURER; GRAND; MONDLOCH, 2002; RICHLER et al., 2009; RICHLER; CHEUNG; GAUTHIER, 2011). Essa proposta é baseada em ideias da Gestalt, sobretudo as sobre a organização perceptual que indicam que o ser humano é capaz preencher imagens visuais com formas esparsas ou incompletas (MATOS, 2017; WAGEMANS et al., 2012a, 2012b).

Sendo assim, esta pesquisa apresenta novas evidências sobre a competência leitora e a habilidade de reconhecer faces, por meio da avaliação da interação entre essas habilidades. Bem como, discute sobre o envolvimento das funções biológicas e educacionais para a melhoria na qualidade da educação, especialmente no que diz respeito a leitura, porém não deixa de reconhecer que, embora muito importantes, as relações entre a neurociência e a educação por

si só não são suficientes para promover uma competência leitora, é preciso compreender que o Brasil está nesta posição por um conjunto de problemas sociais que envolvem saúde, emprego, falta de moradia, alimentação, transporte, entre outros. Isso significa que não basta apenas pensar em programas educacionais, é preciso pensar em um conjunto de políticas públicas que reduzam a desigualdade social no país.

As neurociências não são inimigas e nem vão desvendar todos os problemas da educação, elas podem e devem servir como um importante aliado para a compreensão do funcionamento cerebral durante o desenvolvimento do aluno, apontando caminhos biológicos mais efetivos para uma aprendizagem eficaz e otimizada.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Geral

Investigar a leitura em crianças em idade escolar

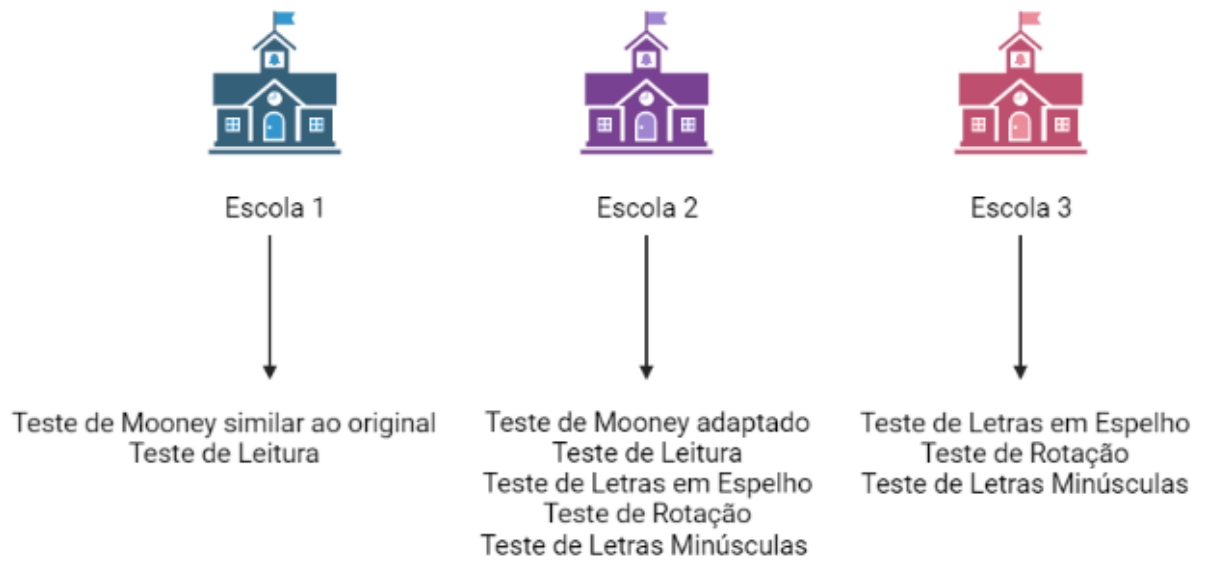
1.1.2 Específicos

- Investigar a inibição da generalização de letras em espelho em crianças em idade escolar
- Investigar a relação entre competência leitora e estratégias de organização perceptual da cena visual em escolares

1.2 ESTRUTURA E MATRIZ METODOLÓGICAS DE AMARRAÇÃO

A presente tese é constituída de dois estudos: o estudo 1 que investiga a inibição da generalização de letras em espelho em crianças em idade escolar e o estudo 2 que investiga a relação entre competência leitora e estratégias de organização perceptual da cena visual em escolares. Ambos os estudos foram realizados em três escolas públicas na Região Metropolitana de Belém do Pará, Brasil. Ao todo foram recrutados duzentos e trinta e um sujeitos com idades entre 6 e 10 anos (113 meninos, $8,2 \pm 1,4$ anos e 118 meninas, $8,2 \pm 1,4$ anos), matriculados de 1º a 5º anos do ensino fundamental. Entre esses sujeitos oitenta e oito eram alunos da escola 1, cinquenta e dois da escola 2 e noventa da escola 3. Ao todo foram aplicados seis testes, sendo que cada escola participou de um grupo diferente de testes (Figura 1).

Figura 1 – Distribuição/Aplicação dos Testes nas escolas pesquisadas



2 ESTUDO 1

2.1 TÍTULO

A inibição da generalização de letras em espelho em crianças em idade escolar.

2.2 RESUMO

As diferenças de gênero nas habilidades espaciais favorecem os homens tanto na infância quanto na idade adulta. Durante o desenvolvimento inicial, essa discrepância pode ser atribuída, entre outras coisas, à influência de um aumento precoce de testosterona em meninos, estereótipos sociais e expectativas sobre gênero. No presente trabalho, criamos uma tarefa espacial (incluindo rotação de letras e espelhamento de letras) que utilizou letras como estímulos e avaliou o desempenho de crianças em idade escolar (6-10 anos). Durante este período de idade, as crianças estão aprendendo habilidades de alfabetização que dependem da reorganização das redes corticais e da quebra da generalização do espelho. Dividimos nossa amostra (N=142, 73 mulheres) em dois grupos etários: 1º-2º (alfabetização) (N=70, 33 mulheres) e 3º-5º (consolidação da alfabetização) (N=72, 40 mulheres). Enquanto os meninos tiveram um desempenho significativamente melhor na rotação de letras no grupo mais velho, o desempenho das meninas foi semelhante em ambos os grupos. Esse padrão é inverso para a tarefa do espelho, com as meninas mais velhas superando suas contrapartes mais novas e os meninos tendo desempenho semelhante nos dois grupos. Uma vez que o período de idade de nossa amostra não está associado a grandes variações nos níveis de esteroides reprodutivos, propomos que a semelhança de desempenho entre meninas mais novas e mais velhas na rotação mental de letras pode estar associada às atitudes e expectativas tradicionais da sociedade sobre a relação entre habilidades visuais espaciais e gênero. Quanto à tarefa do espelho, enquanto apenas as meninas apresentaram diferença significativa entre as duas faixas etárias, os meninos apresentaram melhora, conforme esperado pela inibição da generalização do espelho para as letras durante a aquisição da leitura.

Palavras-chave: Alfabetização. Generalização espelhada. Habilidade de leitura. Rotação mental. Desenvolvimento Humano.

2.3 ABSTRACT

Gender differences in spatial abilities favor males in both childhood and adulthood. During early development, this discrepancy can be attributed, among other things, to the influence of an early testosterone surge in boys, societal stereotypes, and expectations about gender. In the present work, we created a spatial task (including letter rotation and letter mirroring) which used letters as stimuli and evaluated the performance of school-aged children (6-10 years old). During this age period, children are being taught literacy skills which rely on the reorganization of cortical networks and the breakdown of mirror generalization. We divided our sample (N=142, 73 females) into two age groups: 1st-2nd (literacy acquisition) (N=70, 33 females) and 3rd-5th (literacy consolidation) (N=72, 40 females) graders. While boys performed significantly

better in letter rotation in the older group, girls' performance was similar in both groups. This pattern is reversed for the mirror task, with older girls outperforming their younger counterparts and boys having similar performance in the two groups. Since the age period of our sample is not associated with large variations in the levels of reproductive steroids, we propose that the similarity of performance between younger and older girls in mental rotation of letters could be associated with society's traditional attitudes and expectations on the relationship between visual spatial skills and gender. As for the mirror task, while only girls had a significant difference between the two age groups, boys did show an improvement, as expected for the inhibition of mirror generalization for letters during reading acquisition.

Keywords: Literacy. Mirror generalization. Reading ability. Mental rotation. Human Development.

2.4 INTRODUÇÃO

A generalização do espelho ou invariância do espelho descreve a propriedade natural do sistema visual de reconhecer objetos como sendo idênticos, independentemente de sua orientação espacial (ROLLENHAGEN; OLSON, 2000). No entanto, por volta de 5500 aC, a invenção da escrita exigiu a discriminação eficiente de pequenos sinais ortográficos que às vezes são simétricos, como as letras b, d, p e q na escrita latina moderna. A inibição seletiva da generalização espelhada para o processamento ortográfico é uma pré-condição para a proficiência em leitura e só é adquirida por meio de aprendizagem esforçada (AHR; HOUDÉ; BORST, 2016; DEHAENE et al., 2005, 2010). A aquisição da leitura depende da religação e reaproveitamento de uma rede de áreas visuais localizadas no córtex temporal inferior originalmente encarregado do reconhecimento visual de rostos e objetos. Em particular, a área de forma visual da palavra (WFA) é ativada quando sequências ortográficas são exibidas em vários sistemas de escrita em adultos e crianças aprendendo a ler (DEHAENE-LAMBERTZ; MONZALVO; DEHAENE, 2018; PEGADO et al., 2011). De fato, os analfabetos ou leitores de algumas escritas, como o tâmil ou o tailandês, que não têm letras espelhadas, têm uma discriminação espelhada pobre (FERNANDES; ARUNKUMAR; HUETTIG, 2021; NICOLE; HEATHER, 2015).

A rotação mental, definida como a capacidade de reter e girar mentalmente configurações abstratas no espaço 2-D e 3-D (LINN; PETERSEN, 1985), é uma importante habilidade espacial associada a muitas atividades da vida diária (NEWCOMBE; FRICK, 2010). A rotação mental também está distintamente relacionada ao sucesso nas carreiras profissionais e acadêmicas em STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática). Devido ao seu papel na realização de STEM (BRUCE; HAWES, 2015), as habilidades de rotação mental têm sido

alvo de muito interesse na educação, incluindo se os ganhos ocasionais obtidos com o treinamento são transferíveis para outras habilidades não treinadas (CHENG; MIX, 2014; CHEUNG; SUNG; LOURENCO, 2020; MENEGHETTI et al., 2017);. Durante as tarefas de rotação mental, os sujeitos são solicitados a julgar os estímulos apresentados em diferentes orientações. Os tempos de reação aumentam consistentemente com o ângulo entre o estímulo-alvo e uma orientação canônica, sugerindo que, antes do julgamento, o estímulo é primeiro girado mentalmente para a orientação canônica (COOPER; SHEPARD, 1973)

Estudos anteriores mostraram que homens e meninos superam mulheres e meninas em tarefas de rotação mental envolvendo objetos abstratos (GEISER; LEHMANN; EID, 2008; LAUER; YHANG; LOURENCO, 2019; LEVINE et al., 2016; LÜTKE; LANGE-KÜTTNER, 2021; MAEDA; YOON, 2013; MOÈ, 2009; VOYER; VOYER; BRYDEN, 1995). Uma explicação popular para essa lacuna propõe que machos e fêmeas podem ter experimentado diferentes pressões seletivas para capacidades espaciais específicas durante a evolução humana (GEARY, 2022). No entanto, análises mais recentes propõem que o cérebro masculino e feminino não é dimórfico e as variações relacionadas ao sexo na estrutura do cérebro e nos padrões de conectividade são insignificantes e devido a incontáveis variações individuais em fatores genéticos, epigenéticos e experienciais (ELIOT et al., 2021). Uma meta-análise recente mostrou que uma pequena vantagem masculina no desempenho da rotação mental surge durante a infância e, posteriormente, aumenta com a idade, atingindo um tamanho de efeito moderado durante a adolescência (LAUER; YHANG; LOURENCO, 2019). Enquanto um estudo recente (BAREL; TZISCHINSKY, 2018), usando estímulos 3-D e 2-D mostrou que as diferenças sexuais não são aparentes em crianças, outro estudo mostrou que meninos de 10 anos superaram meninas em tarefas com cubos 3D girados em -profundidade (RUTHSATZ et al., 2014).

Devido à sua importância ecológica, as letras têm sido amplamente utilizadas em estudos de percepção como estímulos visuais. Ao decidir se as letras giradas são normais ou invertidas, os sujeitos giram mentalmente as letras em sua orientação canônica, como com outros estímulos, e então adicionam uma etapa adicional: invertendo a letra ao longo de seu eixo vertical para a orientação canônica (COOPER; SHEPARD, 1973; CORBALLIS; MCLAREN, 1984; HAMM; JOHNSON; CORBALLIS, 2004). A importância das habilidades visuo-espaciais para a aquisição da leitura é destacada pelo fato de que crianças disléxicas são prejudicadas na rotação mental de letras, objetos e imagens (GIOVAGNOLI et al., 2016; RÜSSELER et al., 2005). No entanto, até onde sabemos, apenas um estudo anterior, realizado com alunos de segunda e quarta séries da Alemanha, usou letras em estudos de rotação mental com o objetivo de comparar o desempenho de escolares do sexo masculino e feminino

(NEUBURGER et al., 2011). Além de sua importância para a compreensão do papel das habilidades viso espaciais na aquisição da leitura, as letras são estímulos ecologicamente adequados para crianças em idade escolar.

No presente estudo pretendemos contribuir para a compreensão da trajetória desenvolvimental das diferenças de gênero na aptidão espacial, comparando o desempenho de crianças em idade escolar de 6 a 10 anos, agrupadas por ano escolar, em um teste computadorizado que requer o teste mental de rotação de letras. Concebemos uma tarefa simples que seria adequada para crianças em idade escolar, facilmente aplicável e não demorada. O paradigma foi parcialmente adaptado do sub-teste carta-condição proposto por Neuburger e colaboradores (2011), com uma letra-alvo na metade superior de um lado da tela e quatro estímulos distratores na parte inferior.

2.5 OBJETIVOS

2.5.1 Geral

Investigar a inibição da generalização de letras em espelho em crianças em idade escolar.

2.5.2 Específicos

- ✓ Contribuir para a compreensão da trajetória desenvolvimental das diferenças de gênero na aptidão espacial;
- ✓ Comparar o desempenho de crianças em idade escolar de 6 a 10 anos, agrupadas por ano escolar, em um teste computadorizado que requer o teste mental de rotação de letras.

2.6 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

2.6.1 Participantes

Cento e quarenta e dois sujeitos com idades entre 6 e 10 anos foram recrutados e participaram do estudo em duas escolas públicas de ensino fundamental localizadas em Belém, Brasil (69 homens, $7,9 \pm 1,3$ anos e 73 mulheres, $8,0 \pm 1,4$ anos). A Base Nacional Comum Curricular estabelece que a alfabetização básica deve ser o foco dos dois primeiros anos do

ensino fundamental (1^a e 2^a anos), enquanto nos últimos três anos (3^a, 4^a e 5^a anos), os alunos devem consolidar a capacidade de leitura. Os participantes foram alocados em quatro grupos quanto ao gênero (feminino e masculino) e estágio de alfabetização (aquisição e consolidação) (Tabela 1). Os pais ou responsáveis forneceram consentimento por escrito antes do teste. Todos os protocolos do estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética da Universidade Estadual de Maringá (UEM), Brasil (5.553.548). O critério de exclusão foi a presença de histórico de doença psiquiátrica e/ou distúrbios neurológicos.

Em nossa amostra, 70 (49,30%) dos alunos estavam no 1^o e 2^o anos (aquisição) e 72 (50,70%) estavam no 3^o, 4^o e 5^o anos (consolidação). A maioria dos alunos (99, 69,72%) pertencia a famílias com renda mensal de 1 a 3 salários-mínimos e a escolaridade máxima da maioria dos pais era o ensino médio incompleto (59, 41,56%) (Tabela 1). Os testes de rotação e espelho tiveram valores alfa de Cronbach de 0,73 e 0,74, respectivamente.

Tabela 1 – Perfil sociodemográfico dos sujeitos

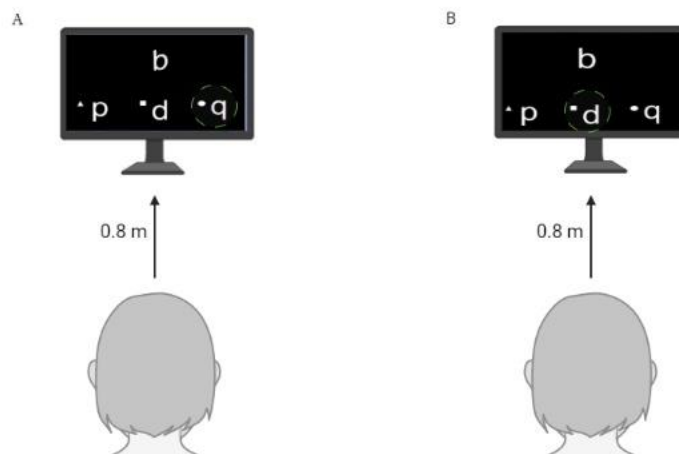
	Grupos			
	<i>Meninos</i>		<i>Meninas</i>	
	<i>1^o – 2^o anos (aquisição)</i>	<i>3^o – 5^o anos (consolidação)</i>	<i>1^o – 2^o anos (aquisição)</i>	<i>3^o – 5^o anos (consolidação)</i>
N (%)	37(26.1)	32(22.5)	33(23.2)	40(28.2)
Renda familiar (salário-mínimo)				
≤ 1	20(54.1)	1(3.1)	14(42.4)	8(20)
1- 3	17(45.9)	31(69.9)	19(57.6)	32(80)
≥ 3	-	-	-	-
Grau de instrução (responsável familiar)				
Analfabeto	-	-	1(3)	-
Ensino fundamental incompleto	6(16.2)	-	3(9.1)	-
Ensino fundamental completo	4(10.8)	8(25)	9(27.3)	13(32.5)
Ensino médio incompleto	3(8.1)	24(75)	5(15.2)	27(67.5)
Ensino médio completo	21(56.8)	-	13(39.4)	-
Ensino superior incompleto	2(5.4)	-	1(3)	-
Ensino superior completo	1(2.7)	-	1(3)	-

2.6.2 Procedimentos

As crianças foram testadas individualmente em um local tranquilo em suas próprias escolas com duas tarefas computadorizadas adaptadas da tarefa de rotação mental proposta por (NEUBURGER et al., 2011). Na tarefa de rotação, as letras q, p, d e b eram exibidas na tela do computador em sua orientação canônica e os participantes deveriam escolher sua versão rotacionada dentre as três letras restantes apresentadas simultaneamente em uma linha inferior na mesma tela (Figura 2A). Na tarefa do espelho, uma versão espelhada das letras q, p, d ou b

era exibida na tela do computador e os participantes deveriam escolher a resposta correta entre três alternativas apresentadas simultaneamente em uma linha inferior da tela (Figura 2B). As tarefas foram criadas e gerenciadas com o software PsychoPy (versão 1.82.01, Open Science Tools Ltd.). As crianças sentaram-se em frente ao experimentador em frente a uma tela de computador (15,6 polegadas, resolução 1920x1080, taxa de atualização de 60 Hz) localizada a 0,8 m de distância dos participantes sentados. Os participantes olharam para um ponto fixo na tela e suas mãos foram posicionadas no teclado. A seguinte instrução oral foi dada antes da tarefa de rotação: “Bem-vindo! Você deve indicar nas opções abaixo qual letra corresponde à letra localizada na parte superior do display. Tente girar as letras em sua mente para encontrar a melhor opção e tente responder da forma mais rápida e precisa possível. Obrigado pelo seu tempo!”. Para a tarefa do espelho, a instrução foi: “Bem-vindo! Você deve indicar nas opções abaixo qual letra é a contraparte espelhada da letra localizada na parte superior do visor e tentar responder da forma mais rápida e precisa possível. Obrigado pelo seu tempo!”. Os participantes realizaram 4 tentativas para cada estímulo-alvo, a resposta a cada tentativa foi codificada como correta (1) ou incorreta (0) e somada para obter a pontuação total.

Figura 2 – Configuração Experimental para os testes de rotação de letras (A) e letras espelhadas (B). O círculo verde indica a resposta correta (que não foi mostrada ao participante)



2.6.3 Análise estatística

Foi realizada análise descritiva com medidas de tendência central e dispersão segundo características de distribuição gaussiana das amostras, verificadas por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov. Usamos o teste de Kruskal-Wallis para comparações de desempenho

entre os quatro grupos experimentais (aquisição feminina, consolidação feminina, aquisição masculina, consolidação masculina). O teste de Mann-Whitney com correção de Bonferroni foi utilizado para a comparação post hoc entre os grupos. A consistência interna dos testes "rotação" e "espelho" foi avaliada por meio do Alfa de Cronbach. As análises estatísticas foram realizadas com SPSS v.21 e o nível de significância foi de 95%. O poder estatístico foi verificado a posteriori usando Gpower (FAUL et al., 2007).

2.7 RESULTADOS

O teste de Kruskal-Wallis mostrou que os grupos diferiram na precisão no teste de rotação de letras ($H(3) = 15,595$, $p = 0,001$) e no teste de letras espelhadas ($H(3) = 19,364$, $p < 0,001$). Um teste post-hoc de Mann-Whitney com correção de Bonferroni mostrou que a precisão na tarefa de rotação foi maior para o grupo de consolidação masculino (Mdn = 50; IQR = 75) do que para ambas as mulheres (Mdn = 0; IQR = 25; $U = 37,124$, $Z = 3,786$, $ps = 0,001$) e masculino (Mdn = 25; IQR = 50; $U = -25,362$, $Z = -2,658$, $ps = 0,047$). Porém, quando comparado o desempenho de meninos e meninas na fase de consolidação, as meninas tiveram desempenho inferior (Mdn = 37,5; IQR = 75), indistinto dos demais grupos ($p > 0,05$) (Figura 3A).

Em relação à tarefa do espelho (Figura 3B), as meninas do grupo de aquisição (Mdn = 75; IQR = 75) tiveram pontuações mais baixas do que os dois meninos (Mdn = 100; IQR = 19; $U = 33,171$, $Z = 3,623$, $ps = ,002$) e meninas (Mdn = 100; IQR = 25; $U = -30,143$, $Z = -3,473$, $ps = 0,003$) no grupo de consolidação. No entanto, durante a aquisição, as meninas não diferiram ($p > 0,05$) dos meninos (Mdn = 75; IQR = 50), com desempenho semelhante aos grupos de consolidação.

O teste de Kruskal-Wallis mostrou que os grupos diferiram no tempo de resposta tanto na rotação de letras ($H(3) = 21,902$, $p < 0,001$) quanto nas tarefas de letras espelhadas ($H(3) = 18,143$, $p < 0,001$) (Figura 3). Um teste post-hoc de Mann-Whitney com correção de Bonferroni mostrou que o tempo de resposta para a tarefa de rotação do grupo de aquisição feminino (Mdn = 5,08; IQR = 5,08) foi menor do que no grupo de consolidação, ambos masculinos (Mdn = 6,75; IQR = 4,83; $U = 27,415$, $Z = 2,686$, $ps = 0,043$) e feminino (Mdn = 6,64; IQR = 5,90; $U = -28,902$, $Z = -2,988$, $ps = 0,017$), mas não o grupo de aquisição masculino (Mdn = 8,40; IQR = 3,67; $U = 45,7$, $Z = 4,64$, $ps < 0,001$) (Figura 4A).

Quanto à tarefa do espelho (Figura 4B), as meninas do grupo de aquisição (Mdn = 5,06; IQR = 4,91) tiveram tempos de resposta menores que os meninos na aquisição (Mdn = 7,33;

IQR = 2,66; U = 39,783, Z = 4,039, ps < 0,001) e consolidação (Mdn = 7,07; IQR = 3,42; U = 32,899, Z = 3,224, ps = 0,008). O desempenho das meninas no grupo de consolidação (Mdn = 6,80; IQR = 4,39) não foi diferente dos outros grupos ($p > 0,05$).

Figura 3 – Pontuações de teste por idade e sexo: (A) Rotação e (B) Tarefa de espelho.

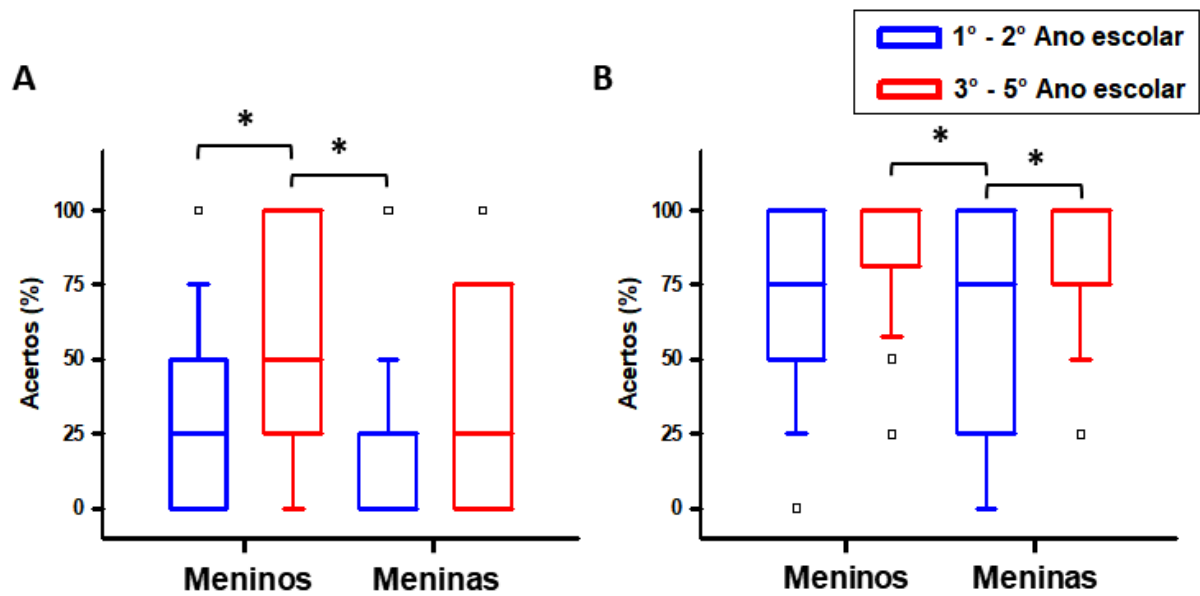
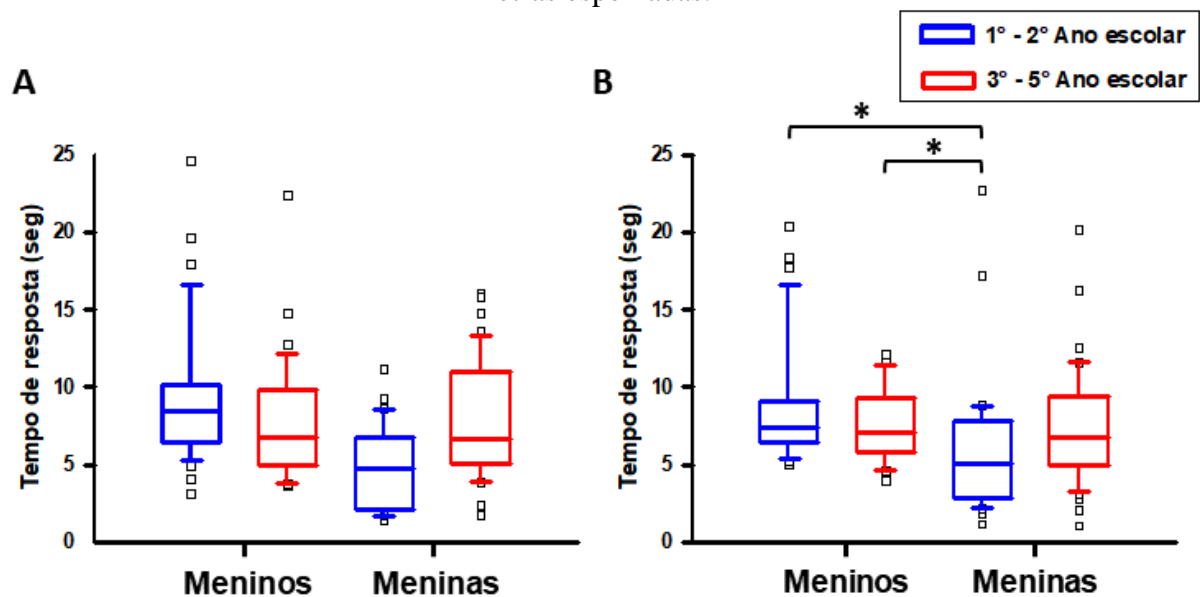


Figura 4 – Tempo de resposta por idade e sexo: (A) Teste de rotação de letras, (B) Teste de letras espelhadas.



2.8 DISCUSSÃO

Várias descobertas anteriores mostram que as habilidades viso espaciais desempenham um papel fundamental na aquisição da leitura (GIOVAGNOLI et al., 2016; RÜSSELER et al., 2005). Por exemplo, nos primeiros leitores, a incapacidade de inibir a tendência perceptiva natural de espelhar a generalização prejudica a formação de correspondências som-letra adequadas e impede a leitura fluente. Isso fica evidente, por exemplo, quando os primeiros leitores precisam distinguir as palavras “pai” e “mau”.

Uma habilidade visual-espacial importante é a rotação mental, ou a habilidade de transformar uma representação mental de um objeto para prever com precisão como o objeto ficaria de um ângulo diferente. Esta é uma habilidade que todos usamos rotineiramente quando tentamos reorganizar mentalmente aspectos do nosso mundo visual e que pode ser melhorada com treino (HAWES et al., 2015; UTTAL et al., 2013). No entanto, o desenvolvimento dessa habilidade ainda é pouco compreendido; incluindo por que, em média, os homens adultos superam as mulheres adultas em tarefas de rotação mental (GEISER; LEHMANN; EID, 2008; LEVINE et al., 2016; MAEDA; YOON, 2013; MOÈ, 2009).

Um trabalho anterior testou escolares alemães da segunda e quarta séries com uma tarefa de rotação mental papel-lápis em três condições de estímulo (figuras de animais, cubos e letras) (NEUBURGER et al., 2011). Os autores mostraram que meninos e meninas da quarta série tiveram um desempenho melhor do que seus colegas da segunda série na rotação de letras (NEUBURGER et al., 2011). No presente estudo, comparamos o desempenho de sujeitos do sexo masculino e feminino em uma amostra transversal de homens e mulheres falantes do português brasileiro em dois grupos escolares distintos associados à aquisição e consolidação da habilidade de leitura. De acordo com o currículo oficial de alfabetização brasileiro, as crianças da primeira, segunda e terceira séries aprendem habilidades básicas de alfabetização e espera-se que as crianças da quarta e quintas séries consolidem os ganhos anteriores de alfabetização para a proficiência em leitura. Nossos resultados mostram que meninos e meninas tiveram desempenho ruim no grupo de 1ª a 2ª série, mas apenas os alunos do sexo masculino apresentaram uma melhora significativa no grupo de 3ª a 5ª série. O tempo de resposta das meninas na tarefa de rotação foi particularmente menor no grupo de 1ª e 2ª séries tanto na tarefa de espelho quanto na de rotação, sugerindo que elas estavam adivinhando. Como os mesmos alunos tiveram um desempenho muito melhor na tarefa do espelho, assumimos que isso reflete uma limitação seletiva no desempenho nas tarefas de rotação mental.

Em um estudo usando cubos, (TITZE; JANSEN; HEIL, 2010) mostraram que uma vantagem masculina nas pontuações de rotação mental era evidente em um grupo com idade média de 10,3 anos, mas não em um grupo mais jovem (idade média: 9,4 anos). Ainda de acordo com o estudo de (TITZE; JANSEN; HEIL, 2010) o desempenho de mulheres, meninas mais velhas e meninas mais novas não diferiu significativamente, enquanto meninos mais velhos e adultos superaram os meninos mais novos. Essa tendência foi recentemente confirmada por (RAHE; JANSEN, 2022) em adolescentes. Nossos resultados com a tarefa do espelho mostram que há uma tendência, tanto para meninos quanto para meninas, de quebra da generalização do espelho para letras com o avanço da alfabetização (PEGADO et al., 2014). No entanto, apenas as meninas atingiram o critério estatístico de diferença entre os grupos de aquisição e consolidação. (TITZE; JANSEN; HEIL, 2010) propuseram duas hipóteses para explicar as diferenças de gênero na rotação mental em crianças em idade escolar: disparidade nos níveis de testosterona e auto expectativas sobre o desempenho. A influência dos esteroides reprodutivos na rotação mental tem sido estudada há algum tempo e mostrou efeitos de andrógenos (testosterona) e estradiol, com o primeiro tendo um efeito positivo e o último tendo um efeito inibitório (HAMPSON, 2018). Um estudo recente mostrou que a correlação entre os níveis de testosterona e o desempenho da rotação mental já é evidente em bebês de 5 a 6 meses de idade (CONSTANTINESCU et al., 2018). Vários estudos propuseram recentemente que a ansiedade espacial e as auto expectativas no desempenho também podem ser fatores importantes por trás da superioridade masculina em testes de rotação mental (ALVAREZ-VARGAS; ABAD; PRUDEN, 2020; ARRIGHI; HAUSMANN, 2022; MOÈ, 2009). Ambas as características podem ser exacerbadas por ameaças situacionais sociais e estereótipos de gênero ainda prevalentes nas sociedades modernas (LAUER; YHANG; LOURENCO, 2019). Por exemplo, o estudo mencionado por (CONSTANTINESCU et al., 2018) mostrou uma correlação negativa entre as atitudes estereotipadas de gênero dos pais e o desempenho da rotação mental apenas em meninas. Outras pesquisas sugerem que ameaças de estereótipos ou a preocupação de confirmar um estereótipo negativo podem influenciar negativamente a motivação intrínseca e o interesse em tarefas e domínios estereotipados (DOYLE; VOYER, 2016; THOMAN et al., 2013). Em outras palavras, ameaças de estereótipos criam um ciclo de feedback negativo que pode afastar grupos estigmatizados de certas atividades, carreiras e caminhos acadêmicos. Outra questão importante a esse respeito são as diferenças experienciais em atividades de promoção espacial, digital ou não (LAUER; ILKSOY; LOURENCO, 2018; TERLECKI; NEWCOMBE, 2005), entre meninos e meninas nessa idade. Em resumo, o gênero não deve ser

interpretado como um parâmetro causal nas comparações entre o desempenho cognitivo masculino e feminino, mas como um substituto para fatores biológicos e ambientais associados.

2.9 LIMITAÇÕES

Tanto a rotação quanto a tarefa do espelho usaram apenas quatro itens de teste: as letras q, p, d e b, aquelas que têm contrapartes de imagem espelhada no alfabeto latino. As tarefas foram elaboradas para serem aplicadas em conjunto para permitir uma avaliação rápida da inibição dos processos de generalização espelhada em escolares. Entre as limitações, podemos citar a falta de outros tipos de itens de estímulo, como cubos 3D, animais ou objetos 2D e letras sem contrapartes de imagem espelhada. A precisão das meninas na tarefa de rotação, tanto no grupo mais novo quanto no mais velho, foi quase aleatória, sugerindo que a tarefa pode ser particularmente difícil para meninas nessas faixas etárias. No entanto, esses resultados também podem refletir o papel seletivo de fatores ambientais que afetam negativamente principalmente as meninas.

3 ESTUDO 2

3.1 TÍTULO

Efeito da competência leitora nas estratégias de organização perceptual da cena visual em escolares.

3.2 RESUMO

O atual cenário educacional brasileiro, avaliado por diferentes indicadores nacionais e internacionais, tem mostrado resultados alarmantes em matemática, ciências e principalmente em leitura. O país encontra-se nas últimas posições em todas as avaliações. Para a mudança deste cenário, são necessárias medidas educacionais urgentes que respeitem o desenvolvimento biológico e social do aluno. As neurociências aplicadas a educação surgem como um modelo teórico de auxílio para as práticas pedagógicas que visam a melhoria da qualidade na educação. Uma importante contribuição das neurociências na educação está voltada para a leitura, por meio de um aporte teórico/prático sobre o funcionamento cerebral que aponta caminhos mais efetivos para alfabetização com vistas a competência leitora. Nesse sentido, foi possível compreender que evolutivamente a espécie humana ainda não desenvolveu um sistema neural específico para a leitura, utilizando-se de outras estruturas cerebrais para essa função, ou seja, a alfabetização depende de um processo de reciclagem neural de estruturas cerebrais associadas com funções sensoriais, motoras e de linguagem, como é o caso das regiões cerebrais associadas ao reconhecimento de faces, para acomodar a decodificação da palavra escrita. O objetivo deste estudo é o de investigar a relação entre competência leitora e estratégias de organização perceptual da cena visual em escolares. Para tal, foram recrutados 140 (cento e quarenta) voluntários para participarem da pesquisa (meninas: 64 com idade $6-10 \pm 8,5$ anos; e meninos: 76 com idade $6-10 \pm 8,2$ anos), matriculados do primeiro ao quinto ano do ensino fundamental. Os participantes foram submetidos a um teste de leitura e ao teste de faces de Mooney, que avalia a competência de fechamento perceptual. Nossos resultados evidenciam que o desempenho de meninos na faixa de 6-10 anos de idade é diferente ao das meninas na mesma faixa etária para o teste de competência leitora, com meninos apresentando um desempenho superior, embora não seja possível estabelecer diferenças entre os gêneros para o teste de fechamento perceptual. Esses achados demonstram que o desenvolvimento da competência leitora e de habilidades visuais holísticas são dissociados na infância e possuem implicações importantes para a alfabetização de escolares.

Palavras-chave: Leitura. Alfabetização. Reconhecimento facial. Fechamento perceptivo. Plasticidade neuronal.

3.3 ABSTRACT

The current Brazilian educational scenario, evaluated by different national and international indicators, has shown alarming results in mathematics, science and especially in reading. The country is in the last positions in all evaluations. To change this scenario, urgent educational

measures are needed that respect the biological and social development of the student. The neurosciences applied to education appear as a theoretical model to help pedagogical practices aimed at improving the quality of education. An important contribution of neurosciences in education is focused on reading, through a theoretical/practical contribution on the brain functioning that points out more effective paths for literacy with a view to reading competence. In this sense, it was possible to understand that evolutionarily the human species has not yet developed a specific neural system for reading, using other brain structures for this function, that is, literacy depends on a process of neural recycling of brain structures associated with sensory, motor and language functions, such as the brain regions associated with face recognition, to accommodate the decoding of the written word. The aim of this study is to investigate the relationship between reading competence and perceptual organization strategies of the visual scene in students. To this end, 140 (one hundred and forty) volunteers were recruited to participate in the research (girls: 64 aged $6-10 \pm 8.5$ years; and boys: 76 aged $6-10 \pm 8.2$ years), enrolled in the first to the fifth year of elementary school. Participants underwent a reading test and the Mooney face test, which assesses perceptual closure competence. Our results show that the performance of boys aged 6-10 years is different from that of girls in the same age group for the reading competence test, with boys showing superior performance, although it is not possible to establish differences between genders for the perceptual closure test. These findings demonstrate that the development of reading competence and holistic visual skills are dissociated in childhood and have important implications for the literacy of schoolchildren.

Keywords: Reading. Literacy. Facial Recognition. Perceptual Closure. Neuronal Plasticity.

3.4 OBJETIVOS

3.4.1 Geral

Investigar a relação entre competência leitora e estratégias de organização perceptual da cena visual em escolares.

3.4.2 Específicos

- ✓ Avaliar a competência leitora em escolares do primeiro ao quinto ano do ensino fundamental
- ✓ Avaliar a habilidade de fechamento perceptual visual em escolares do primeiro ao quinto ano do ensino fundamental
- ✓ Avaliar diferenças entre gêneros na competência leitora e na habilidade de fechamento perceptual visual em escolares do primeiro ao quinto ano do ensino fundamental

- ✓ Avaliar diferenças entre os anos escolares e a competência leitora e a habilidade de fechamento perceptual visual em escolares do primeiro ao quinto ano do ensino fundamental

3.5 REVISÃO DA LITERATURA

3.5.1 Mecanismos neurais da leitura

3.5.1.1 *A Reciclagem Neuronal e a neuroplasticidade atuam na reorganização de estruturas e funções cerebrais*

O processo de aquisição da competência leitora leva a mudanças funcionais em várias regiões corticais (KOLINSKY et al., 2014; LACHMANN et al., 2014; THIEBAUT DE SCHOTTEN et al., 2014). Essas mudanças são observadas em imagens cerebrais feitas por meio de Ressonância Magnética Funcional (fMRI) e das dinâmicas elétricas corticais no eletroencefalograma (EEG), e são chamadas de reciclagem neuronal induzida pela aquisição da habilidade leitora. Esse processo de aquisição da competência leitora ocorre no giro fusiforme esquerdo e está também associado ao reconhecimento de rostos. Essas mudanças estruturais acontecem mesmo quando a alfabetização se dá na vida adulta (DEHAENE et al., 2010).

Além da reorganização cerebral, aprender a ler ativa sistematicamente regiões cerebrais localizadas no sulco occipitotemporal lateral esquerdo, em um local chamado de Área Visual da Forma da Palavra (VWFA) (DEHAENE, 2012; DEHAENE; COHEN, 2011; SCLIAI-CABRAL, 2010). Essa reorganização cerebral depende de mecanismos sinápticos de neuroplasticidade e refere-se, em termos gerais, à capacidade que o cérebro tem de responder a estímulos intrínsecos e extrínsecos, reestruturando sua estrutura, funções e conexões (CRAMER et al., 2011; LEWIS; GONZÁLEZ-BURGOS, 2008; SARTO-JACKSON, 2017). Essas modificações ocorrem de forma dinâmica na interação de todos os sistemas neurais com o ambiente (MATTSON; GLEICHMANN; CHENG, 2008), e estão na base da formação de memórias e da aprendizagem (CORSO, 2018). A capacidade plástica do cérebro declina gradativamente da infância à vida adulta (FISCHER-BAUM; CAMPANA, 2017; JOHANSSON, 2000). A reorganização neural proporcionada pela neuroplasticidade é fundamental na recuperação da função e/ou adaptação de funções cerebrais (BORELLA; SACCHELLI, 2009; HIRSCH; HIRSCH, 2014).

Os limites do cérebro no processamento de informação sensorial são evidentes na maneira como gerenciamos os nossos recursos atencionais limitados (SHAPIRO; RAYMOND; ARNELL, 1997). A competição por espaço cortical desencadeada pela alfabetização, de acordo

com a teoria da reciclagem neuronal, também é um reflexo dos limites na capacidade de processamento cortical (DEHAENE et al., 2015).

Aprender a ler, portanto, ativa a região occipitotemporal esquerda, inicialmente programada para reconhecer faces, reciclando esta região e adequando-se aos limites processados pelo cérebro (SCLIAR-CABRAL, 2010).

3.5.1.2 Como uma criança aprende a ler

A aquisição da competência leitora passa por três etapas: a pictórica, que consiste na visualização breve da forma da palavra; a fonológica, que ocorre na decodificação de grafemas em fonemas; e a ortográfica, que consiste na automatização das palavras (DEHAENE, 2012). A leitura, então, explora uma ampla gama de habilidades diferentes, da compreensão da linguagem à análise da ordem dos elementos em uma matriz visual (ELLIS; LARGE, 1988).

Entretanto, sem uma base sólida de conhecimento, a habilidade leitora, não pode ser comprometida (SCHICKEDANZ, 1999). A exposição de escolares aos livros está relacionada ao desenvolvimento de habilidades de vocabulário e compreensão auditiva, e essas habilidades de linguagem se associam diretamente ao desenvolvimento da leitura (SÉNÉCHAL; LEFEVRE, 2002). Por esse motivo, é extremamente importante, que para a construção/formação de um jovem leitor, haja o estímulo para a leitura (DURKIN, 1966). Estudos anteriores demonstraram que intervenções para aprimorar as habilidades fonológicas precisam ser integradas ao ensino da leitura, para a melhoria das habilidades de alfabetização (HATCHER; HULME; ELLIS, 1994). Nesse processo de alfabetização de escolares, estas frequentemente, tendem a escrever em espelho, da direita para a esquerda, esse fenômeno é um processo natural de organização das áreas visuais (DEHAENE, 2012).

Outro ponto que merece destaque é a leitura em voz alta e silenciosa, fundamentais para o desenvolvimento da leitura e quando bem sucedidas (PRICE et al., 1994), envolvem um deslocamento entre duas vias: a primeira mais ventral, localizada no córtex occipitotemporal esquerdo, responsável pelo mapeamento léxico-semântico das formas das palavras inteiras para seus significados; a segunda mais dorsal, localizada no córtex parietal esquerdo, que é responsável pela decodificação grafema-fonema, de palavras escritas de forma fragmentada, orientada por regras (MOSELEY et al., 2014). Além do mais, aquisição da competência leitora recicla parcialmente um território cortical desenvolvido para reconhecer faces e objetos

(DEHAENE; COHEN, 2011). Pessoas disléxicas, por exemplo, apresentam uma desorganização nas áreas ventrais da linguagem visual e falada (MONZALVO et al., 2012).

3.5.1.3 Habilidades metalinguísticas são indicadores efetivos para o desenvolvimento e aquisição funcionais da leitura e escrita

Nas últimas décadas, as pesquisas conexas à relação direta entre o desenvolvimento qualificado da leitura e escrita e os mecanismos sólidos na consciência metalinguística estão cada vez mais consistentes (CAPOVILLA; CAPOVILLA; SOARES, 2004; CARDOSO-MARTINS, 2013; CÁRNIO; SANTOS, 2005; LOPES, 2004; MALUF; BARRERA, 1997; MOURA; CIELO; MEZZOMO, 2009; PAULA; MOTA; KESKE-SOARES, 2005; REGO; BUARQUE, 1997). Um dos primeiros e principais estudos que descreviam essa relação, identificou que o nível de operatividade leitora dependia de habilidades metalinguísticas pré-existentes, como a consciência metalinguística (TUNMER; HERRIMAN; NESDALE, 1988).

Consciência metalinguística é, portanto, um termo que envolve diferentes tipos de habilidades linguísticas, tais como, segmentar, manipular e separar os diferentes tipos de palavras, sílabas, fonemas, entre outros. Já as habilidades metalinguísticas são aquelas que se referem a capacidade de se pensar e/ou refletir a própria língua (SPINILLO; MOTA; CORREA, 2010).

O desenvolvimento da leitura e escrita é uma atividade complexa, como já descrito, e embora necessite de habilidades linguísticas para sua consolidação, ou seja, habilidades não-conscientes e não-intencionais que proporcionam uma aprendizagem natural, as habilidades metalinguísticas são as primeiras, e primordiais, para a qualidade da competência leitora (TUNMER; HERRIMAN; NESDALE, 1988). Habilidades metalinguísticas, são de modo geral, conscientes e intencionais, e sua aprendizagem requer instruções específicas e podem ser observadas por volta dos 02 anos (CAPOVILLA; CAPOVILLA; SOARES, 2004).

Habilidades metalinguísticas podem ser subdivididas em consciência fonológica, morfológica, sintática e meta-textual e pragmática (SPINILLO; MOTA; CORREA, 2010). Para a compreensão desta categorização, é de suma importância, o conhecimento prévio de determinantes linguísticos envolvidos no processo, pode-se dizer que, a fonética constitui habilidade de produção e percepção de sons falados. A fonologia envolve o conjunto de regras específicas da linguagem por meio dos sons, de modo que, tais sons são representados e manipulados para a construção de palavras. A semântica atribui significado as palavras e

nomes. A sintaxe se molda após o conhecimento do significado e permite a construção de frases (PEREIRA; REIS; MAGALHÃES, 2003).

De modo geral, consciência lexical diz respeito à habilidade de segmentar a linguagem oral em palavras. Consciência sintática, diz respeito à habilidade de manipular mentalmente a estrutura gramática das sentenças. Já a consciência fonológica, refere-se à habilidade de analisar as unidades sonoras que compõe a linguagem oral (MALUF; BARRERA, 1997).

A consciência fonológica é um processo cognitivo complexo, e é definido como a habilidade de executar operações mentais sobre os mecanismos de percepção da fala (ETCHEPAREBORDA; HABIB, 2001; LOPES, 2004). Uma pesquisa sobre a relação da consciência fonológica e a aquisição da linguagem escrita, evidenciou correlação positiva entre tais habilidades, sobretudo em escolares de 05 e 06 anos, independentemente do gênero (MALUF; BARRERA, 1997). Ao que tudo indica, de forma quantitativa, meninos e meninas parecem não demonstrar diferenças no desempenho de tarefas em consciência fonêmica, entretanto, qualitativamente, meninas demonstram um melhor desempenho em tais habilidades (MOURA; CIELO; MEZZOMO, 2009).

Uma análise envolvendo 46 escolares brasileiras de classe média baixa, avaliou a consciência metalinguística nas séries iniciais e finais do ensino fundamental, os autores demonstraram que a consciência sintática é um facilitador para a aquisição de habilidades morfossintáticas, enquanto que a consciência fonológica relaciona-se, especialmente, à aquisição de habilidades grafo-fonêmicas (REGO; BUARQUE, 1997). Em outro teste com 46 escolares, avaliou-se a leitura e escrita de palavras e pseudopalavras e a consciência fonológica, identificou-se que escolares alfabetizadas, conseguem realizar positivamente tarefas de consciência fonêmica e que promover terapia de consciência fonológica, pode ser um facilitador na aquisição de um código alfabético escrito (PAULA; MOTA; KESKE-SOARES, 2005).

Uma análise de consciência sintática em 204 escolares das séries iniciais do ensino fundamental, também foi investigada e correlacionou positivamente as habilidades de leitura e escrita à consciência metalinguística, bem como demonstrou efeito significativo à série em que os alunos estavam matriculados (CAPOVILLA; CAPOVILLA; SOARES, 2004). Em 58 escolares em idade de alfabetização, verificou-se que o método fônico demonstrou maior estímulo da consciência fonêmica do que o método de alfabetização silábico (CARDOSO-MARTINS, 2013). O método fônico propõe a introdução gradual do texto para a criança, ou seja, a complexidade do texto deve evoluir de modo crescente, a medida em que este adquirir uma boa habilidade de decodificação grafo-fonêmica (CAPOVILLA; CAPOVILLA, 2007; REGO, 1997; WYSE; GOSWAMI 1, 2008).

3.5.1.4 Outros fatores que influenciam no desenvolvimento da leitura (e escrita)

Aprender a ler é um processo progressivo e longo que envolve muitas habilidades, que também estão associadas a outras demandas, que não apenas as biológicas, mas ambientais, por exemplo. Entre elas: o status socioeconômico e o gênero, por exemplo.

O status socioeconômico está fortemente associado à habilidade de leitura (BOWEY, 1995; DEARING; MCCARTNEY; TAYLOR, 2009; HECHT et al., 2000; WHITE, 1982). O status socioeconômico mais baixos atua de forma reduzida no processo de ativação das regiões perisilvianas esquerdas durante tarefas ligadas a linguagem (RAIZADA et al., 2008), além de massa cinzenta reduzida (NOBLE et al., 2012, 2015; ROMEO et al., 2018).

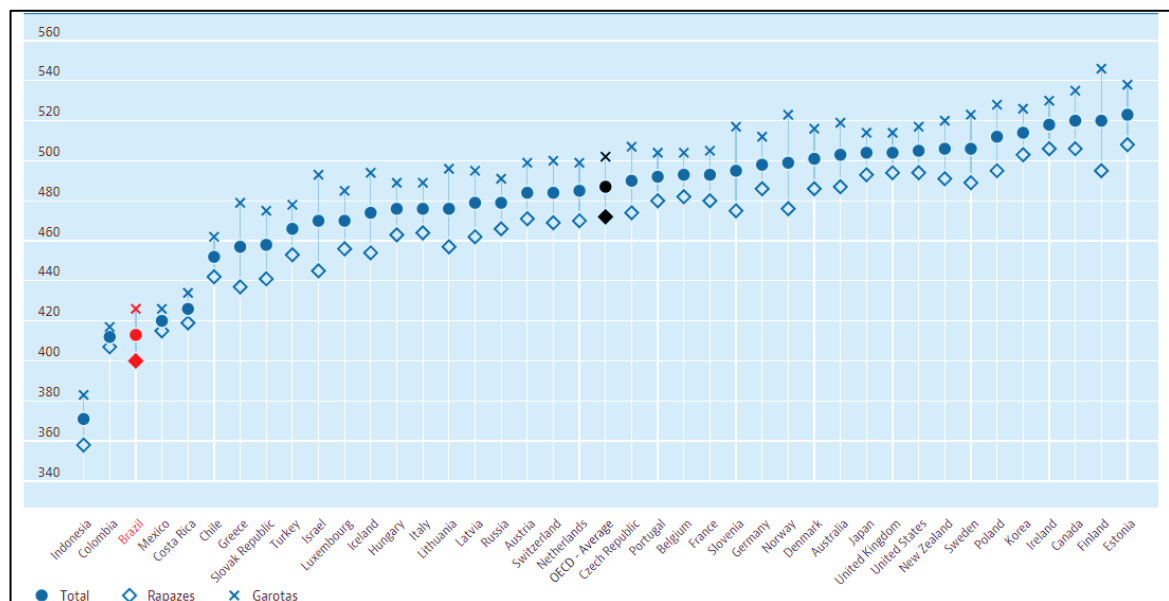
Indicadores mundiais que avaliam leitura tem relacionado frequentemente o status socioeconômico ao desempenho em leitura, exemplo disso é o Indicador de Nível Socioeconômico (INSE), construído pela Diretoria de Avaliação da Educação Básica (DAEB), com base nos resultados do questionário do estudante do SAEB do ano de 2019 (BRASIL, 2021). Bem como, o PISA por meio do índice do status econômico, social e cultural (ESCS). O ESCS é construído por meio de um tripé: nível educacional dos pais, nível ocupacional dos pais e um índice de bens domésticos, recursos educacionais e culturais presentes no domicílio (BRASIL, 2018). Os alunos avaliados no PISA tiveram uma variação média de 12% no desempenho quando os dados estão relacionados ao status socioeconômico e a leitura. E em 20 dos 79 países e economias que participaram do PISA 2018, o status socioeconômico dos alunos previu 15% ou mais da variação no desempenho. Desse modo, alfabetizando cujos responsáveis têm baixa renda, menores níveis de escolaridade, estão desempregados e/ou possuem baixo poder econômico e social, estão mais propensos a apresentarem resultados educacionais mais baixos, especialmente na leitura (OECD, 2019).

No Brasil estudantes em vantagem socioeconômica apresentaram desempenho superior de 97 pontos (média da OCDE: 89 pontos) quando relacionados a leitura com aqueles estudantes com desvantagem socioeconômica. No Pisa 2009, a lacuna no desempenho em Leitura, relacionada ao nível socioeconômico, foi de 84 pontos no Brasil (média da OCDE: 87 pontos) (OECD, 2019).

Com relação ao gênero, as pesquisas frequentemente têm observado que as mulheres superam os homens em tarefas de habilidades verbais e de linguagem (BERNINGER et al., 2008; REILLY; NEUMANN; ANDREWS, 2019). Assim como o PISA, ao longo dos anos, também mostra que as meninas superaram os meninos em leitura em quase 30 pontos em média

nos países da OCDE (Figura 5) (OECD, 2019) e nos resultados da escala Inaf, que confirmam uma “tendência” já apontada em anos anteriores, que as mulheres apresentam um desempenho médio ligeiramente superior ao dos homens (INSTITUTO PAULO MONTENEGRO, 2018). No entanto, a literatura ainda não é clara com relação a essa habilidade leitura maior em meninas. Outros estudos tem mostrado que não há diferenças claras entre o gênero para o desempenho leitor, e que talvez essas tendencias para gênero masculino ou feminino, ou até mesmo sem diferença significativa, esteja muito mais associada ao tipo de experimento e ao n da amostral (MANU et al., 2021).

Figura 5 – Performance em Leitura (PISA – 2018)



Fonte: PISA: Programa Internacional de Avaliação de Alunos (OECD, 2018).

3.5.1.5 Estágios de alfabetização

O sucesso individual e coletivo no campo da leitura está relacionado a uma gama complexa de habilidades que são desenvolvidas por meio da alfabetização e do letramento. A alfabetização se refere a aprendizagem e domínio do código escrito, ou seja, neste momento o alfabetizando aprende a codificar e decodificar elementos que compõe a escrita. Quando esse processo de domínio do código escrito (alfabético e ortográfico) engloba aspectos sócio-históricos por meio da compreensão de comportamentos e práticas sociais, passa-se a ter o letramento. Quando ocorre a combinação de habilidades cognitivas, informacionais e técnicas relacionadas com a escrita (alfabetização) e o engajamento à práticas de leitura socialmente construídas (letramento), que possibilitem práticas de leitura e aprendizagens significativas por

meio da utilização de diferentes tipos de texto, temos a competência leitora (CUEVAS, 2011; GERLIN; MATA, 2020; GERLIN, 2017).

Há diversos métodos de alfabetização, no entanto, aquele proposto inicialmente por Frith (1990) e Morton (1989) e ratificado e/ou complementado por outros autores serão aqui apresentados (CAPOVILLA et al., 2005; FRITH, 1990; MORTON, 1989). Desta forma, compreender os estágios de alfabetização é fundamental para a assimilação de um modelo teórico de processamento da leitura muito bem estabelecido na literatura, a chamada dupla rota, ou ainda, rota lexical e fonológica. De modo geral, para reconhecer uma palavra e a habilidade leitora se desenvolver é preciso a identificação sequencial de letras que serão utilizadas para acessar representações de conhecimento semântico e gramatical, para enfim associá-las as representações fonológicas (DEHAENE, 2012; THIEBAUT DE SCHOTTEN et al., 2014).

A criança passa por três estágios de alfabetização: a fase logográfica, em que a criança enxerga a palavra escrita como uma representação pictoideográfica e visual do referente; a fase alfabética, que ocorre com o desenvolvimento da rota fonológica, que possibilita a decodificação de grafemas e fonemas; e a fase ortográfica, que por meio da rota lexical, a criança aprende a fazer a leitura visual das palavras (CAPOVILLA; CAPOVILLA, 2007).

De forma simplificada, a rota lexical, desenvolvida na fase ortográfica, está relacionada há um processo visual direto, por esse motivo, essa estratégia visual é chamada de sistema de reconhecimento visual das palavras ou léxico de *input* visual. Já a rota fonológica, é um processo de mediação fonológica utilizado para a leitura de novos vocábulos, esse processo fragmenta as palavras lidas em microunidades (grafemas e morfemas) para depois uni-las à sons análogos, assim, grafemas se tornam fonemas e geram o chamado *output* fonológico (Figura 6) (CARDOSO; FREITAS, 2019; SALLES; PARENTE, 2002).

Quando há falhas em qualquer uma das fases e/ou estágios de alfabetização, há um comprometimento no objetivo final da alfabetização que é a leitura e a escrita. Em consequência disto, não há letramento eficaz e pôr fim a competência leitora fica comprometida, porém poderá ser trabalhada e/ou desenvolvida, dependendo do comprometimento. Esse tipo de falha e/ou comprometimento é muito comum em sujeitos com dislexia, por exemplo (MACHADO; ALVES, 2015).

A dislexia é um transtorno específico de aprendizagem que afeta principalmente a leitura, e ocorre quando há dificuldade de aprender a correlacionar letras a sons do próprio idioma – leitura de palavras impressas (AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION, 2014; MACHADO; ALVES, 2015; PEREIRA, 2017). Além do mais, a dislexia causa não só dificuldades relacionados à leitura, mas também a soletração e a escrita, associadas a problemas

de concentração, memória, organização e sequenciamento, entre outros. Assim, como a falhas de acesso lexical e fonológico, o sujeito com dislexia tem dificuldade para reconhecer rapidamente palavras e realizar leitura fluente (MACHADO; ALVES, 2015).

É interessante ressaltar que, outros transtornos de aprendizagem e/ou deficiências, além da dislexia, também podem acarretar prejuízos ao desenvolvimento da competência leitora, como é o caso do TDAH³, principalmente por apresentar falhas atencionais e/ou de informações, o que causa prejuízos para a utilização de um processamento visual mais refinado, logo, compromete o acesso fonológico exigido para a realização da leitura e da escrita (PEREIRA, 2017).

3.5.2 Mecanismos neurais do reconhecimento de faces

3.5.2.1 Uma via biológica para o reconhecimento de faces

A base neural do processamento facial tem sido extensivamente estudada e depende de uma via ventral cortical que inclui o giro fusiforme (BERNSTEIN; YOVEL, 2015; DUCHAINE; YOVEL, 2015; GOBBINI; HAXBY, 2007; HAXBY; HOFFMAN; GOBBINI, 2000; JOHNSON, 2005). O reconhecimento de faces é considerado uma função modular e que funciona em duas correntes corticais distintas, uma medial e uma lateral. Há evidências ainda da participação de uma rota que envolve o colículo superior, o pulvinar e a amígdala (JOHNSON, 2005).

O processo de reconhecimento de faces está localizado na Área de Face Fusiforme (AFF), que processa aspectos faciais invariantes que são a base para o reconhecimento de indivíduos e a representação de aspectos mutáveis como o olhar, a expressão facial e o movimento labial; e o Sulco Temporal Posterior (STP) que processa aspectos faciais mutáveis, como por exemplo, as expressões e a detecção de rostos familiares dinâmicos, ou seja, extraem significado das faces visualizadas (GOBBINI; HAXBY, 2007; HAXBY; HOFFMAN; GOBBINI, 2000). De modo geral, as áreas do hemisfério direito parecem ser mais significativas para o processamento de faces do que as áreas do hemisfério esquerdo (DUCHAINE; YOVEL, 2015).

³ Transtorno de déficit de atenção/hiperatividade (AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION, 2014).

3.5.2.2 Modelos específicos de análise para o reconhecimento e/ou processamento de faces

O reconhecimento de faces é extremamente importante para a interação social humana (VERHALLEN et al., 2017). Faces são compostas dos mesmos elementos organizados em configurações semelhantes (VERHALLEN et al., 2014). A discriminação de faces, portanto, depende de diferenças sutis nas características dos elementos faciais e da relação espacial entre eles (KEMELMACHER-SHLIZERMAN; BASRI; NADLER, 2008). Um estudo envolvendo a discriminação de faces mostrou que recém-nascidos ligam e organizam partes fragmentadas de um determinado estímulo facial e detectam com base em processos holísticos (LEO; SIMION, 2009).

A ideia de que haja pelo menos sete tipos distintos de possíveis informações configurais para análise de faces foi proposta na década de 80, estes são chamados de códigos pictóricos, estruturais, semânticos derivados visualmente, semânticos específicos de identidade, nome, expressão e fala facial. Os mesmos autores que propuseram essa classificação, defendiam a necessidade de modelos específicos e funcionais para análise criteriosa do reconhecimento facial (BRUCE; YOUNG, 1986). Vários testes foram desenvolvidos para mensurar a capacidade de processamento de faces, entretanto, até o momento, nenhum dos testes avalia todos os aspectos necessários de reconhecimento de faces (VERHALLEN et al., 2017).

Um importante teste de avaliação para reconhecimento de faces é o clássico *Mooney Face Test*, proposto em 1957 por Craig Mooney, que antes de mais nada reconhece faces por meio do fechamento perceptual (habilidade de preencher imagens visuais com informações esparsas ou incompletas) (MATOS, 2017; MOONEY, 1957); este teste de curta duração consiste em avaliar 40 (quarenta) imagens em puro preto e puro branco (VERHALLEN et al., 2017). Nessa versão oficial, as imagens foram retiradas de cortes de revistas dos anos de 1950 e combinadas em preto e branco. Além do mais, nesta versão o teste foi projetado para aplicação presencial e é baseado no conceito de fechamento de organização perceptual (MATOS, 2017; MOONEY, 1957). Um exemplo das faces do teste pode ser visto na figura 6.

Figura 6 – Exemplo de uma face do Mooney Face Test versão original



Fonte: (MOONEY, 1957)

Desde a criação do Teste original, outras versões foram desenvolvidas (CARBON; GRÜTER; GRÜTER, 2013; DUCHAINE; YOVEL, 2015; FOREMAN, 1991; KEMELMACHER-SHLIZERMAN; BASRI; NADLER, 2008; LATINUS; TAYLOR, 2005; LEO; SIMION, 2009; MAURER; GRAND; MONDLOCH, 2002; SCHWIEDRZIK; MELLONI; SCHURGER, 2018; VERHALLEN et al., 2014). Uma adaptação do *Mooney Face Test* foi proposta por Verhallen e Mollon (2016). Nessa nova versão online, 158 voluntários (50% mulheres; idade média de 28 anos) foram selecionados para serem as novas faces do teste (Figura 7). O experimento apresentava três alternativas de escolha forçada para um teste online e foi testado com 397 adultos saudáveis com idades de 18 a 42 anos, os resultados deste experimento mostrou que homens reconhecem mais faces do que mulheres (VERHALLEN et al., 2014, 2017; VERHALLEN; MOLLON, 2016).

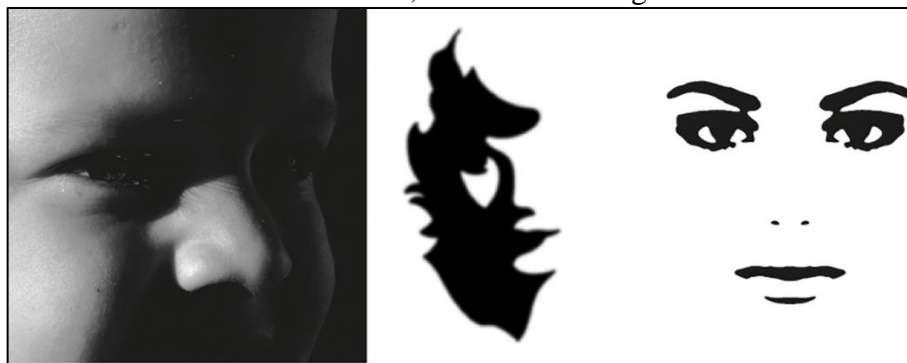
Figura 7 – Exemplo de uma face da nova versão do Mooney Face Test proposto por Verhallen e Mollon



Fonte: (VERHALLEN; MOLLON, 2016)

Outra versão (Figura 8) baseada no *Mooney Face Test* e disponibilizada gratuitamente na internet foi proposta em 2018 (SCHWIEDRZIK; MELLONI; SCHURGER, 2018). Nessa nova versão, um novo conjunto de 500 faces obtidas da internet foi reconfigurado para um “padrão Mooney”, estas foram testadas em 20 participantes (11 mulheres, idade média de 25,5 anos, de 16-63 anos). Os resultados desta pesquisa mostram que a detecção de faces é comparativamente lenta para mulheres do que para homens (SCHWIEDRZIK; MELLONI; SCHURGER, 2018).

Figura 8 – Exemplo de uma face da nova versão do Mooney Face Test proposto por Schwiedrzik, Melloni e Schurger



Fonte: (SCHWIEDRZIK; MELLONI; SCHURGER, 2018)

3.5.2.3 Uma estratégia eficiente para extração de informações configurais de faces

Uma estratégia eficiente de extrair informações configurais de faces é através do processamento holístico das informações visuais (MAURER; GRAND; MONDLOCH, 2002; RICHLER et al., 2009; RICHLER; CHEUNG; GAUTHIER, 2011). Esse processamento holístico de informações visuais é fundamentado na percepção de faces como um todo, e não de forma fragmentada como reconhecimento de determinada característica (olhos, nariz, boca, entre outros

Um outro ponto relevante a ser considerado na percepção de faces é o de que, como faces estão ligadas a expressões faciais, e essas por sua vez, as emoções, presume-se que, o reconhecimento de expressões faciais nos permite inferir características mentais internas das pessoas, incluindo emoções e intenções implícitas (SPUNT; ADOLPHS, 2019; ZWICK; WOLKENSTEIN, 2017). Essas emoções, positivas ou negativas, podem facilitar o reconhecimento de faces, e contrastar com a ideia de um processamento holístico automático e imune a influências externas, evidenciando o poder da emoção de modular aspectos socialmente relevantes da percepção visual (CURBY; JOHNSON; TYSON, 2012).

3.5.2.4 O processamento holístico de informações visuais no reconhecimento de faces em escolares

A ideia de um processamento holístico no desenvolvimento da percepção de faces tem sido alvo de muitos estudos (ANASTASI; RHODES, 2005; CROOKES; MCKONE, 2009; DE HEERING; ROSSION, 2008; KUEFNER et al., 2010; PELLICANO; RHODES, 2003; PELLICANO; RHODES; PETERS, 2006; TANAKA; SENGCO, 1997; YOUNG; HELLAWELL; HAY, 1987). Bem como, há muito tempo a ideia de que o processamento facial se desenvolve na infância e o processamento facial holístico amadurece até os 10 anos, também já é bastante discutida (CARBON; GRÜTER; GRÜTER, 2013; MONDLOCH; LE GRAND; MAURER, 2002; PASCALIS et al., 2011). Para um grupo de pesquisadores, o desempenho nesse processamento de faces aumenta até mais ou menos os 15 anos e tende a diminuir a partir dos 65 anos, independentemente do gênero (CARBON; GRÜTER; GRÜTER, 2013).

Um experimento envolvendo adultos e escolares, analisou uma tarefa de faces compostas comparando o tamanho do efeito composto em escolares e adultos para estímulos de faces infantis, e obteve como resultado, que escolares de 8 a 13 anos tiveram um efeito composto maior do que as participantes adultos de 22 a 65 anos, sugerindo que as diferenças na força do processamento holístico podem estar subjacentes ao viés da própria idade na memória de reconhecimento (SUSILO et al., 2009).

Para escolares com desenvolvimento típico, de até seis anos de idade, a apresentação de uma face holística é mais eficaz no seu reconhecimento do que faces fragmentadas. Essa eficácia não está relacionada ao tipo de face (se adulta ou infantil), mas sim ao seu posicionamento. Um estudo envolvendo gêmeos idênticos, também identificou essa ineficácia no reconhecimento de faces não verticais (ROBBINS; MCKONE, 2003).

Sabe-se que o processamento holístico já é seletivo para rostos na primeira infância (CASSIA et al., 2009). Escolares menores preferem faces eretas e invertidas de maneira comparável ao processamento de estímulos visuais não-faciais, e com o aumento da idade processam melhor faces eretas holisticamente adotando um modo específico de processamento de rostos (SCHWARZER, 2000).

3.5.3 Relação entre o reconhecimento de faces e o desenvolvimento da competência leitora

A leitura tem início no sistema visual, assim como reconhecer faces. E as vias de desenvolvimento são semelhantes. A fóvea, centro da retina é rica em células fotorreceptoras, já os cones são responsáveis por reconhecer os detalhes das letras e das faces. Tais detalhes são percebidos pelo centro da retina, mas tendem a não ser bem reconhecidos nas regiões periféricas do campo visual, ou seja, a precisão é máxima no centro da retina e reduz em direção a periferia. Na leitura, é por meio do sistema visual que são extraídos os grafemas, sílabas, prefixos, sufixos e radicais das palavras (DEHAENE, 2012; SCLIAR-CABRAL, 2013).

Toda essa adaptação só foi possível graças a neuroplasticidade que é responsável por mudar por meio do crescimento e da reorganização vias que antes eram principalmente responsáveis por reconhecer faces e objetos. E a reciclagem neuronal por sua vez, recicla circuitos evolutivamente mais antigos que originalmente evoluíram para funções diferentes, porém semelhantes, como é o caso do reconhecimento de faces. Essa evolução de função, como é o caso da leitura, promove uma melhoria na habilidades de reconhecimento de faces e objetos, logo, a reciclagem neuronal não resulta em competição destrutiva (VAN PARIDON et al., 2021). Assim, a aquisição de leitura leva a mudanças positivas no processamento facial, e a competência leitora pode resultar em efeitos de especialização para palavras semelhantes ao que foi encontrado para rostos e outros objetos de especialização semelhante a um rosto (VENTURA, 2014). Aprender a ler, portanto ajusta mecanismos gerais para reconhecimento de faces e objetos, aprimorando-os (VAN PARIDON et al., 2019).

A neuroplasticidade passa por um período crítico que corresponde à suscetibilidade de alguns circuitos aos fenômenos plásticos, como o que ocorre com a aquisição inicial da linguagem, a aquisição da habilidade de cálculos, o reconhecimento formas e sons, o desenvolvimento de habilidades sociais e o controle emocional, dentre outros (SHOLL-FRANCO, 2012).

3.6 MATERIAL E MÉTODOS

3.6.1 Amostra

Foram recrutados 140 (cento e quarenta) voluntários para participarem da pesquisa (meninas: 64 com idade $6-10 \pm 8,5$ anos; e meninos: 76 com idade $6-10 \pm 8,2$ anos). E nenhum dos participantes ou responsáveis relataram qualquer tipo de complicação neurológica e/ou psiquiátrica e todos apresentaram acuidade visual normal ou corrigida para normal durante a realização dos experimentos, segundo relatos dos pais. Todos estavam matriculados no ensino fundamental em duas escolas públicas localizadas no bairro da Terra Firme, em Belém-PA. A Escola 1 é uma escola federal vinculada a uma universidade federal; já a Escola 2, é estadual e fica localizada dentro de outra universidade pública federal. Esses contextos escolares diferentes foram definidos por apresentarem propostas educacionais diferentes, enquanto a Escola 1 pautava sua proposta metodológica aliada ao contexto educacional de universidades federais, com ensino, pesquisa e extensão claramente definidos e turmas reduzidas com alunos oriundos de diferentes localidades; a Escola 2 não era norteadas por esse tripé educacional e apresentava turmas bem maiores e com alunos do entorno escolar.

Segundo dados do SAEB (2019), a Escola 1 encontra-se no nível socioeconômico IV, neste nível e neste nível os estudantes estão até meio desvio-padrão abaixo da média nacional do INSE⁴. Já a Escola 2 encontra-se no nível socioeconômico III e neste nível, os estudantes estão entre meio e um desvio-padrão abaixo da média nacional do INSE. Ademais, para alunos do 5º ano do ensino fundamental, a Escola 1 apresentou desempenho médio em leitura nível 5⁵, e a Escola 2 apresentou desempenho médio para leitura no nível 4⁶.

⁴ Indicador de Nível Socioeconômico das Escolas de Educação Básica

⁵ “Além das habilidades anteriormente citadas, os estudantes provavelmente são capazes de: Identificar assunto e opinião em reportagens e contos. Identificar assunto comum a cartas e poemas. Identificar informação explícita em letras de música e contos. Reconhecer assunto em poemas e tirinhas. Reconhecer sentido de conjunções e de locuções adverbiais em verbetes, lendas e contos. Reconhecer finalidade de reportagens e cartazes. Reconhecer relação de causa e consequência e relação entre pronome e seu referente em tirinhas, contos e reportagens. Inferir elementos da narrativa em fábulas, contos e cartas. Inferir finalidade e efeito de sentido decorrente do uso de pontuação e assunto em fábulas. Inferir informação em poemas, reportagens e cartas. Diferenciar opinião de fato em reportagens. Interpretar efeito de humor e sentido de palavra em piadas e tirinhas” (SAEB, 2019)

⁶ “Além das habilidades anteriormente citadas, os estudantes provavelmente são capazes de: Identificar informação explícita em sinopses e receitas culinárias. Identificar assunto principal e personagem em contos e letras de música. Identificar formas de representação de medida de tempo em reportagens. Identificar assuntos comuns a duas reportagens. Identificar o efeito de humor em piadas. Reconhecer sentido de expressão, elementos da narrativa e opinião em reportagens, contos e poemas. Reconhecer relação de causa e consequência e relação entre pronomes e seus referentes em fábulas, poemas, contos e tirinhas. Inferir sentido decorrente da utilização de sinais de pontuação e sentido de expressões em poemas, fábulas e contos. Inferir efeito de humor em tirinhas e histórias em quadrinhos” (SAEB, 2019).

Para as análises, os participantes foram distribuídos em dois grupos por escola – grupo escola 1 (GE1) e grupo escola 2 (GE2), subdivididos por gênero (masculino – menino – e feminino – menina) e pareados de acordo com idade (Tabela 1), pois estudos anteriores relataram diferenças entre gêneros na percepção de faces de Mooney (FOREMAN, 1991; SCHWIEDRZIK; MELLONI; SCHURGER, 2018; VERHALLEN et al., 2014). Também foi levado em consideração o nível socioeconômico (APÊNDICE A) da família no momento da inscrição no projeto, pois como relatado anteriormente, os alunos oriundos da Escola 1 vem de diversas regiões do Estado, já na Escola 2 eles são moradores do entorno da unidade.

Tabela 2 – Distribuição de participantes por instituição, gênero e média de idade

Instituição	Meninos (n)	Idade ±	Meninas (n)	Idade ±
Grupo Escola 1 (GE1)	44	6-10 ± 8,5	44	6-10 ± 8,4
Grupo Escola 2 (GE2)	32	6-10 ± 7,8	20	6-10 ± 8,7
Total	76	6-10 ± 8,2	64	6-10 ± 8,5

3.6.2 Critérios de inclusão

- Idade entre 6 e 10 anos
- Estar matriculado(a) no ensino fundamental menor (1º ao 5º ano)

3.6.3 Critérios de exclusão

- Uso regular de psicofármacos
- Diagnóstico de uma das seguintes doenças psiquiátricas: Depressão Maior, Transtorno do Humor Bipolar, Transtorno Psicótico, Transtorno de Déficit de Atenção/Hiperatividade e/ou Transtorno do Espectro Autista
- História de doenças neurológicas (por exemplo, epilepsia)
- Distúrbios sensoriais e/ou motores sérios
- Distúrbios cognitivos

3.6.4 Desenho do estudo

Trata-se de um estudo transversal, correlacional, que busca atribuir causalidade entre a aquisição da competência leitora e a habilidade de fechamento perceptual em escolares ao longo da alfabetização.

3.6.5 Estímulos e procedimentos

Os testes de “FACES de Mooney” e o de “Leitura em Voz Alta” foram apresentados em versões computadorizadas utilizando os softwares *Psychopy* versão 1.85.3 (software livre) e *Python* versão 2.7 (UFPA Speech Recorder/ Copyleft 2017), respectivamente. Os estímulos foram exibidos em um computador com tela Full HD Antirreflexo de 15,6 polegadas e resolução de 1920x1080(i7). Os áudios do teste de leitura foram gravados utilizando um microfone padrão de smartphone plugado no próprio computador (Dolby Áudio) que apresenta potência de som de 2x1.5 Watts.

Os testes foram aplicados nas escolas em salas fechadas (salas que foram designadas pelos gestores para utilização no experimento, por serem salas mais isoladas) e livres de ruído externo. As salas apresentavam iluminação adequada e temperatura controlada. Antes do início dos testes, os participantes eram posicionados sentados a 0,8 m de distância da tela. Os participantes olhavam para um ponto fixo na tela, em forma de cruz. As mãos dos participantes eram posicionadas nas teclas destinadas às respostas durante os experimentos. Os testes eram sempre precedidos de uma tela com instruções e o avaliador fornecia instruções sobre os procedimentos. Durante a realização dos testes permaneciam na sala: o participante e dois pesquisadores, sendo um avaliador e outro auxiliar.

3.6.5.1 Teste de Leitura em Voz Alta

A tarefa consistiu na apresentação de uma série de 25 (vinte e cinco) palavras previamente selecionadas (Quadro 1) para o programa e eram apresentadas em duas etapas em uma tela de computador. As palavras apresentadas eram sempre precedidas de uma tela de estímulo, em cores, para atenção ao início do teste: pare (vermelho), atenção (amarelo) e leia (verde). Na primeira etapa (após breve treinamento), 45 palavras foram apresentadas e foram

lidas pelos participantes, essas palavras foram retiradas das 25 palavras previamente selecionadas que se repetiam e mudavam de configuração, podendo ser maiúsculas e/ou minúsculas. Na segunda etapa, 25 das 45 palavras já apresentadas foram selecionadas aleatoriamente pelo programa e eram lidas pelo aplicador e repetidas pelos participantes. Todas as leituras e repetições dos participantes foram gravadas pelo programa. Os parâmetros analisados foram divididos em: *leitura e repetição*.

Quadro 1 – Lista de palavras utilizadas no Teste de Leitura em Voz Alta

Maiúsculas	Minúsculas
1. VIDA	1. vida
2. TUBO	2. tubo
3. FALE	3. fale
4. MINA	4. mina
5. JUBA	5. juba
6. PAGA	6. paga
7. CAMA	7. cama
8. GELO	8. gelo
9. REMOU	9. remou
10. CASA	10. casa
11. MORREU	11. morreu
12. GALHO	12. galho
13. MASSA	13. massa
14. AQUI	14. aqui
15. PASTO	15. pasto
16. CARTA	16. carta
17. CINTO	17. cinto
18. TEMPO	18. tempo
19. LAVAM	19. lavam
20. ANÃO	20. anão
21. PRATO	21. prato
22. CLARO	22. claro
23. PEDAÇO	23. pedaço
24. MÁGICO	24. mágico
25. DOMINÓ	25. dominó

O comando inicial para a tarefa era: *você vai ver na tela uma palavra. Assim que ela aparecer, leia em voz alta para eu ouvir. Quando terminar de ler, tecele na setinha para baixo. Podemos começar?*

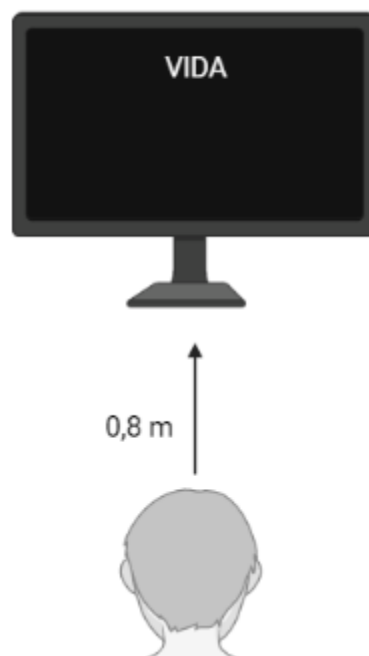
Para a análise das respostas no teste levou-se em consideração as variações sociolinguísticas dos sujeitos e foi classificado de acordo com o atual Indicador de Alfabetismo Funcional ou Escala Inaf (“Instituto Paulo Montenegro - INAF”, 2015) (Quadro 2):

Quadro 2 – Classificação dos níveis da Escala Inaf para o indicativo leitura de acordo com a quantidade de acertos.

Categoria	Acertos (%)	Níveis	Indicativo leitura
Analfabetos Funcionais	0 a 10%	<i>Analfabeto</i>	Não consegue realizar tarefas simples envolvendo leitura de palavras.
	11 a 30%	<i>Rudimentar</i>	Capacidade de localizar uma informação em textos curtos e familiares.
Funcionalmente Alfabetizados	31 a 50%	<i>Elementar</i>	Leem e compreendem textos de média extensão e localizam informações mesmo com a necessidade de fazer inferências.
	51 a 80%	<i>Intermediário</i>	Localizam informações em diversos tipos de textos, interpretam e elaboram sínteses de textos diversos, porém apresentam dificuldade de se posicionar e/ou opinar sobre o texto lido.
	81 a 100%	<i>Proficiente</i>	As habilidades de leitura e escrita não impõe restrições, pois são capazes de compreender e interpretar textos sem qualquer dificuldade.

Fonte: Adaptado de (“Instituto Paulo Montenegro - INAF”, 2015; REIS; DUARTE, 2017; TODOS PELA EDUCAÇÃO, 2019, 2019)

Figura 9 – Configuração Experimental para o Teste de Leitura em Voz Alta

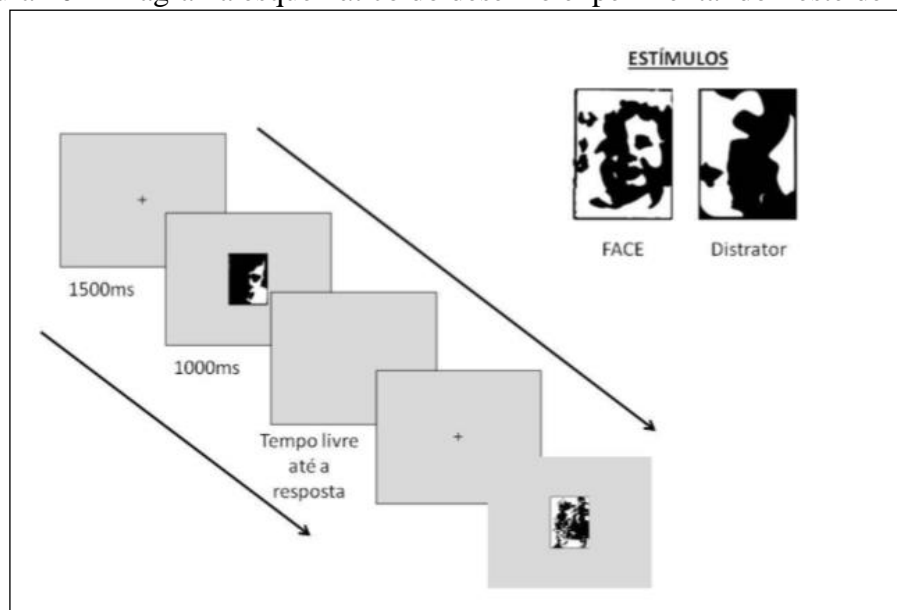


3.6.5.2 Teste de Faces de Mooney (FM)

Uma versão similar a original do “*Mooney Face Test*” foi aplicada ao GE1 (ambos os subgrupos). A tarefa consistiu na visualização das 40 (quarenta) imagens em preto e branco, com dimensões de 9x12cm, centralizadas em uma tela de computador com fundo cinza. Caso o participante reconhecesse uma face, ele pressionava a tecla “S”, e caso não reconhecesse, o participante pressionava a tecla “N”. O escore foi calculado a partir do número de acertos.

Uma outra versão do “*Mooney Face Test*” foi aplicada ao GE2 (ambos os subgrupos). Essa nova versão contém 80 (oitenta) imagens com duas tonalidades (preto e branco). Desse total, 40 (quarenta) faces foram dispostas na posição canônica e 40 (quarenta) imagens continham objetos inanimados ou animais com as mesmas características em termos de quantidade de informação e foram chamadas de distratores. Tais estímulos foram apresentados aleatoriamente em uma tela de computador com fundo cinza e as imagens, centralizadas, apresentavam as mesmas dimensões da versão original (9x12cm). Os participantes responderam se reconheciam ou não uma face a cada estímulo apresentado pressionando as teclas “S” para sim e “N” para não. O escore foi calculado a partir do número de acertos em cada condição. Os parâmetros analisados foram divididos em: *canônicos* e *distratores*.

Figura 10 – Diagrama esquemático do desenho experimental do Teste de Faces



Fonte: (MATOS, 2017)

É importante salientar que a aplicação dos testes de Mooney (original e atualizado), ocorreram em momentos distintos, com o intuito de gerar informações para produção e análise dos dados por meio da comparação com a literatura.

3.6.6 Análise estatística

Após a construção de um Banco de Dados com os resultados dos testes feitos nas duas escolas, foi possível realizar a estatística descritiva das variáveis. Utilizou-se o teste Qui-quadrado (χ^2), com intervalo de confiança de 95%, para avaliar a relação das variáveis socioeconômicas. Para igualdade de variâncias foi utilizado o teste de Levene. Para a análise de normalidade foi utilizado o teste de Kolmogorov-Smirnov e em alguns casos o de Shapiro-Wilk. Quando constatada a normalidade utilizou-se para as análises o teste T independente, a ANOVA de uma via ou ainda a ANOVA de duas vias, todos com pós-hoc de Sidak; quando constatada a não normalidade dos dados, utilizou-se o teste de Mann-Whitney ou o teste de Kruskal-wallis. Para a análise de correlação foi realizado a de Spearman. O nível de significância estatística adotado foi o de $p < 0,05$. O software utilizado para as análises estatísticas foi o IBM® SPSS® Statistics 20 (gratuito para teste).

3.6.7 Aspectos éticos

O estudo foi conduzido de acordo com os princípios éticos tratados na Resolução 466/2012 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2012) e foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Estadual de Maringá por meio do parecer nº 2.926.922 (APÊNDICE B). Após explicação da natureza e possíveis consequências do estudo, foi assegurado a todos os participantes e representantes legais o direito de interromper sua participação, caso assim desejassem; logo em seguida o consentimento informado por escrito foi obtido por meio das assinaturas dos representantes legais dos participantes (APÊNDICE C).

3.7 RESULTADOS

3.7.1 Características socioeconômicas dos participantes

Os resultados mostram que o gênero dos participantes das duas escolas (n=140) estão distribuídos de forma homogênea entre grupos na escola 1 (meninos n=44; e meninas n=44) e heterogênea na escola 2 (meninos n=32; e meninas n=20). A tabela 2 detalha as características socioeconômicas dos participantes das duas escolas. A análise mostrou diferença estatística entre as variáveis média salarial, grau de instrução, tipo de transporte e itens de conforto. Entre as demais variáveis não houve diferença estatística.

Em relação à média salarial, 10 (7.14%) ganhavam até 1 salário-mínimo, 105 (75.00%) ganhavam de 1 a 3 salários-mínimos e 25 (17.86%) ganhavam acima de 3 salários-mínimos ($\chi^2 = 12.35$, $df = 2$, $p = 0.0021$). Na variável Grau de instrução do responsável familiar, para o grupo total, 3 (2.14%) eram analfabetos, 16 (11.43%) tinham o Ensino Fundamental Incompleto, 20 (14.29%) tinham o Ensino Fundamental Completo, 9 (6.43%) o Ensino Médio Incompleto, 73 (52.14%) o Ensino Médio Completo, 4 (2.86%) possuíam o Ensino Superior Incompleto e 15 (10.71%) possuíam o Ensino Superior Completo ($\chi^2 = 21.72$, $df = 6$, $p = 0.0014$). Em relação ao tipo de transporte que a família possuía, 22 (15.71%) disseram ter carro, 10 (7.14%) afirmaram ter moto, 9 (6.43%) tinham carro e moto e 99 (70.71%) não tinham nem carro e nem moto ($\chi^2 = 10.10$, $df = 3$, $p = 0.0117$). Por fim, na variável itens de conforto, 104 (74.29%) tinham máquina de lavar, havia banheiro na residência de todos os sujeito 140 (100.00%), tinha DVD na residência de 59 (42.14%) dos sujeitos, geladeira 137 (97.86%), freezer 25 (17.86%), computador 57 (40.71%), lava-louças 2 (1.43%), micro-ondas 31 (22.14%), secadora de roupas 6 (4.29%) e havia empregada doméstica em 17 (12.14%) das residências ($\chi^2 = 22.50$, $df = 9$, $p = 0.0074$).

Tabela 3 – Características socioeconômicas dos participantes do GE1 e GE2

Características socioeconômicas	Amostra total N=140	GE1 N=88	GE2 N=52	<i>p</i> valor ⁽¹⁾
	N (%)			
Gênero				
<i>Masculino</i>	76 (54.29)	44 (50.00)	32 (61.54)	0.2205
<i>Feminino</i>	64 (45.71)	44 (50.00)	20 (38.46)	

Idade				
<i>6 anos</i>	12 (8.57)	5 (5.68)	7 (13.46)	
<i>7 anos</i>	34 (24.29)	21 (23.86)	13 (25.00)	
<i>8 anos</i>	30 (21.43)	19 (21.59)	11 (21.15)	0.5543
<i>9 anos</i>	26 (18.57)	16 (18.18)	9 (17.31)	
<i>10 anos</i>	38 (27.14)	27 (30.68)	12 (23.08)	
Média salarial				
<i>Até 1 salário-mínimo</i>	10 (7.14)	4 (4.55)	6 (11.54)	
<i>De 1 a 3 salários-mínimos</i>	105 (75.00)	61 (96.32)	44 (84.62)	0.0021**
<i>Acima de 3 salários-mínimos</i>	25 (17.86)	23 (26.14)	2 (3.85)	
Grau de Instrução (resp. familiar)				
<i>Analfabeto</i>	3 (2.14)	2 (2.27)	1 (1.92)	
<i>Ensino Fund. Incompleto</i>	16 (11.43)	6 (6.82)	10 (19.23)	
<i>Ensino Fund. Completo</i>	20 (14.29)	14 (15.91)	6 (11.54)	
<i>Ensino Médio Incompleto</i>	9 (6.43)	1 (1.14)	8 (15.38)	0.0014**
<i>Ensino Médio Completo</i>	73 (52.14)	52 (59.00)	21 (40.38)	
<i>Ensino Superior Incompleto</i>	4 (2.86)	1 (1.14)	3 (5.77)	
<i>Ensino Superior Completo</i>	15 (10.71)	12 (13.64)	3 (5.77)	
Tipo de transporte				
<i>Carro</i>	22 (15.71)	19 (21.59)	3 (5.77)	
<i>Moto</i>	10 (7.14)	3 (3.41)	7 (13.46)	0.0177*
<i>Nenhum</i>	99 (70.71)	61 (69.32)	38 (73.08)	
<i>Ambos</i>	9 (6.43)	5 (5.68)	4 (7.69)	
Itens de conforto				
<i>Máquina de lavar</i>	104 (74.29)	68 (77.27)	36 (69.23)	
<i>Banheiro</i>	140 (100.00)	88 (100.00)	52 (100.00)	
<i>DVD</i>	59 (42.14)	33 (37.50)	26 (50.00)	
<i>Geladeira</i>	137 (97.86)	88 (100.00)	47 (90.38)	
<i>Freezer</i>	25 (17.86)	17 (19.32)	8 (15.38)	0.0074**
<i>Computador</i>	57 (40.71)	48 (54.55)	9 (17.31)	
<i>Lava louças</i>	2 (1.43)	1 (1.14)	1 (1.92)	
<i>Micro-ondas</i>	31 (22.14)	23 (26.14)	8 (15.38)	
<i>Secadora de roupas</i>	6 (4.29)	5 (5.68)	1 (1.92)	

<i>Empregada doméstica</i>	17 (12.14)	17 (19.32)	0 (0.00)	
Água				
<i>Rede de distribuição</i>	129 (92.14)	83 (94.32)	46 (88.46)	0.3292
<i>Poço/nascente</i>	11 (7.86)	5 (5.68)	6 (11.54)	
Domicílio				
<i>Asfalto</i>	102 (72.86)	68 (77.27)	34 (65.38)	0.1683
<i>Terra</i>	38 (27.14)	20 (22.73)	18 (34.62)	

⁽¹⁾ Teste Qui-quadrado para tendência (p valor <0.05)

** Valores muito significativos; *Valores Significativos

3.7.2 Escola 1

3.7.2.1 Análise de acertos em ambos os testes quanto ao gênero dos participantes

Os resultados descritivos para a Escola 1 na tabela 4, independentemente do ano escolar em que a criança se encontra, para um n total de 88 alunos em uma amostra homogênea para o número amostral ($n=44$ em ambos os casos), evidencia a média de acertos para cada teste, subdividido em grupos por gênero, além do desvio e erro padrão de cada grupo e subgrupo.

Tabela 4 – Estatística descritiva dos resultados para a Escola 1

	Gênero	N	Média de acertos	Desvio Padrão	Erro Padrão
Acertos para o Teste de Mooney	<i>Masculino</i>	44	27.89	7.555	1.139
	<i>Feminino</i>	44	25.68	6.038	0.910
Acertos para o Teste de Leitura	<i>Masculino</i>	44	22.23	2.658	0.401
	<i>Feminino</i>	44	22.82	2.705	0.408

O Teste de Levene para igualdade de variâncias demonstrou que as variâncias dos acertos para o Teste de Mooney ($p=0.258$) e acertos para o Teste de Leitura ($p=0.667$) são homogêneas. Para análise de normalidade foi utilizado o Kolmogorov-Smirnov, que atestou normalidade para os acertos de Mooney ($p=0.070$) e identificou uma amostra não normal para o número de acertos no teste de leitura ($p=0.000$).

Desta forma, o teste T independente demonstrou que os grupos analisados (meninos *versus* meninas) não apresentam diferença estatística entre as médias para o número de acertos do Teste de Mooney (imagens canônicas) ($t(86) = 1.512$; $p=0.134$), assim como um teste de

Mann-Whitney mostrou que o sexo não tem efeito sobre o número de acertos para o Teste de Leitura ($U=802.500$; $p=0.160$).

3.7.2.2 A influência do gênero e do ano escolar nas respostas dos testes

3.7.2.2.1 Teste de Mooney

Os resultados descritivos para o Teste de Mooney da Escola 1 na tabela 5, mostram os acertos no teste, para imagens canônicas, levando-se em consideração o ano escolar e o gênero do participante. Para o total de alunos participantes da pesquisa há um total médio de acertos de 27.89 para meninos e 25.68 para meninas.

Tabela 5 – Acertos de Mooney quanto ao ano escolar e gênero

Ano escolar	Gênero	Média de acertos	Desvio padrão	N
1º ano	Masculino	28.67	6.557	9
	Feminino	23.11	5.278	9
	Total	25.89	6.443	18
2º ano	Masculino	27.23	6.353	13
	Feminino	23.25	6.017	12
	Total	25.32	6.395	25
3º ano	Masculino	26.00	9.147	7
	Feminino	26.14	5.699	7
	Total	26.07	7.322	14
4º ano	Masculino	28.08	9.106	13
	Feminino	29.00	5.695	15
	Total	28.57	7.341	28
5º ano	Masculino	34.00	4.243	2
	Feminino	25.00	.	1
	Total	31.00	6.000	3
Total	Masculino	27.89	7.555	44
	Feminino	25.68	6.038	44
	Total	26.78	6.889	88

O Teste de Levene demonstrou a homogeneidade de variâncias, considerando a amostra homogêneas, com $p > 0.05$ ($p=0.699$), considerando que a variância do erro da variável dependente (acertos no Teste de Mooney) é igual entre os grupos.

Tabela 6 – Teste de Igualdade de Variâncias de Erro (Teste de Levene^a)

F	df1	df2	p valor ⁽¹⁾
0.709	9	78	0.699

a. Design: Intercept + Ano/série + Sexo + Ano/série * Sexo

⁽¹⁾ p valor <0.05

A ANOVA de duas vias mostrou que não há efeito do gênero sobre os acertos no Teste de Mooney [$F(1,78) = 2.850$; $p=0.095$]; bem como, não há efeito do ano escolar sobre os acertos no mesmo teste [$F(4,78) = 1.002$; $p=0.412$]. O Post-hoc de Sidak confirmou que o número de acertos no Teste de Mooney não é alterado para as análises de gênero e ano escolar em uma média homogênea para grupos em subconjuntos também homogêneos ($p=0.447$). Termo quadrado médio é de (erro) = 46.323. Embora não haja efeito estatístico nas variáveis independentes (ano escolar e gênero) para o número de acertos no teste de Mooney, meninas e meninos apresentam relação positiva quando estão no 3º e 4º anos do ensino fundamental. As meninas apresentam média de acertos estável nos 1º e 2º anos com aumento significativo de acertos no 3º ano, com notável decréscimo na média de acertos quando elas chegam ao 5º ano. Já para os meninos, essa média de acertos é muito mais significativa nos dois primeiros anos do ensino fundamental, quando comparado as meninas, e maior ainda quando os meninos chegam ao 5º.

Para o tempo de resposta (meninos *versus* meninas), o teste T independente demonstrou que os grupos analisados não apresentam diferença estatística entre as médias para o número de acertos do Teste de Mooney (imagens canônicas) ($t(86) = 1.314$; $p=0.192$), com meninos (tempo=60.0234) apresentando média no tempo de resposta maior do que a das meninas (tempo=59.9573), com diferença positiva entre médias (0.06601).

3.8.2.2.2 Teste de Leitura

O Teste de Kruskal-wallis mostrou que não há efeito do grupo sobre a leitura [$X^2(1) = 1.971$; $p=0.160$]. Assim como, para o ano escolar em que os participantes estão matriculados, o Teste de Kruskal-wallis mostrou que não há efeito do grupo sobre a leitura [$X^2(4) = 7.528$; $p=0.111$].

3.7.2.3 Correlação entre fatores

A correlação de Spearman mostrou que não há efeito de correlação entre o número de acertos de Mooney e leitura ($\rho = -0.007$); $p = 0.952$) independente do gênero e do ano escolar em que o participante se encontra.

3.7.3 Escola 2

3.7.3.1 A influência do gênero e do ano escolar nas respostas dos testes

Os resultados descritivos para a Escola 1 na tabela 7, independentemente do ano escolar em que a criança se encontra, para um n total de 52 alunos em uma amostra heterogênea para o número amostral (n=32 (meninos) e n=20 (meninas)), evidencia a média de acertos para cada teste, subdividido em grupos por gênero, além do desvio e erro padrão de cada grupo e subgrupo.

Tabela 7 – Estatística descritiva dos resultados para a Escola 2

	Gênero	N	Média de acertos	Desvio Padrão	Erro Padrão
Acertos para o Teste de Mooney	<i>Masculino</i>	32	20.91	8.376	1.481
	<i>Feminino</i>	20	19.05	5.772	1.291
Acertos para o Teste de Leitura	<i>Masculino</i>	32	12.75	9.955	1.760
	<i>Feminino</i>	20	15.50	8.678	1.941

3.7.3.1.1 Teste de Mooney

Para análise de normalidade foi utilizado o Kolmogorov-Smirnov, que atestou normalidade para os acertos de Mooney/canônicos (p=0.200) e acertos de Mooney/distratores (p=0.200), bem como identificou uma amostra não normal para o número de acertos no teste de leitura (p=0.000). O Teste de Levene demonstrou a homogeneidade de variâncias, considerando as amostras homogêneas (p=0.890). A ANOVA de duas vias mostrou que não há efeito do gênero efeito sobre as respostas do Teste de Mooney, tanto para modelos canônicos (p=0.542) quanto para distratores (p=0.472), bem como não há interação entre o número de acertos para modelos canônicos e distratores (p=0.451).

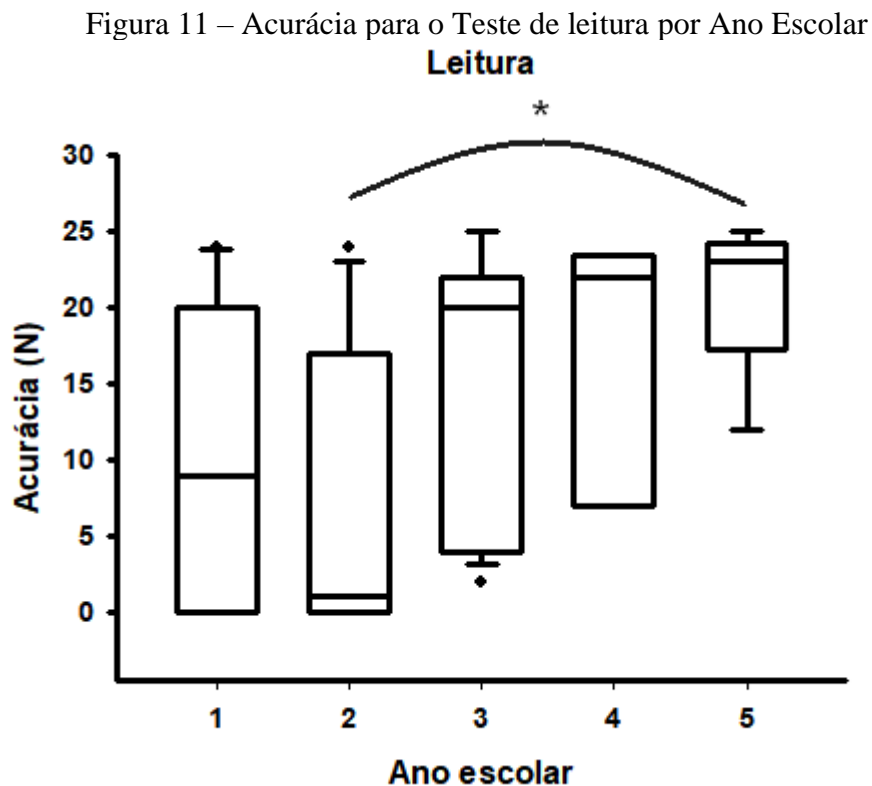
O Teste de Levene demonstrou a homogeneidade de variâncias, considerando as amostras homogêneas tanto para modelos canônicos (p=0.155) quanto para distratores (p=0.461). A ANOVA de uma via mostrou que não existe efeito do grupo sobre as respostas dos acertos do Teste de Mooney tanto para canônicos [F (4,47) = 2.034; p=0.105] quanto para distratores [F (4,47) = 0.648; p=0.631].

O Teste de Levene para igualdade de variâncias demonstrou que as variâncias dos tempos de resposta no Teste de Mooney (p=0.630) são homogêneas. Para análise de

normalidade foi utilizado o Kolmogorov-Smirnov, que atestou normalidade dos resultados ($p=0.200$). Para a ANOVA de uma via, não existe efeito do tempo de resposta gêneros [$F(4,47) = 2.034$; $p=0.105$] quanto para distratores [$F(1,50) = 1.948$; $p=0.169$], embora meninas apresentem maior agilidade (mean=59,9521255) quando comparadas aos meninos (mean=60,0491213).

3.7.3.1.2 Teste de Leitura

Para análise de normalidade foi utilizado o Kolmogorov-Smirnov, que atestou não normalidade dos resultados ($p=0.000$). Para o gênero o Teste de Kruskal-wallis mostrou que não há efeito do grupo sobre a leitura [$X^2(1) = 2.606$; $p=0.106$]. Para o ano escolar em que o participante está matriculado o Teste de Kruskal-wallis mostrou que há efeito do grupo sobre a leitura [$X^2(4) = 13.571$; $p=0.009$] (figura 12).



3.7.3.2 Correlação entre fatores

A correlação de Spearman mostrou que não há efeito de correlação entre o número de acertos de Mooney e leitura ($\rho = -0.113$); $p = 0.424$) independente do gênero e do ano escolar em que o participante se encontra.

3.7.4 Teste de leitura por gênero, ano escolar e escala INAF para todos os sujeitos analisados

As tabelas 8 e 9 mostram a média, desvio padrão e o n dos 140 participantes da pesquisa classificados dentro das categorias da Escala Inaf (Analfabeto, rudimentar, elementar, intermediário e proficiente). De acordo com os resultados apresentados é possível estabelecer que um total de 12.86% dos participantes da pesquisa foram considerados Analfabetos Funcionais, enquanto 87.14% foram considerados Funcionalmente Alfabetizados. Analisando isoladamente os gêneros, 15.79% dos meninos foram considerados Analfabetos Funcionais e 84.21% Funcionalmente Alfabetizados; enquanto para as meninas 9.38% eram Analfabetas Funcionais e 90.63% Funcionalmente Alfabetizadas.

Tabela 8 – Análise geral das variáveis

	Grupo	N
Categoria/Nível Escala INAF	<i>Analfabeto</i>	11
	<i>Rudimentar</i>	7
	<i>Elementar</i>	7
	<i>Intermediário</i>	21
	<i>Proficiente</i>	94
	Total	140
Sexo	<i>Masculino</i>	76
	<i>Feminino</i>	64
	Total	140
Ano	<i>1º ano</i>	28
	<i>2º ano</i>	37
	<i>3º ano</i>	29
	<i>4º ano</i>	33
	<i>5º ano</i>	13
	Total	140

Tabela 9 – Estatística descritivas para as escalas de Inaf, sexo e ano escolar

Categoria	Nível Escala INAF	Sexo	Ano	Média	Desvio Padrão	N
	Analfabeto	Masculino	1º ano	0.00	0.000	3

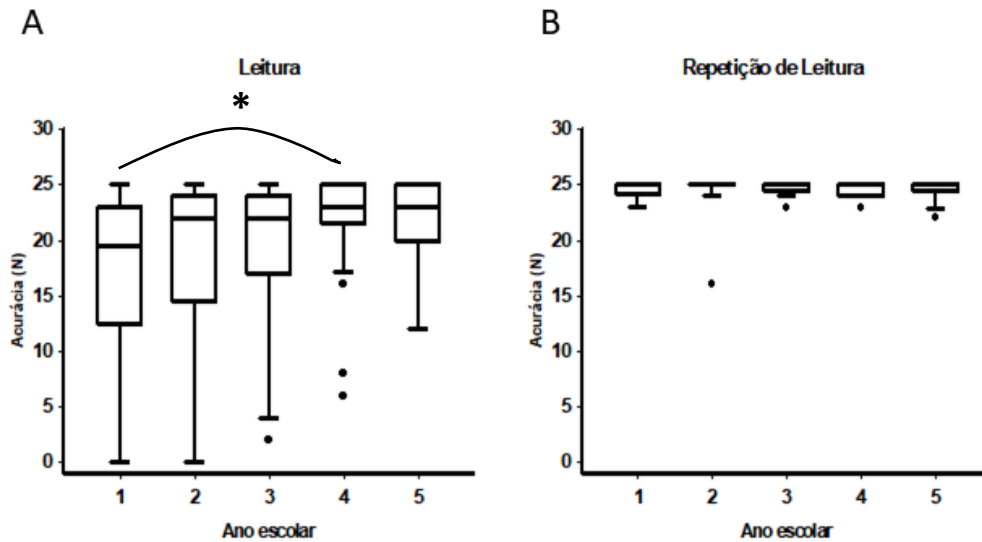
		2º ano	0.29	0.488	7		
		3º ano	2.00	.	1		
		Total	0.36	0.674	11		
		1º ano	0.00	0.000	3		
	Total	2º ano	0.29	0.488	7		
		3º ano	2.00	.	1		
		Total	0.36	0.674	11		
Analfabetos Funcionais	Rudimentar	Masculino	3º ano	5.00	.	1	
			Total	5.00	.	1	
		Feminino	1º ano	6.00	0.000	2	
			3º ano	4.00	0.000	3	
			4º ano	6.00	.	1	
			Total	5.00	1.095	6	
	Total	1º ano	6.00	0.000	2		
		3º ano	4.25	0.500	4		
		4º ano	6.00	.	1		
			Total	5.00	1.000	7	
	Funcionalmente Alfabetizados	Elementar	Masculino	1º ano	12.00	.	1
				2º ano	12.00	.	1
				Total	12.00	0.000	2
Feminino			1º ano	12.00	.	1	
			3º ano	12.00	.	1	
			4º ano	8.00	.	1	
		5º ano	12.00	0.000	2		
Total		11.20	1.789	5			
Total		1º ano	12.00	0.000	2		
		2º ano	12.00	.	1		
		3º ano	12.00	.	1		
		4º ano	8.00	.	1		
		5º ano	12.00	0.000	2		
			Total	11.43	1.512	7	
Funcionalmente Alfabetizados		Intermediário	Masculino	1º ano	18.00	2.000	6
	2º ano			16.80	2.387	5	
	3º ano			19.00	1.732	3	
	4º ano			19.50	0.707	2	
	5º ano			19.00	.	1	
	Total		18.06	2.015	17		
	Feminino		1º ano	19.50	0.707	2	
			3º ano	17.00	.	1	
			4º ano	16.00	.	1	
			Total	18.00	1.826	4	
		1º ano	18.38	1.847	8		
	Total	2º ano	16.80	2.387	5		
		3º ano	18.50	1.732	4		
		4º ano	18.33	2.082	3		
		5º ano	19.00	.	1		
Total		18.05	1.936	21			
Proficiente	Masculino	1º ano	23.00	1.581	5		
		2º ano	23.17	1.403	12		
		3º ano	22.90	1.370	10		

		4º ano	23.69	1.032	13
		5º ano	23.20	1.483	5
		Total	23.24	1.300	45
	Feminino	1º ano	23.50	1.069	8
		2º ano	23.67	1.435	12
		3º ano	23.44	1.130	9
		4º ano	23.40	1.639	15
		5º ano	24.40	0.894	5
		Total	23.59	1.337	49
	Total	1º ano	23.31	1.251	13
		2º ano	23.42	1.412	24
		3º ano	23.16	1.259	19
		4º ano	23.54	1.374	28
		5º ano	23.80	1.317	10
		Total	23.43	1.324	94
		1º ano	15.67	8.789	15
		2º ano	15.04	9.973	25
	Masculino	3º ano	19.53	6.844	15
		4º ano	23.13	1.767	15
		5º ano	22.50	2.168	6
		Total	18.24	8.197	76
		1º ano	19.31	6.812	13
	Total	2º ano	23.67	1.435	12
		3º ano	18.00	8.330	14
		4º ano	21.17	5.649	18
		5º ano	20.86	6.094	7
		Total	20.53	6.277	64
	Feminino	1º ano	17.36	8.006	28
		2º ano	17.84	9.149	37
		3º ano	18.79	7.499	29
		4º ano	22.06	4.394	33
		5º ano	21.62	4.610	13
		Total	19.29	7.445	140

Para os acertos no Teste de Leitura foram realizados um teste de igualdade de variâncias (Levene) que as variâncias dos acertos para o Teste de Leitura ($p=0.001$) são nulas e um teste de normalidade (Shapiro-Wilk) que atestou não normalidade para os casos analisados ($p=0.000$). Um Teste de Kruskal-wallis mostrou que há efeito do grupo sobre a leitura [$X^2(1) = 6.075$; $p=0.014$] (com efeito positivo para os meninos), porém não há efeito do grupo sobre a repetição [$X^2(1) = 1.050$; $p=0.305$].

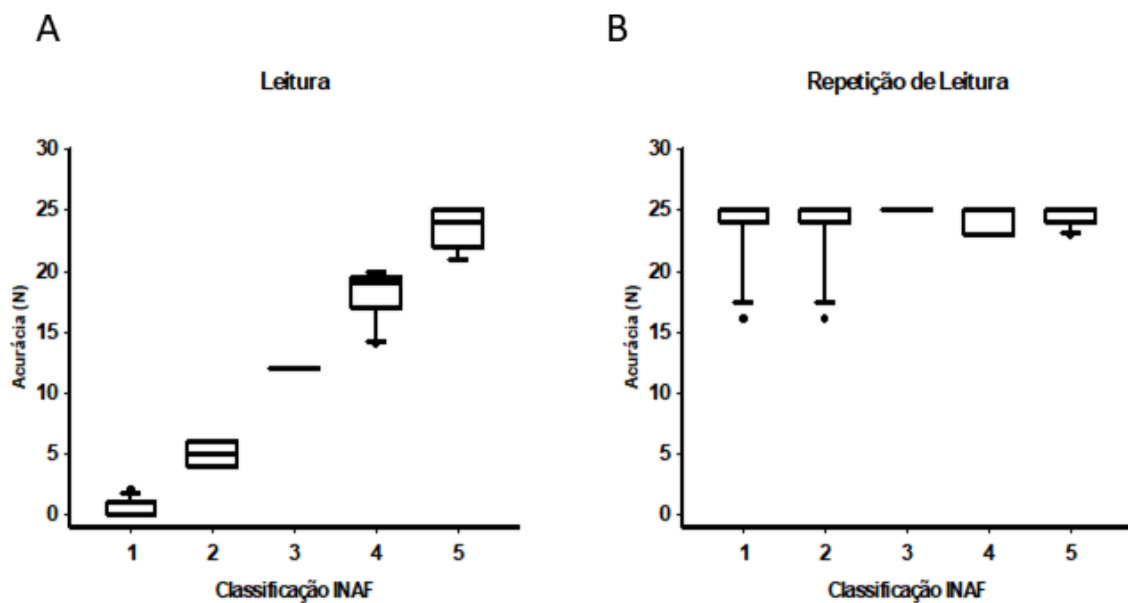
Para o ano escolar, frequentados pelos 140 participante da pesquisa, o Teste de Kruskal-wallis mostrou que há efeito do grupo sobre a leitura [$X^2(4) = 10.847$; $p=0.028$], as comparações em pares mostraram que, o efeito de relação positiva ocorre especialmente entre 1º e 4º anos ($p=0.036$). Para a repetição, porém, não há efeito do grupo [$X^2(4) = 1.572$; $p=0.814$] (figura 12).

Figura 12 – Acurácia para o Teste de leitura por Ano Escolar (total de sujeitos)



Para as categorias da Escala Inaf dos 140 participante da pesquisa, o Teste de Kruskal-wallis mostrou que há efeito do grupo sobre a leitura [$X^2(4) = 97.922$; $p=0.000$], as comparações em pares mostraram que, o efeito de relação positiva ocorre especialmente entre Analfabeto-Proficiente ($p=0.000$), Rudimentar-Proficiente ($p=0.000$), Elementar-Proficiente ($p=0.000$) e Intermediário-Proficiente ($p=0.000$). Para a repetição, porém, não há efeito do grupo [$X^2(4) = 4.139$; $p=0.388$] (figura 13).

Figura 13 – Acurácia para o Teste de leitura de acordo com a escala INAF (total de sujeitos)



3.8 DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi o de investigar as possíveis associações entre a aquisição de competência leitora e as estratégias de organização perceptual da cena visual em escolares do primeiro ao quinto ano do ensino fundamental. Para isso, foi avaliada, neste público, a competência leitora, a habilidade de fechamento perceptual visual, as diferenças de gênero na competência leitora e na habilidade de fechamento perceptual visual, as diferenças entre os anos escolares nas habilidades de fechamento perceptual e competência leitora e as possíveis interações entre a competência leitora e a habilidade de fechamento perceptual visual.

Nossos resultados mostram que o gênero dos participantes das duas escolas está distribuído de forma homogênea entre grupos na escola 1 e heterogênea na escola 2. Já os resultados das características socioeconômicas dos participantes das duas escolas apontaram efeito de relação positiva entre as variáveis média salarial, grau de instrução, tipo de transporte e itens de conforto. Tais resultados são importantes para o nivelamento do perfil dos sujeitos analisados, pois itens como média salarial e grau de instrução dos responsáveis, são indicativos para análise do desempenho educacional no mundo todo (UNESCO, 2005).

De acordo com dados do Anuário Brasileiro da Educação Básica com dados de 2019, em média apenas 14.1% das escolares com nível socioeconômico muito baixo possuem alfabetização em leitura contra 83.5% com status socioeconômico muito alto (TODOS PELA EDUCAÇÃO, 2019).

Para compreender a influência do status socioeconômico no desempenho educacional de escolares em idade de alfabetização, um estudo com 1.610 participantes analisou o efeito da raça e do status socioeconômico na influência relativa da educação e da alfabetização no funcionamento cognitivo, como resultado mostrou que o status socioeconômico afeta diretamente a capacidade de leitura e educação para desempenho cognitivo (DOTSON et al., 2009).

Outro ponto importante a se considerar é que o nível socioeconômico mais baixo, e o das escolas aqui apresentadas estavam no nível socioeconômico III e IV, podem influenciar também nas funções executivas, o nível socioeconômico como um fator de influência no funcionamento executivo, contribui para o declínio de funções essenciais para o desenvolvimento da leitura e escrita, como é o caso do desenvolvimento neuropsicológico. E ainda, níveis socioeconômicos mais baixos interferem no desenvolvimento das habilidades executivas de controle inibitório e memória de trabalho (executivo central), no entanto, outros estudos mais robustos são necessários para sua comprovação. De modo geral, é preciso olhar

além dos testes de desempenho de leitura e/ou reconhecimento de faces, é necessário olhar para os escolares observando também o contexto em que eles estão inseridos (SILVA; SILVA, 2018).

Com relação a análise de acertos para o teste de Mooney quanto ao gênero dos participantes, demonstrou que tanto para a escola 1 quanto para a escola 2, não foi possível perceber diferença estatística entre as médias para o número de acertos do Teste de Mooney. Isso significa dizer que os resultados de fechamento perceptual, de outros estudos encontrados na literatura, que meninos apresentam desempenho superior ao das meninas (CARBON; GRÜTER; GRÜTER, 2013; MOONEY, 1957; SCHWIEDRZIK; MELLONI; SCHURGER, 2018; TOWLER et al., 2016; VERHALLEN et al., 2014, 2017; VERHALLEN; MOLLON, 2016) não se aplicam para a amostra analisada.

Para o ano escolar em que a criança estava matriculada também não foi possível estabelecer relação positiva para o número de acertos no Teste de Mooney, tanto para a escola 1 quanto para a escola 2. Esses resultados indicam, que o aumento da idade em crianças não afeta diretamente a capacidade de reconhecer rostos, como visto em outra pesquisa (ANDRADE; FRANÇA, 2020).

Quando analisadas separadamente, a escola 1 e a escola 2 não apresentaram diferença estatística para o número de acertos nas respostas do teste de leitura, diferentemente quando se analisou em sua totalidade, em que foi possível perceber que a correlação entre todos os participantes de todas as escolas para a análise do teste de leitura mostrou que o desempenho de meninos na faixa de 6-10 anos de idade é diferente ao das meninas na mesma faixa etária, com meninos apresentando desempenho superior. Em geral, na literatura é encontrado um desempenho em leitura mais eficiência em meninas do que em meninos, como é o caso dos dados do Programme for International Student Assessment (OECD, 2018).

No entanto, outros estudos já demonstram que não há diferença entre gêneros para o desempenho leitor, como em um estudo envolvendo o hábito de leitura e a influência nos erros ortográficos entre meninos e meninas mostra uma diferença não significativa entre meninos e meninas, tanto na ocorrência de erros ortográficos quanto no hábito da leitura (VIEIRA, 2006).

Sabe-se, portanto, que meninos e meninas, apresentam as mesmas vias biológicas para desenvolvimento de leitura, ou seja, não deveria haver diferenças tão significativas em resultados dessa natureza, porém, há um contexto social, de proporções mundiais, que dita regras das quais meninas aparentemente deveriam ser mais competentes em leitura e meninos em matemática, e como vimos, fatores externos também contribuem significativamente para o desempenho leitor.

Esse desempenho leitor também não sofreu variação significativa em nossos resultados quando analisados o ano escolar em que a criança estava matriculada, tanto na escola 1 [quanto na escola 2. Em contrapartida, dados do Relatório Brasil no Pisa 2018 apontam que é possível determinar diferenças significativas entre o ano escolar em que a criança está matriculada. Nossos resultados divergentes neste quesito podem ter sido fruto de um número amostral pequeno quando analisadas as escolas separadamente (BRASIL, 2018).

No que diz respeito ao tempo médio de respostas, e embora meninas sejam mais ágeis em suas respostas do que meninos, essa agilidade não foi suficiente para haver efeito de relação significativa. A literatura aponta, em uma versão online do teste de Mooney com 500 faces, um tempo médio de respostas de *81.5ms*, independente do gênero (SCHWIEDRZIK; MELLONI; SCHURGER, 2018). Já em outra versão online chamada de Mooney-Verhallen, 144 faces foram apresentadas aos 374 participantes, esses realizaram o teste em *~59.1ms* (VERHALLEN; MOLLON, 2016). Em versões originais do *Face Mooney Test* há uma média de tempo de *~100ms* (SCHWIEDRZIK; MELLONI; SCHURGER, 2018). Segundo Andrade e França (2020), há uma relação entre o tempo de resposta não apenas para o gênero, mas também para a série, sugerindo que quanto maior for o tempo, menor a série do participante, isso ocorre devido à forte dominância do hemisfério direito para faces em sujeitos alfabetizados, cujo processamento é mais analítico e flexível e, conseqüentemente, menos confiável do que o hemisfério esquerdo em indivíduos não alfabetizados, cuja codificação é mais holística e rigorosa e, porém, mais segura.

A correlação entre os fatores para leitura e reconhecimento de faces, não foi suficiente para efeito estatístico, independentemente do gênero e do ano escolar em que a criança se encontra. Na literatura, recentemente um estudo se dedicou a compreender melhor os efeitos do desenvolvimento da leitura sob as cognições de processamento de faces em 30 crianças com idades média entre 4.75 a 8 anos, e obteve como resultado a perda de acuidade provisória no reconhecimento de faces dos participantes recém-alfabetizados, diferentemente dos nossos resultados. Este mesmo estudo, apresentou como hipótese, que o desenvolvimento da alfabetização afetaria a percepção mais holística das faces, o que foi validado pelos resultados apresentados por este grupo, ou seja, a leitura parece atrapalhar, provisoriamente, a cognição de reconhecimento de faces, especialmente nos casos em que há demanda de mecanismos holísticos (ANDRADE; FRANÇA, 2020).

Outro ponto analisado foi para os resultados da Escala Inaf, com especial atenção na relação entre Analfabeto-Proficiente, Rudimentar-Proficiente, Elementar-Proficiente e Intermediário-Proficiente que apresentaram efeito de relação positiva. O grau de domínio das

habilidades de leitura dentro da Escala Inaf também foram analisados e indicaram que 12,86% dos participantes foram considerados analfabetos funcionais, enquanto a média nacional é de 29%. Para aqueles Funcionalmente Alfabetizados, 87,14% dos participantes fazem parte deste grupo e na média nacional 71% dos estudantes brasileiros são considerados funcionalmente alfabetizados (TODOS PELA EDUCAÇÃO, 2019), ou seja, a competência leitora apresenta diferença entre gêneros, entre séries e entre níveis para o teste de leitura geral na escala analisada.

3.9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo do presente estudo foi o de investigar as possíveis associações entre a aquisição de competência leitora e as estratégias de organização perceptual da cena visual em escolares. Assim, nossos resultados demonstram, para a Escola 1, que meninos e meninas não apresentam diferença estatística entre as médias para o número de acertos do Teste de Mooney, para imagens canônicas, bem como não apresentaram diferença estatística entre os gêneros para os acertos das respostas no teste de leitura. Também foi possível concluir que o ano escolar em que a criança se encontra matriculada também não interfere no número médio de acertos das respostas para o Teste de Mooney clássico. É possível perceber que o mesmo ocorre para o tempo médio de respostas, embora meninas sejam mais ágeis em suas respostas. Para o teste de leitura também não foi possível estabelecer efeito do gênero sobre as respostas, bem como o ano escolar também não mostrou diferenças estatísticas. Quando correlacionados os fatores leitura e reconhecimento de faces, essa relação também não é suficiente para efeito estatístico, independentemente do gênero e do ano escolar em que a criança se encontra.

Para a Escola 2, meninos e meninas não apresentam diferença estatística entre as médias para o número de acertos do Teste de Mooney, apenas para imagens canônicas, bem como não apresentaram diferença estatística entre os gêneros para os acertos das respostas no teste de leitura. Também foi possível concluir que o ano escolar em que a criança se encontra matriculada também não interfere no número médio de acertos das respostas para o Teste de Mooney adaptado. É possível perceber que o mesmo ocorre para o tempo médio de respostas, embora meninas sejam mais ágeis em suas respostas. Para o teste de leitura também não foi possível estabelecer efeito do gênero sobre as respostas, porém foi possível identificar essa diferença sobre o ano escolar. Quando correlacionados os fatores leitura e reconhecimento de faces, essa relação também não é suficiente para efeito estatístico, independentemente do gênero e do ano escolar em que a criança se encontra.

A correlação entre o todos os participantes de todas as escolas para a análise do teste de leitura mostraram que o desempenho de meninos na faixa de 6-10 anos de idade é diferente ao das meninas na mesma faixa etária, com meninos apresentando desempenho superior. Além do mais, foi possível estabelecer relação positiva nos resultados para a Escala Inaf, com especial atenção na relação entre Analfabeto-Proficiente, Rudimentar-Proficiente, Elementar-Proficiente e Intermediário-Proficiente. Esses achados demonstram que o desenvolvimento da competência leitora apresenta diferença entre gêneros, entre séries e entre níveis para o teste de leitura geral na escala analisada.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS MATRIZ CONTRIBUTIVA DE AMARRAÇÃO

O objetivo dos dois estudos foram o de investigar a importância do desenvolvimento da leitura e das habilidades leitoras para o desenvolvimento da criança em idade escolar. Para isso, dois estudos foram realizados, o primeiro demonstrou que enquanto os meninos tiveram um desempenho significativamente melhor na rotação de letras no grupo mais velho, o desempenho das meninas foi semelhante em ambos os grupos. Esse padrão é inverso para a tarefa do espelho, com as meninas mais velhas superando suas contrapartes mais novas e os meninos tendo desempenho semelhante nos dois grupos. Uma vez que o período de idade de nossa amostra não está associado a grandes variações nos níveis de esteroides reprodutivos, propomos que a semelhança de desempenho entre meninas mais novas e mais velhas na rotação mental de letras pode estar associada às atitudes e expectativas tradicionais da sociedade sobre a relação entre habilidades visuais espaciais e gênero. Quanto à tarefa do espelho, enquanto apenas as meninas apresentaram diferença significativa entre as duas faixas etárias, os meninos apresentaram melhora, conforme esperado pela inibição da generalização do espelho para as letras durante a aquisição da leitura. Já o segundo estudo demonstrou que o desempenho de meninos na faixa de 6-10 anos de idade é diferente ao das meninas na mesma faixa etária para o teste de competência leitora, com meninos apresentando um desempenho superior, embora não seja possível estabelecer diferenças entre os gêneros para o teste de fechamento perceptual.

Esses achados são relevantes para o desenvolvimento de estratégias futuras mais eficazes para a otimização do processo de alfabetização de crianças em idade escolar, aliando a educação e a neurociência. Para isso, mais estudos devem ser realizados e o número de sujeitos investigados deverá ser ampliado.

REFERÊNCIAS

- AHR, E.; HOUDÉ, O.; BORST, G. Inhibition of the mirror generalization process in reading in school-aged children. **Journal of Experimental Child Psychology**, v. 145, p. 157–165, maio 2016.
- ALVAREZ-VARGAS, D.; ABAD, C.; PRUDEN, S. M. Spatial anxiety mediates the sex difference in adult mental rotation test performance. **Cognitive Research: Principles and Implications**, v. 5, n. 1, p. 31, 25 jul. 2020.
- AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION. **Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais [recurso eletrônico]: DSM-5**. Porto Alegre: 5, 2014.
- ANASTASI, J. S.; RHODES, M. G. An own-age bias in face recognition for children and older adults. **Psychonomic Bulletin & Review**, v. 12, n. 6, p. 1043–1047, dez. 2005.
- ANDRADE, I. R. DE; FRANÇA, A. I. A INFLUÊNCIA DA ALFABETIZAÇÃO NAS COGNIÇÕES DE RECONHECIMENTO DE FACES E DOS SINAIS DA FALA: UM ESTUDO PSICOLINGUÍSTICO. **PROLÍNGUA**, v. 15, n. 2, p. 101–126, 2020.
- ARRIGHI, L.; HAUSMANN, M. Spatial anxiety and self-confidence mediate sex/gender differences in mental rotation. **Learning & Memory**, v. 29, n. 9, p. 312–320, 9 jan. 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ALFABETIZAÇÃO. **Revista Brasileira de Alfabetização**. 10. ed. Belo Horizonte: ABAIf, 2019. v. 1
- BAARS, B. J.; GAGE, N. M. Chapter 14 - Social cognition: Perceiving the mental states of others. Em: BAARS, B. J.; GAGE, N. M. (Eds.). **Cognition, Brain, and Consciousness (Second Edition)**. London: Academic Press, 2010. p. 444–463.
- BAR, M.; NETA, M.; LINZ, H. Very first impressions. **Emotion**, v. 6, n. 2, p. 269–278, 1 maio 2006.
- BAREL, E.; TZISCHINSKY, O. Age and sex differences in verbal and visuospatial abilities. **Advances in Cognitive Psychology**, v. 14, p. 51–61, 2018.
- BERNINGER, V. W. et al. Gender differences in severity of writing and reading disabilities. **Journal of School Psychology**, v. 46, n. 2, p. 151–172, abr. 2008.
- BERNSTEIN, M.; YOVEL, G. Two neural pathways of face processing: A critical evaluation of current models. **Neuroscience & Biobehavioral Reviews**, v. 55, p. 536–546, 1 ago. 2015.
- BNCC. **Base Nacional Comum Curricular - Educação é a Base**. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>>. Acesso em: 13 maio. 2021.
- BORELLA, M.; SACCHELLI, T. The effects of motor activities practice on neural plasticity. **Revista Neurociencias**, v. 17, p. 161–169, 1 jan. 2009.
- BOWEY, J. A. Socioeconomic status differences in preschool phonological sensitivity and first-grade reading achievement. **Journal of Educational Psychology**, v. 87, n. 3, p. 476–487, 1995.

BRASIL. **DECRETO Nº 9.765, DE 11 DE ABRIL DE 2019 - Imprensa Nacional.**
Disponível em: <<https://www.in.gov.br/materia>>. Acesso em: 13 maio. 2021.

BRASIL, I. N. DE E. E P. A. T. **Saeb 2019: indicador de nível socioeconômico do Saeb 2019.** Inep, , 2021. Disponível em:
<https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/estatisticas_e_indicadores/indicador_nivel_socioeconomico_saeb_2019_nota_tecnica.pdf>

BRASIL, I. N. DE E. E P. E. A. T. **Brasil no Pisa 2018 [recurso eletrônico].** , 2018.

BRUCE, C. D.; HAWES, Z. The role of 2D and 3D mental rotation in mathematics for young children: what is it? Why does it matter? And what can we do about it? **ZDM**, v. 47, n. 3, p. 331–343, 1 jun. 2015.

BRUCE, V.; YOUNG, A. Understanding face recognition. **British Journal of Psychology**, v. 77, n. 3, p. 305–327, 1986.

CANTLON, J. F. et al. Cortical Representations of Symbols, Objects, and Faces Are Pruned Back during Early Childhood. **Cerebral Cortex**, v. 21, n. 1, p. 191–199, 10 maio 2010.

CAPOVILLA, A. G. S.; CAPOVILLA, F. C. Alfabetização: Método fônico. n. 4, p. 27, 2007.

CAPOVILLA, A. G. S.; CAPOVILLA, F. C.; SOARES, J. V. T. Syntactic awareness in elementary school: correlation with phonological awareness, vocabulary, reading and spelling. **Psico-USF**, v. 9, n. 1, p. 39–47, jun. 2004.

CAPOVILLA, F. et al. Processos logográficos, alfabéticos e lexicais na leitura silenciosa por surdos e ouvintes. **Estudos de Psicologia (Natal)**, v. 10, n. 1, p. 15–23, abr. 2005.

CARBON, C.-C.; GRÜTER, M.; GRÜTER, T. Age-Dependent Face Detection and Face Categorization Performance. **PLoS ONE**, v. 8, n. 10, 8 out. 2013.

CARDOSO, H. DOS S. P.; FREITAS, P. M. DE. Aplicação do modelo da dupla rota no diagnóstico da dislexia: revisão sistemática. **Revista Psicopedagogia**, v. 36, n. 111, p. 368–377, dez. 2019.

CARDOSO-MARTINS, C. A consciência fonológica e a aprendizagem inicial da leitura e da escrita. **Cadernos de Pesquisa**, v. 0, n. 76, p. 41–49, 31 jul. 2013.

CÁRNIO, M. S.; SANTOS, D. DOS. Phonological awareness improvement in primary school students. **Pró-Fono Revista de Atualização Científica**, v. 17, n. 2, p. 195–200, ago. 2005.

CARRETEIRO, R. M.; JUSTO, J. M.; FIGUEIRA, A. P. Reading Processes and Parenting Styles. **Journal of Psycholinguistic Research**, v. 45, n. 4, p. 901–914, 1 ago. 2016.

CASSIA, V. M. et al. Holistic processing for faces and cars in preschool-aged children and adults: evidence from the composite effect. **Developmental Science**, v. 12, n. 2, p. 236–248, 2009.

CHENG, Y.-L.; MIX, K. S. Spatial Training Improves Children’s Mathematics Ability. **Journal of Cognition and Development**, v. 15, n. 1, p. 2–11, 1 jan. 2014.

- CHEUNG, C.-N.; SUNG, J. Y.; LOURENCO, S. F. Does training mental rotation transfer to gains in mathematical competence? Assessment of an at-home visuospatial intervention. **Psychological Research**, v. 84, n. 7, p. 2000–2017, 1 out. 2020.
- CONSTANTINESCU, M. et al. Early contributions to infants' mental rotation abilities. **Developmental Science**, v. 21, n. 4, p. e12613, jul. 2018.
- COOPER, L. A.; SHEPARD, R. N. CHRONOMETRIC STUDIES OF THE ROTATION OF MENTAL IMAGES. Em: CHASE, W. G. (Ed.). **Visual Information Processing**. [s.l.] Academic Press, 1973. p. 75–176.
- CORBALLIS, M. C.; MCLAREN, R. Winding one's Ps and Qs: Mental rotation and mirror-image discrimination. **Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance**, v. 10, p. 318–327, 1984.
- CORSO, H. **Plasticidade cognitiva e cerebral no desenvolvimento da leitura e na intervenção psicopedagógica da dislexia. In: Plasticidade cerebral e aprendizagem: abordagem multidisciplinar**. Porto Alegre: Artmed, 2018.
- CRAMER, S. C. et al. Harnessing neuroplasticity for clinical applications. **Brain**, v. 134, n. 6, p. 1591–1609, 1 jun. 2011.
- CROOKES, K.; MCKONE, E. Early maturity of face recognition: no childhood development of holistic processing, novel face encoding, or face-space. **Cognition**, v. 111, n. 2, p. 219–247, maio 2009.
- CUEVAS, A. Competencia lectora y alfabetización en información: un modelo para la biblioteca escolar en la sociedad del conocimiento. **Revista Ibero-Americana de Ciência da Informação**, v. 1, n. 1, p. 3–20, 8 abr. 2011.
- CURBY, K. M.; JOHNSON, K. J.; TYSON, A. Face to face with emotion: Holistic face processing is modulated by emotional state. **Cognition and Emotion**, v. 26, n. 1, p. 93–102, 1 jan. 2012.
- DE HEERING, A.; ROSSION, B. Prolonged Visual Experience in Adulthood Modulates Holistic Face Perception. **PLoS ONE**, v. 3, n. 5, 28 maio 2008.
- DEARING, E.; MCCARTNEY, K.; TAYLOR, B. A. Does Higher Quality Early Child Care Promote Low-Income Children's Math and Reading Achievement in Middle Childhood? **Child Development**, v. 80, n. 5, p. 1329–1349, 2009.
- DEHAENE, S. et al. The neural code for written words: a proposal. **Trends in Cognitive Sciences**, v. 9, n. 7, p. 335–341, jul. 2005.
- DEHAENE, S. et al. How Learning to Read Changes the Cortical Networks for Vision and Language. **Science**, v. 330, n. 6009, p. 1359–1364, 3 dez. 2010.
- DEHAENE, S. **Os neurônios da leitura : como a ciência explica a nossa capacidade de ler**. Porto Alegre: Penso, 2012.
- DEHAENE, S. A aprendizagem da leitura modifica as redes corticais da visão e da linguagem verbal. **Letras de Hoje**, v. 48, n. 1, p. 148–152, 11 abr. 2013.

- DEHAENE, S. et al. Illiterate to literate: behavioural and cerebral changes induced by reading acquisition. **Nature Reviews Neuroscience**, v. 16, p. 234, 18 mar. 2015.
- DEHAENE, S.; COHEN, L. Cultural Recycling of Cortical Maps. **Neuron**, v. 56, n. 2, p. 384–398, 25 out. 2007.
- DEHAENE, S.; COHEN, L. The unique role of the visual word form area in reading. **Trends in Cognitive Sciences**, v. 15, n. 6, p. 254–262, 1 jun. 2011.
- DEHAENE-LAMBERTZ, G.; MONZALVO, K.; DEHAENE, S. The emergence of the visual word form: Longitudinal evolution of category-specific ventral visual areas during reading acquisition. **PLoS Biology**, v. 16, n. 3, 6 mar. 2018.
- DOTSON, V. M. et al. Effects of Race and Socioeconomic Status on the Relative Influence of Education and Literacy on Cognitive Functioning. **Journal of the International Neuropsychological Society : JINS**, v. 15, n. 4, p. 580–589, jul. 2009.
- DOYLE, R. A.; VOYER, D. Stereotype manipulation effects on math and spatial test performance: A meta-analysis. **Learning and Individual Differences**, v. 47, p. 103–116, 1 abr. 2016.
- DUCHAIINE, B.; YOVEL, G. A Revised Neural Framework for Face Processing. **Annual Review of Vision Science**, v. 1, n. 1, p. 393–416, 2015.
- DURKIN, D. CHILDREN WHO READ EARLY, TWO LONGITUDINAL STUDIES. 1966.
- ELIOT, L. et al. Dump the “dimorphism”: Comprehensive synthesis of human brain studies reveals few male-female differences beyond size. **Neuroscience & Biobehavioral Reviews**, v. 125, p. 667–697, 1 jun. 2021.
- ELLIS, N.; LARGE, B. The early stages of reading: A longitudinal study. **Applied Cognitive Psychology**, v. 2, n. 1, p. 47–76, 1988.
- ENGLE, P. L.; BLACK, M. M. The Effect of Poverty on Child Development and Educational Outcomes. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1136, n. 1, p. 243–256, 2008.
- ETCHEPAREBORDA, M. C.; HABIB, M. BASES NEUROBIOLÓGICAS DE LA CONCIENCIA FONOLÓGICA: SU COMPROMISO EN LA DISLEXIA. p. 19, 2001.
- FAUL, F. et al. G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. **Behavior Research Methods**, v. 39, n. 2, p. 175–191, 1 maio 2007.
- FERNANDES, T.; ARUNKUMAR, M.; HUETTIG, F. The role of the written script in shaping mirror-image discrimination: Evidence from illiterate, Tamil literate, and Tamil-Latin-alphabet bi-literate adults. **Cognition**, v. 206, p. 104493, 1 jan. 2021.
- FISCHER-BAUM, S.; CAMPANA, G. Neuroplasticity and the logic of cognitive neuropsychology. **Cognitive Neuropsychology**, v. 34, n. 7–8, p. 403–411, 17 nov. 2017.
- FOREMAN, N. Correlates of performance on the Gollin and Mooney tests of visual closure. **The Journal of General Psychology**, v. 118, n. 1, p. 13–20, jan. 1991.

FRITH, U. Dyslexia as a Developmental Disorder of Language. 1990.

GABRIEL, R.; MORAIS, J.; KOLINSKY, R. A aprendizagem da leitura e suas implicações sobre a memória e a cognição. **Ilha do Desterro A Journal of English Language, Literatures in English and Cultural Studies**, v. 69, n. 1, p. 061, 26 jan. 2016.

GEARY, D. C. Spatial ability as a distinct domain of human cognition: An evolutionary perspective. **Intelligence**, v. 90, p. 101616, 1 jan. 2022.

GEISER, C.; LEHMANN, W.; EID, M. A note on sex differences in mental rotation in different age groups. **Intelligence**, v. 36, n. 6, p. 556–563, 1 nov. 2008.

GERLIN, M.; MATA, M. **Competência leitora e promoção da leitura na sociedade da informação**. 15 maio 2020.

GERLIN, M. N. M. Produção da competência leitora em espaços tempos de informação, educação e cultura. **Simpósio Internacional de Educação e Comunicação - SIMEDUC**, v. 0, n. 8, 2017.

GIOVAGNOLI, G. et al. The Role of Visual-Spatial Abilities in Dyslexia: Age Differences in Children's Reading? **Frontiers in Psychology**, v. 7, 2016.

GOBBINI, M. I.; HAXBY, J. V. Neural systems for recognition of familiar faces. **Neuropsychologia**, v. 45, n. 1, p. 32–41, 7 jan. 2007.

HAMM, J. P.; JOHNSON, B. W.; CORBALLIS, M. C. One good turn deserves another: An event-related brain potential study of rotated mirror-normal letter discriminations. **Neuropsychologia**, v. 42, n. 6, p. 810–820, 2004.

HAMPSON, E. Regulation of cognitive function by androgens and estrogens. **Current Opinion in Behavioral Sciences, Sex and Gender**, v. 23, p. 49–57, 1 out. 2018.

HATCHER, P. J.; HULME, C.; ELLIS, A. W. Ameliorating Early Reading Failure by Integrating the Teaching of Reading and Phonological Skills: The Phonological Linkage Hypothesis. **Child Development**, v. 65, n. 1, p. 41–57, 1994.

HAWES, Z. et al. Effects of mental rotation training on children's spatial and mathematics performance: A randomized controlled study. **Trends in Neuroscience and Education**, v. 4, n. 3, p. 60–68, 1 set. 2015.

HAXBY, J.; HOFFMAN, E.; GOBBINI, M. The Distributed Human Neural System for Face Perception. **Trends in cognitive sciences**, v. 4, p. 223–233, 1 jul. 2000.

HECHT, S. A. et al. Explaining social class differences in growth of reading skills from beginning kindergarten through fourth-grade: The role of phonological awareness, rate of access, and print knowledge. **Reading and Writing**, v. 12, n. 1, p. 99–128, 1 mar. 2000.

HENNEMANN, A. L. **Processamento Léxico e fonológico – modelo cognitivo de “dupla rota”**. , 2017. Disponível em:
<<https://neuropsicopedagogianasaladeaula.blogspot.com/2017/07/processamento-lexico-e-fonologico.html>>. Acesso em: 29 nov. 2020

HERVAIS-ADELMAN, A. et al. Learning to read recycles visual cortical networks without destruction. **Science Advances**, v. 5, n. 9, p. eaax0262, 1 set. 2019.

HIRSCH, M. A.; HIRSCH, H. V. B. The Adaptable Brain: Biology of Social Neuroplasticity. **Topics in Geriatric Rehabilitation**, v. 30, n. 1, p. 2–7, mar. 2014.

INSTITUTO PAULO MONTENEGRO. **Relatório Preliminar dos Resultados de 2018**. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1ez-6jrlrRRUm9JJ3MkwxEUffltjCTEI6/view?usp=drive_open&usp=embed_facebook>. Acesso em: 10 jun. 2021.

Instituto Paulo Montenegro - INAF. Disponível em: <<https://ipm.org.br/inaf>>. Acesso em: 30 nov. 2020.

JOHANSSON, B. B. Brain plasticity and stroke rehabilitation. The Willis lecture. **Stroke**, v. 31, n. 1, p. 223–230, jan. 2000.

JOHNSON, M. H. Subcortical face processing. **Nature Reviews Neuroscience**, v. 6, n. 10, p. 766–774, out. 2005.

KEMELMACHER-SHLIZERMAN, I.; BASRI, R.; NADLER, B. **3D shape reconstruction of Mooney faces**. 2008 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. **Anais...** Em: 2008 IEEE CONFERENCE ON COMPUTER VISION AND PATTERN RECOGNITION. jun. 2008.

KOLINSKY, R. et al. L'influence de l'apprentissage du langage écrit sur les aires du langage. **Revue de neuropsychologie**, v. Volume 6, n. 3, p. 173–181, 2014.

KUEFNER, D. et al. Natural experience acquired in adulthood enhances holistic processing of other-age faces. **Visual Cognition**, v. 18, n. 1, p. 11–25, 1 jan. 2010.

LACHMANN, T. et al. Letters in the forest: global precedence effect disappears for letters but not for non-letters under reading-like conditions. **Frontiers in Psychology**, v. 5, 17 jul. 2014.

LATINUS, M.; TAYLOR, M. J. Holistic Processing of Faces: Learning Effects with Mooney Faces. **Journal of Cognitive Neuroscience**, v. 17, n. 8, p. 1316–1327, 1 ago. 2005.

LAUER, J. E.; ILKSOY, S. D.; LOURENCO, S. F. Developmental stability in gender-typed preferences between infancy and preschool age. **Developmental Psychology**, v. 54, p. 613–620, 2018.

LAUER, J. E.; YHANG, E.; LOURENCO, S. F. The development of gender differences in spatial reasoning: A meta-analytic review. **Psychological Bulletin**, v. 145, p. 537–565, 2019.

LEO, I.; SIMION, F. Newborns' Mooney-Face Perception. **Infancy**, v. 14, n. 6, p. 641–653, 2009.

LEVINE, S. C. et al. Sex differences in spatial cognition: advancing the conversation. **WIREs Cognitive Science**, v. 7, n. 2, p. 127–155, 2016.

LEWIS, D. A.; GONZÁLEZ-BURGOS, G. Neuroplasticity of Neocortical Circuits in Schizophrenia. **Neuropsychopharmacology**, v. 33, n. 1, p. 141–165, jan. 2008.

- LINN, M. C.; PETERSEN, A. C. Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. **Child Development**, v. 56, p. 1479–1498, 1985.
- LOPATINA, O. L. et al. Neurobiological Aspects of Face Recognition: The Role of Oxytocin. **Frontiers in Behavioral Neuroscience**, v. 12, 28 ago. 2018.
- LOPES, F. O desenvolvimento da consciência fonológica e sua importância para o processo de alfabetização. **Psicologia Escolar e Educacional**, v. 8, n. 2, p. 241–243, dez. 2004.
- LÜTKE, N.; LANGE-KÜTTNER, C. The magical number four in children’s mental rotation of cube aggregates. **Developmental Psychology**, v. 57, p. 211–226, 2021.
- MACHADO, M. A. C.; ALVES, M. J. DOS S. LEITURA, DISLEXIA DE DESENVOLVIMENTO E O PROFESSOR: UM DIÁLOGO COM DEHAENE E FARRELL. **Debates em Educação**, v. 7, n. 14, p. 78, 22 dez. 2015.
- MAEDA, Y.; YOON, S. Y. A Meta-Analysis on Gender Differences in Mental Rotation Ability Measured by the Purdue Spatial Visualization Tests: Visualization of Rotations (PSVT:R). **Educational Psychology Review**, v. 25, n. 1, p. 69–94, 1 mar. 2013.
- MALUF, M. R.; BARRERA, S. D. Phonological awareness and written language among preschool children. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 10, n. 1, p. 125–145, 1997.
- MANU, M. et al. Kindergarten pre-reading skills predict Grade 9 reading comprehension (PISA Reading) but fail to explain gender difference. **Reading and Writing**, v. 34, n. 3, p. 753–771, 1 mar. 2021.
- MATOS, F. DE O. “ $C \neq A+B$ ” A Gestalt de faces independe de demanda cognitiva: Um estudo com bases eletrofisiológicas. p. 72, 2017.
- MATTSON, M. P.; GLEICHMANN, M.; CHENG, A. Mitochondria in Neuroplasticity and Neurological Disorders. **Neuron**, v. 60, n. 5, p. 748–766, 10 dez. 2008.
- MAURER, D.; GRAND, R. L.; MONDLOCH, C. J. The many faces of configural processing. **Trends in Cognitive Sciences**, v. 6, n. 6, p. 255–260, 1 jun. 2002.
- MENEGHETTI, C. et al. The role of practice and strategy in mental rotation training: transfer and maintenance effects. **Psychological Research**, v. 81, n. 2, p. 415–431, mar. 2017.
- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **PIRLS**. . Acesso em: 13 maio. 2021.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Ministério da Saúde**. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cns/2013/res0466_12_12_2012.html>. Acesso em: 4 jun. 2021.
- MOË, A. Are males always better than females in mental rotation? Exploring a gender belief explanation. **Learning and Individual Differences**, v. 19, p. 21–27, 2009.
- MONDLOCH, C.; LE GRAND, R.; MAURER, D. Configural face processing develops more slowly than featural processing. **Perception**, v. 31, p. 553–66, 1 fev. 2002.

- MONZALVO, K. et al. Cortical networks for vision and language in dyslexic and normal children of variable socio-economic status. **NeuroImage**, v. 61, n. 1, p. 258–274, 15 maio 2012.
- MOONEY, C. M. Age in the development of closure ability in children. **Canadian Journal of Psychology**, v. 11, n. 4, p. 219–226, dez. 1957.
- MORTON, J. An information-processing account of reading acquisition. Em: **From reading to neurons**. Issues in the biology of language and cognition. Cambridge, MA, US: The MIT Press, 1989. p. 43–66.
- MOSELEY, R. L. et al. Brain Routes for Reading in Adults with and without Autism: EMEG Evidence. **Journal of Autism and Developmental Disorders**, v. 44, n. 1, p. 137–153, 2014.
- MOURA, S. R. S.; CIELO, C. A.; MEZZOMO, C. L. Phonemic awareness in boys and girls. **Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia**, v. 14, n. 2, p. 205–211, 2009.
- NATION, K. et al. Patterns of Reading Ability in Children with Autism Spectrum Disorder. **Journal of Autism and Developmental Disorders**, v. 36, n. 7, p. 911, 2 ago. 2006.
- NEUBURGER, S. et al. Gender differences in pre-adolescents' mental-rotation performance: Do they depend on grade and stimulus type? **Personality and Individual Differences**, v. 50, n. 8, p. 1238–1242, 1 jun. 2011.
- NEWCOMBE, N. S.; FRICK, A. Early Education for Spatial Intelligence: Why, What, and How. **Mind, Brain, and Education**, v. 4, n. 3, p. 102–111, 2010.
- NICOLE, R.; HEATHER, W. Mirror invariance ♦ A comparison between Thai and Roman script readers. **Frontiers in Psychology**, v. 6, 2015.
- NOBLE, K. G. et al. Neural correlates of socioeconomic status in the developing human brain. **Developmental Science**, v. 15, n. 4, p. 516–527, jul. 2012.
- NOBLE, K. G. et al. Family income, parental education and brain structure in children and adolescents. **Nature Neuroscience**, v. 18, n. 5, p. 773–778, maio 2015.
- OECD. **International student assessment (PISA) - Reading performance (PISA) - OECD**. Disponível em: <<http://data.oecd.org/pisa/reading-performance-pisa.htm>>. Acesso em: 13 maio. 2021.
- OECD. **PISA 2018 Results (Volume II): Where All Students Can Succeed**. [s.l.] OECD, 2019.
- PASCALIS, O. et al. Development of face processing. **Wiley Interdisciplinary Reviews. Cognitive Science**, v. 2, n. 6, p. 666–675, nov. 2011.
- PAULA, G. R.; MOTA, H. B.; KESKE-SOARES, M. Phonological awareness therapy in the literacy process. **Pró-Fono Revista de Atualização Científica**, v. 17, n. 2, p. 175–184, ago. 2005.
- PEGADO, F. et al. Breaking the symmetry: Mirror discrimination for single letters but not for pictures in the Visual Word Form Area. **NeuroImage**, v. 55, p. 742–749, 2011.

PEGADO, F. et al. Timing the impact of literacy on visual processing. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 111, n. 49, p. E5233, 9 dez. 2014.

PELLICANO, E.; RHODES, G. Holistic Processing of Faces in Preschool Children and Adults. **Psychological Science**, v. 14, n. 6, p. 618–622, 1 nov. 2003.

PELLICANO, E.; RHODES, G.; PETERS, M. Are preschoolers sensitive to configural information in faces? **Developmental Science**, v. 9, n. 3, p. 270–277, maio 2006.

PEREIRA, J. D. S. O desenvolvimento da competência leitora no aprendente TDAH na escola: uma ajuda estratégica em leitura de textos didáticos. **Aprender - Caderno de Filosofia e Psicologia da Educação**, n. 16, 16 jan. 2017.

PEREIRA, J. R.; REIS, A. M.; MAGALHÃES, Z. Anatomia das áreas activáveis nos usuais paradigmas em ressonância magnética funcional. p. 10, 2003.

PRICE, C. J. et al. Brain activity during reading The effects of exposure duration and task. **Brain**, v. 117, n. 6, p. 1255–1269, 1 dez. 1994.

RAHE, M.; JANSEN, P. Does mindfulness help to overcome stereotype threat in mental rotation in younger and older adolescents? **Psychological research**, 1 mar. 2022.

RAIZADA, R. D. S. et al. Socioeconomic status predicts hemispheric specialisation of the left inferior frontal gyrus in young children. **NeuroImage**, v. 40, n. 3, p. 1392–1401, 15 abr. 2008.

REGO, L. L. B. The Connection Between Syntactic Awareness and Reading: Evidence from Portuguese-speaking Children Taught by a Phonic Method. **International Journal of Behavioral Development**, v. 20, n. 2, p. 349–365, 2 fev. 1997.

REGO, L. L. B.; BUARQUE, L. L. Syntactic awareness, phonological awareness and the acquisition of spelling rules. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 10, n. 2, p. 199–217, 1997.

REILLY, D.; NEUMANN, D. L.; ANDREWS, G. Gender differences in reading and writing achievement: Evidence from the National Assessment of Educational Progress (NAEP). **The American Psychologist**, v. 74, n. 4, p. 445–458, jun. 2019.

REIS, G. A.; DUARTE, A. B. S. Leitura e letramento informacional na universidade: um hiato, um construto fragmentado ou um dilema? **Informação & Informação**, v. 22, n. 3, p. 136–157, 31 dez. 2017.

RICHLER, J. J. et al. Holistic Processing of Faces Happens at a Glance. **Vision research**, v. 49, n. 23, p. 2856–2861, nov. 2009.

RICHLER, J. J.; CHEUNG, O. S.; GAUTHIER, I. Holistic Processing Predicts Face Recognition. **Psychological science**, v. 22, n. 4, p. 464–471, 1 abr. 2011.

ROBBINS, R.; MCKONE, E. Can holistic processing be learned for inverted faces? **Cognition**, v. 88, n. 1, p. 79–107, 1 maio 2003.

ROLLENHAGEN, J. E.; OLSON, C. R. Mirror-image confusion in single neurons of the macaque inferotemporal cortex. **Science (New York, N.Y.)**, v. 287, n. 5457, p. 1506–1508, 25 fev. 2000.

ROMEO, R. R. et al. Socioeconomic Status and Reading Disability: Neuroanatomy and Plasticity in Response to Intervention. **Cerebral Cortex (New York, NY)**, v. 28, n. 7, p. 2297–2312, jul. 2018.

ROSAT, R. M. et al. EMERGÊNCIA DA NEUROEDUCAÇÃO: a hora e a vez da neurociência para agregar valor à pesquisa educacional. **Ciências & Cognição**, v. 15, n. 1, p. 199–210, 21 abr. 2010.

RÜSSELER, J. et al. Mental rotation of letters, pictures, and three-dimensional objects in German dyslexic children. **Child Neuropsychology**, v. 11, n. 6, p. 497–512, 1 dez. 2005.

RUTHSATZ, V. et al. **Pellet Figures, the Feminine Answer to Cube Figures? Influence of Stimulus Features and Rotational Axis on the Mental-Rotation Performance of Fourth-Grade Boys and Girls.** (C. Freksa et al., Eds.) Spatial Cognition IX. **Anais...: Lecture Notes in Computer Science.** Cham: Springer International Publishing, 2014.

SAEB. **Resultados SAEB 2019.** Disponível em: <<https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/saeb/resultados>>. Acesso em: 13 maio. 2021.

SALLES, J. F. DE; PARENTE, M. A. DE M. P. Processos cognitivos na leitura de palavras em crianças: relações com compreensão e tempo de leitura. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 15, n. 2, p. 321–331, 2002.

SARTO-JACKSON, I. **Where Neuroscience Meets Anthropology: Neuroplasticity in Cultural Contexts.** MEi:CogSci Conference 2017, Budapest. **Anais...** Em: MEI:COGSCI CONFERENCE 2017, BUDAPEST. 6 jun. 2017. Disponível em: <<https://www.univie.ac.at/meicogsci/php/ocs/index.php/meicog/meicog2017/paper/view/1080>>. Acesso em: 8 maio. 2020

SCHICKEDANZ, J. A. **Much More than the ABCs: The Early Stages of Reading and Writing.** [s.l.] NAEYC, 1509 16th Street, N, 1999.

SCHWARZER, G. Development of Face Processing: The Effect of Face Inversion. **Child Development**, v. 71, n. 2, p. 391–401, 2000.

SCHWIEDRZIK, C. M.; MELLONI, L.; SCHURGER, A. Mooney face stimuli for visual perception research. **PLOS ONE**, v. 13, n. 7, p. e0200106, 6 jul. 2018.

SCLIAR-CABRAL, L. Letras de Hoje. **Evidências a favor da reciclagem neuronal para a alfabetização**, v. 45, n. 3, p. 43–47, 2010.

SCLIAR-CABRAL, L. **Sistema Scliar de Alfabetização: fundamentos.** 1. ed. Florianópolis: LILI, 2013. v. 1

SCLIAR-CABRAL, L. Políticas Públicas de Alfabetização. **Ilha do Desterro**, v. 72, n. 3, p. 271–290, dez. 2019.

- SÉNÉCHAL, M.; LEFEVRE, J.-A. Parental Involvement in the Development of Children's Reading Skill: A Five-Year Longitudinal Study. **Child Development**, v. 73, n. 2, p. 445–460, 2002.
- SHAPIRO, K. L.; RAYMOND, J. E.; ARNELL, K. M. The attentional blink. **Trends in Cognitive Sciences**, v. 1, n. 8, p. 291–296, 1 nov. 1997.
- SHOLL-FRANCO, A. SISTEMA NERVOSO, PLASTICIDADE E PERÍODO CRÍTICO. **Encontro Ciências e Cognição**, 2012.
- SILVA, T. R.; SILVA, J. B. L. A influência do nível socioeconômico na aprendizagem da leitura. **Revista Educação, Psicologia e Interfaces**, v. 2, n. 2, p. 7–28, 1 ago. 2018.
- SPINILLO, A. G.; MOTA, M. M. P. E. DA; CORREA, J. Consciência metalinguística e compreensão de leitura: diferentes facetas de uma relação complexa. **Educar em Revista**, n. 38, p. 157–171, dez. 2010.
- SPUNT, R. P.; ADOLPHS, R. The neuroscience of understanding the emotions of others. **Neuroscience Letters**, Functional Neuroimaging of the Emotional Brain. v. 693, p. 44–48, 6 fev. 2019.
- SUSILO, T. et al. The Composite Task Reveals Stronger Holistic Processing in Children than Adults for Child Faces. **PLoS ONE**, v. 4, n. 7, 29 jul. 2009.
- TANAKA, J. W.; SENGCO, J. A. Features and their configuration in face recognition. **Memory & Cognition**, v. 25, n. 5, p. 583–592, set. 1997.
- TERLECKI, M. S.; NEWCOMBE, N. S. How Important Is the Digital Divide? The Relation of Computer and Videogame Usage to Gender Differences in Mental Rotation Ability. **Sex Roles**, v. 53, n. 5, p. 433–441, 1 set. 2005.
- THIEBAUT DE SCHOTTEN, M. et al. Learning to Read Improves the Structure of the Arcuate Fasciculus. **Cerebral Cortex**, v. 24, n. 4, p. 989–995, 1 abr. 2014.
- THOMAN, D. B. et al. Beyond Performance: A Motivational Experiences Model of Stereotype Threat. **Educational Psychology Review**, v. 25, n. 2, p. 211–243, 1 jun. 2013.
- TITZE, C.; JANSEN, P.; HEIL, M. Mental rotation performance and the effect of gender in fourth graders and adults. **European Journal of Developmental Psychology**, v. 7, n. 4, p. 432–444, 1 jul. 2010.
- TODOROV, A. et al. Inferences of Competence from Faces Predict Election Outcomes. **Science**, v. 308, n. 5728, p. 1623, 10 jun. 2005.
- TODOS PELA EDUCAÇÃO, G. F. **Anuário Brasileiro da Educação Básica**. EDITORA MODERNA LTDA, , 2019.
- TOKUHAMA-ESPINOSA, T. The Scientifically Substantiated Art of Teaching: A study in the development of standards in the new academic field of neuroeducation (mind, brain, and education science). 1 jan. 2008.

TOWLER, J. et al. Normal perception of Mooney faces in developmental prosopagnosia: Evidence from the N170 component and rapid neural adaptation. **Journal of Neuropsychology**, v. 10, n. 1, p. 15–32, 2016.

TUNMER, W. E.; HERRIMAN, M. L.; NESDALE, A. R. Metalinguistic abilities and beginning reading. **Reading Research Quarterly**, v. 23, n. 2, p. 134–158, 1988.

UNESCO. **Educação para todos: alfabetização para a vida; Relatório de monitoramento global de EFA, 2006 - Biblioteca Digital da UNESCO**. Disponível em: <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000141639>>. Acesso em: 10 dez. 2020.

UTTAL, D. H. et al. The malleability of spatial skills: A meta-analysis of training studies. **Psychological Bulletin**, v. 139, p. 352–402, 2013.

VAN PARIDON, J. et al. **Learning to read does not compete with face and object recognition**. PsyArXiv, , 15 nov. 2019. Disponível em: <<https://psyarxiv.com/qzwhj/>>. Acesso em: 2 ago. 2021

VAN PARIDON, J. et al. Does Neuronal Recycling Result in Destructive Competition? The Influence of Learning to Read on the Recognition of Faces. **Psychological Science**, v. 32, n. 3, p. 459–465, 1 mar. 2021.

VENTURA, P. Let's face it: reading acquisition, face and word processing. **Frontiers in Psychology**, v. 0, 2014.

VERHALLEN, R. J. et al. An online version of the Mooney Face Test: phenotypic and genetic associations. **Neuropsychologia**, v. 63, p. 19–25, 1 out. 2014.

VERHALLEN, R. J. et al. General and specific factors in the processing of faces. **Vision Research**, Individual differences as a window into the structure and function of the visual system. v. 141, p. 217–227, 1 dez. 2017.

VERHALLEN, R. J.; MOLLON, J. D. A new Mooney test. **Behavior Research Methods**, v. 48, n. 4, p. 1546–1559, 1 dez. 2016.

VIEIRA, R. M. R. Comparative studies on the influence of reading in writing. p. 9, 2006.

VOGEL, A. C.; PETERSEN, S. E.; SCHLAGGAR, B. L. The VWFA: it's not just for words anymore. **Frontiers in Human Neuroscience**, v. 8, 2014.

VOYER, D.; VOYER, S.; BRYDEN, M. P. Magnitude of sex differences in spatial abilities: A meta-analysis and consideration of critical variables. **Psychological Bulletin**, v. 117, p. 250–270, 1995.

WAGEMANS, J. et al. A Century of Gestalt Psychology in Visual Perception I. Perceptual Grouping and Figure-Ground Organization. **Psychological bulletin**, v. 138, n. 6, p. 1172–1217, nov. 2012a.

WAGEMANS, J. et al. A Century of Gestalt Psychology in Visual Perception II. Conceptual and Theoretical Foundations. **Psychological bulletin**, v. 138, n. 6, p. 1218–1252, nov. 2012b.

WHITE, K. R. The relation between socioeconomic status and academic achievement. **Psychological Bulletin**, v. 91, n. 3, p. 461–481, 1982.

WILLIAMS, P. G. et al. School Readiness. **Pediatrics**, v. 144, n. 2, 1 ago. 2019.

WINTERS, J.; MORIN, O. From Context to Code: Information Transfer Constrains the Emergence of Graphic Codes. **Cognitive Science**, v. 43, n. 3, p. e12722, 2019.

WYSE, D.; GOSWAMI 1, U. Synthetic phonics and the teaching of reading. **British Educational Research Journal**, v. 34, n. 6, p. 691–710, 1 dez. 2008.

YOUNG, A. W.; HELLAWELL, D.; HAY, D. C. Configurational information in face perception. **Perception**, v. 16, n. 6, p. 747–759, 1987.

ZWICK, J. C.; WOLKENSTEIN, L. Facial emotion recognition, theory of mind and the role of facial mimicry in depression. **Journal of Affective Disorders**, v. 210, p. 90–99, 1 mar. 2017.

APÊNDICE A – Questionário socioeconômico

CRITÉRIO DE CLASSIFICAÇÃO ECONÔMICA BRASIL
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE PESQUISA (ABEP)
www.abep.org

ITENS DE CONFORTO	NÃO POSSUI	QUANTIDADE QUE POSSUI			
		1	2	3	4+
Quantidade de automóveis de passeio exclusivamente para uso particular					
Quantidade de empregados mensalistas, considerando apenas os que trabalham pelo menos cinco dias por semana					
Quantidade de máquinas de lavar roupa, excluindo tanquinho					
Quantidade de banheiros					
DVD, incluindo qualquer dispositivo que leia DVD e desconsiderando DVD de automóvel					
Quantidade de geladeiras					
Quantidade de <i>freezers</i> independentes ou parte da geladeira duplex					
Quantidade de microcomputadores, considerando computadores de mesa, laptops, notebooks e netbooks e desconsiderando tablets, palms ou smartphones					
Quantidade de lavadora de louças					
Quantidade de fornos de micro-ondas					
Quantidade de motocicletas, desconsiderando as usadas exclusivamente para uso profissional					
Quantidade de máquinas secadoras de roupas, considerando lava e seca					

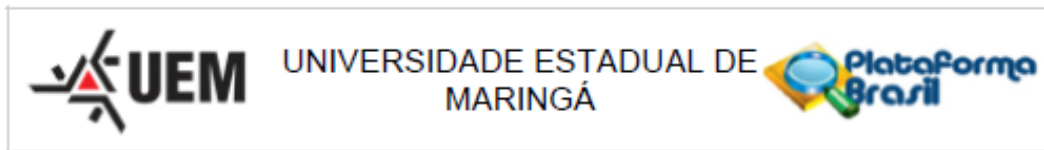
A água utilizada no seu domicílio é proveniente de?	
1	Rede geral de distribuição
2	Poço ou nascente
3	Outro meio

Considerando o trecho da rua do seu domicílio, você diria que a rua é:	
1	Asfaltada/Pavimentada
2	Terra/Cascalho

Qual é o grau de instrução do chefe da família? Considere como chefe da família a pessoa que contribui com a maior parte da renda do domicílio.

Nomenclatura atual	Nomenclatura anterior
Analfabeto / Fundamental I incompleto	Analfabeto/Primário Incompleto
Fundamental I completo / Fundamental II	Primário Completo/Ginásio Incompleto
Fundamental completo/Médio Incompleto	Ginásio Completo/Colegial Incompleto
Médio completo/Superior incompleto	Colegial Completo/Superior Incompleto
Superior Completo	Superior Completo

APÊNDICE B – Comitê de Ética em Pesquisa com Humanos



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: Trocando a floresta pela árvore: efeito da competência leitora nas estratégias de percepção da cena visual

Pesquisador: Felipe de Oliveira Matos

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 92956318.2.0000.0104

Instituição Proponente: Campus Regional do Vale do Ivaí

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.553.548

Apresentação do Projeto:

Trata-se de emenda ao projeto de pesquisa do Prof. Felipe de Oliveira Matos do Departamento de Educação Física do Campus Regional do Vale do Ivaí da Universidade Estadual de Maringá.

Objetivo da Pesquisa:

Investigar como a alfabetização e a fluência leitora interagem com a habilidade de reconhecimento de faces.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

A presente solicitação de emenda ao projeto de pesquisa não implica na modificação dos riscos estabelecidos no projeto original.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Solicitamos emenda ao protocolo CAAE 92956318.2.0000.0104, intitulado "Trocando a floresta pela árvore: efeito da competência leitora nas estratégias de percepção da cena visual", já aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, conforme parecer número 2.926.922.

A presente solicitação se justifica em função da necessidade de complementação dos dados já coletados (54 participantes), dar continuidade às coletas, e expandir o prazo de realização do estudo. Há de se considerar para este pedido a peculiaridade do estado de saúde pública causado pela pandemia de SARS-CoV-2, o qual o mundo enfrentou nos últimos dois anos, e que teve impacto considerável na rotina das pesquisas, escolas e vida da população em geral.

Endereço: Av. Colombo, 5790, UEM-PPG, sala 4
Bairro: Jardim Universitário **CEP:** 87.020-900
UF: PR **Município:** MARINGÁ
Telefone: (44)3011-4597 **Fax:** (44)3011-4444 **E-mail:** copep@uem.br



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
MARINGÁ



Continuação do Parecer: 5.553.548

Para tanto, pretende-se:

1) acrescentar a realização dos testes de "rotação" e "espelhamento" de letras. O qual compreende: (trecho adicionado ao documento "projeto_detalhado_emenda")

Os testes "Rotação" e "Espelho" serão apresentados em versões computadorizadas utilizando o software PsychoPy (versão 1.82.01, Open Science Tools Ltd.). Os estímulos serão exibidos em uma tela de computador (15,6 polegadas, resolução 1920x1080, taxa de atualização de 60 Hz) localizada a 0,8 m de distância dos participantes sentados. Os participantes serão instruídos a olhar para um ponto fixo na tela e suas mãos deverão ficar posicionadas sobre o teclado. Os testes serão precedidos de instruções orais por um experimentador sentado ao lado do participante. No teste de Rotação, as letras q, p, d e b são apresentadas na tela por 100 milissegundos giradas no sentido horário em torno do eixo vertical em um ângulo de 0°, 50°, 100° e 150° (Figura 1A). Os participantes devem escolher a resposta correta entre três alternativas apresentadas na mesma tela. No teste da letra espelhada, uma versão espelhada das letras q, p, d e b será apresentada por 100 milissegundos e os participantes devem escolher a resposta correta dentre três alternativas apresentadas na tela. Cada teste é composto por 4 tentativas. A resposta em cada tentativa é codificada como correta (0) ou incorreta (1).

2) Adequação no cronograma, o qual foi alterado incluindo as novas etapas (complementação de coleta de dados, análises de dados e confecção do relatório de pesquisa), conforma abaixo.

- • Coleta de dados (complementação de dados) 08/08/2022 05/12/2022
- • análise de dados 08/08/2022 16/12/2022
- • Confecção de relatórios de pesquisa 16/01/2023 28/02/2023

3) Inclusão da discente Deusa Priscila da Silva Resque, a qual atuará nas coletas e análises dados, assim como na confecção de relatórios de pesquisa e artigos científicos.

Reafirmamos que todos os preceitos e compromissos éticos previamente estabelecidos serão observados. Os participantes que já tiveram dados coletados serão contactados pelo contato fornecido no momento anterior de coleta e convidados a participar da nova etapa. Cabe destacar que todos os participantes poderão recusar-se a participar da nova etapa sem que haja nenhum tipo de prejuízo ou desabono a ele. Os novos participantes passarão por todos os procedimentos já aprovados anteriormente, passando a integrar a amostra apenas após a assinatura do TCLE (para adultos) ou TALE pelo responsável (no caso de menores de 18 anos).

Endereço: Av. Colombo, 5790, UEM-PPG, sala 4

Bairro: Jardim Universitário

CEP: 87.020-900

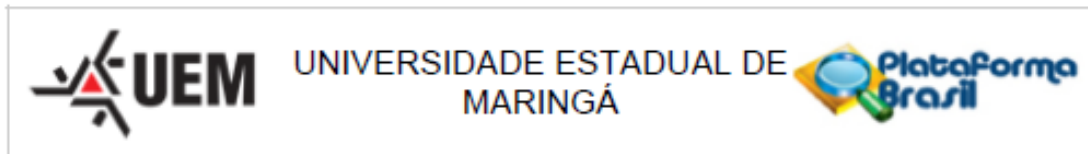
UF: PR

Município: MARINGÁ

Telefone: (44)3011-4597

Fax: (44)3011-4444

E-mail: copep@uem.br



Continuação do Parecer: 5.553.548

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Apresenta alteração do cronograma, tendo em vista as novas etapas do projeto, com previsão de início da coleta de dados em 08/08/2022, apresenta TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para os adultos e TALE – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido para os menores de 18 anos.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

De acordo com a análise e as informações constantes nos arquivos anexados e com base na legislação vigente, esse Comitê Permanente de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos julgou a presente emenda ao protocolo de pesquisa submetido em 13/07/2022 como APROVADO.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_1607973_E1.pdf	13/07/2022 00:38:59		Aceito
Parecer Anterior	PB_PARECER_CONSUBSTANCIADO_CEP_2926922.pdf	13/07/2022 00:33:42	Felipe de Oliveira Matos	Aceito
Outros	Solicitacao_emenda.pdf	13/07/2022 00:33:16	Felipe de Oliveira Matos	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto_detalhado_competencia_leitora_emenda.pdf	13/07/2022 00:30:14	Felipe de Oliveira Matos	Aceito
Recurso Anexado pelo Pesquisador	RESPOSTA.pdf	08/08/2018 11:03:33	Felipe de Oliveira Matos	Aceito
Outros	TCLE_menoresde18.pdf	02/08/2018 12:41:39	Felipe de Oliveira Matos	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	02/08/2018 12:37:41	Felipe de Oliveira Matos	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Declaracao_instituicao_ufpa.pdf	04/07/2018 09:09:04	Felipe de Oliveira Matos	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	competencia_leitora.pdf	04/07/2018 09:04:28	Felipe de Oliveira Matos	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto.pdf	15/06/2018 09:37:19	Felipe de Oliveira Matos	Aceito
Declaração de	Termo_Compromisso_Participante_R	15/06/2018	Felipe de Oliveira	Aceito

Endereço: Av. Colombo, 5790, UEM-PPG, sala 4
 Bairro: Jardim Universitário CEP: 87.020-900
 UF: PR Município: MARINGÁ
 Telefone: (44)3011-4597 Fax: (44)3011-4444 E-mail: copep@uem.br



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
MARINGÁ



Continuação do Parecer: 5.553.548

Pesquisadores	onei.pdf	09:35:34	Matos	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Termo_Compromisso_Participante_Lucimauro.pdf	15/06/2018 09:35:21	Felipe de Oliveira Matos	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Termo_Compromisso_Participante_Antonio.pdf	15/06/2018 09:35:11	Felipe de Oliveira Matos	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

MARINGÁ, 30 de Julho de 2022

Assinado por:
Maria Emília Grassi Busto Miguel
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Colombo, 5790, UEM-PPG, sala 4
 Bairro: Jardim Universitário CEP: 87.020-900
 UF: PR Município: MARINGÁ
 Telefone: (44)3011-4597 Fax: (44)3011-4444 E-mail: copep@uem.br

APÊNDICE C – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA MENORES

Gostaríamos de solicitar sua autorização para a participação de seu filho(a) na pesquisa intitulada “Trocando a floresta pela árvore: efeito da competência leitora nas estratégias de percepção da cena visual”, que é coordenada pelos Profs. Dr. Antonio Pereira Jr., da Universidade Federal do Pará (UFPA) e Dr. Felipe de Oliveira Matos, da Universidade Estadual de Maringá (UEM). O objetivo da pesquisa é investigar como a alfabetização e a fluência leitora interagem com a habilidade de reconhecimento de faces. Para isto a participação de seu filho(a) é muito importante, e ela se daria por meio da resposta a alguns questionários e a realização de testes no computador. Informamos que poderão ocorrer desconfortos musculares e articulares decorrentes do tempo sentado durante a realização dos testes. Contudo, todo o esforço será feito para que essas avaliações sejam realizadas de maneira rápida e ágil. Gostaríamos de esclarecer que a participação de seu filho(a) é totalmente voluntária, podendo você: recusar-se a autorizar tal participação, ou mesmo desistir a qualquer momento sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo à sua pessoa ou à de seu filho(a). Informamos ainda que as informações serão utilizadas somente para os fins desta pesquisa, e serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a identidade, sua e a de seu (sua) filho(a). Os dados adquiridos durante a pesquisa serão armazenados na universidade até que os resultados da pesquisa sejam divulgados em congressos e revistas científicas, e em seguida serão descartados. Os benefícios esperados são a melhor compreensão do processo de alfabetização, especialmente a competência leitora, e sua relação com o reconhecimento de faces.

Caso você tenha mais dúvidas ou necessite maiores esclarecimentos, pode nos contatar nos endereços a seguir ou procurar o Comitê de Ética em Pesquisa da UEM, cujo endereço consta deste documento.

Este termo deverá ser preenchido em duas vias de igual teor, sendo uma delas, devidamente preenchida e assinada entregue a você.

Além da assinatura nos campos específicos pelo pesquisador e por você, solicitamos que sejam rubricadas todas as folhas deste documento. Isto deve ser feito por ambos (pelo pesquisador e por você, como sujeito ou responsável pelo sujeito de pesquisa) de tal forma a garantir o acesso ao documento completo.

Eu,.....(nome por extenso do responsável pelo menor) declaro que fui devidamente esclarecido e concordo em participar **VOLUNTARIAMENTE** da pesquisa coordenada pelos Profs. Dr. Antonio Pereira Jr. e Dr. Felipe de Oliveira Matos.

_____ Data:.....

Assinatura ou impressão datiloscópica

Campo para assentimento do sujeito menor de pesquisa (para crianças escolares e adolescentes com capacidade de leitura e compreensão):

Eu,.....(nome por extenso do sujeito de pesquisa /menor de idade) declaro que recebi todas as explicações sobre esta pesquisa e concordo em participar da mesma, desde que meu pai/mãe (responsável) concorde com esta participação.

_____ **Data:.....**
Assinatura ou impressão datiloscópica

Eu,.....(nome do pesquisador ou do membro da equipe que aplicou o TCLE), declaro que forneci todas as informações referentes ao projeto de pesquisa supra-nominado.

_____ **Data:.....**
Assinatura do pesquisador

Qualquer dúvida com relação à pesquisa poderá ser esclarecida com os pesquisadores, conforme o endereço abaixo:

Nome: Felipe de Oliveira Matos

Endereço: Praça independência, 385 - Centro, Ivaiporã -PR

Telefone: (43)3472-5950

e-mail: fomatos@uem.br

Ou

Nome: Antônio Pereira Júnior

Telefone: (91) 988432964

e-mail: apereira@ufpa.br

Qualquer dúvida com relação aos aspectos éticos da pesquisa poderá ser esclarecida com o Comitê Permanente de Ética em Pesquisa (COPEP) envolvendo Seres Humanos da UEM, no endereço abaixo:

COPEP/UEM

Universidade Estadual de Maringá.

Av. Colombo, 5790. UEM-PPG-sala 4.

CEP 87020-900. Maringá-Pr. Tel: (44) 3011-4444

E-mail: copep@uem.br

APÊNDICE D – Artigo referente ao estudo 1



OPEN ACCESS

EDITED BY
Paulo Ventura,
University of Lisbon,
Portugal

REVIEWED BY
Martina Rahe,
University of Koblenz-Landau,
Germany
Stella Felix Lourenco,
Emory University,
United States

*CORRESPONDENCE
Antonio Pereira
✉ apereira@ufpa.br

SPECIALTY SECTION
This article was submitted to
Educational Psychology,
a section of the journal
Frontiers in Psychology

RECEIVED 16 July 2022
ACCEPTED 09 January 2023
PUBLISHED 26 January 2023

CITATION
Resque DPdS, de Moura Lobato AM, da
Silva CG, da Cruz Filho DA, da Fonseca SSS, da
Oliveira Matos F and Pereira A (2023) The
inhibition of mirror generalization of letters in
school-aged children.
Front. Psychol. 14:996012.
doi: 10.3389/fpsyg.2023.996012

COPYRIGHT
© 2023 Resque, de Moura Lobato, da Silva, da
Cruz Filho, da Fonseca, de Oliveira Matos and
Pereira. This is an open-access article
distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License \(CC BY\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). The
use, distribution or reproduction in other
forums is permitted, provided the original
author(s) and the copyright owner(s) are
credited and that the original publication in this
journal is cited, in accordance with accepted
academic practice. No use, distribution or
reproduction is permitted which does not
comply with these terms.

The inhibition of mirror generalization of letters in school-aged children

Deusa Priscila da Silva Resque^{1,2}, Adriany Maria de Moura Lobato²,
Carolina Gomes da Silva², Daniel Alves da Cruz Filho²,
Susanne Suely Santos da Fonseca^{1,2}, Felipe de Oliveira Matos³ and
Antonio Pereira^{1,2*}

¹Graduate Program in Neuroscience and Cell Biology, Institute of Biological Sciences, Federal University of Pará (UFPA), Belém, Brazil, ²Laboratory of Signal Processing, Department of Electrical and Biomedical Engineering, Institute of Technology, Federal University of Pará (UFPA), Belém, PA, Brazil, ³Department of Human Movement Sciences, State University of Maringá, Maringá, PR, Brazil

Gender differences in spatial abilities favor males in both childhood and adulthood. During early development, this discrepancy can be attributed, among other things, to the influence of an early testosterone surge in boys, societal stereotypes, and expectations about gender. In the present work, we created a spatial task (including letter rotation and letter mirroring) which used letters as stimuli and evaluated the performance of school-aged children (6–10years old). During this age period, children are being taught literacy skills which rely on the reorganization of cortical networks and the breakdown of mirror generalization. We divided our sample ($N=142$, 73 females) into two age groups: 1st–2nd (literacy acquisition; $N=70$, 33 females) and 3rd–5th (literacy consolidation; $N=72$, 40 females) graders. While boys performed significantly better in letter rotation in the older group, girls' performance remained substandard in both groups. This pattern is reversed for the mirror task, with older girls outperforming their younger counterparts and boys having similar performance in the two groups. Since the age period of our sample is not associated with large variations in the levels of reproductive steroids, we propose that the similarity of performance between younger and older girls in mental rotation of letters could be associated with society's traditional attitudes and expectations on the relationship between visual–spatial skills and gender. As for the mirror task, while only girls had a significant difference between the two age groups, boys did show an improvement, as expected for the inhibition of mirror generalization for letters during reading acquisition.

KEYWORDS

literacy, mirror generalization, reading ability, mental rotation, human development, visuospatial, gender stereotyping, spatial cognition

Introduction

Mirror generalization or mirror invariance describes the natural property of the visual system to recognize objects as being identical regardless of their spatial orientation (Rollenhagen and Olson, 2000). However, about 5,500 BCE, the invention of writing required the efficient discrimination of small orthographic signals which sometimes are mirror-symmetric, such as the letters b, d, p, and q in the modern Latin script. The selective inhibition of mirror generalization for orthographic processing is a pre-condition for reading proficiency and is acquired through effortful learning (Dehaene et al., 2005, 2010; Ahr et al., 2016). Reading acquisition depends on the rewiring and repurposing of a network of visual areas located in the inferior temporal cortex originally tasked with visual recognition of faces and

objects. In particular, the *visual word form area* (WFA) is activated when orthographic strings are displayed in various writing systems in adults and children learning to read (Pegado et al., 2011; Dehaene-Lambertz et al., 2018). In fact, illiterates or readers of some scripts, such as Tamil or Thai, which do not have mirrored letters, have poor mirror discrimination (Nicole and Heather, 2015; Fernandes et al., 2021).

Mental rotation, defined as the ability to mentally retain and rotate abstract configurations in 2-D and 3-D space (Linn and Petersen, 1985), is an important spatial ability associated with many daily living activities (Newcombe and Frick, 2010). Mental rotation is also distinctly related to success in professional and academic careers in STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics). Due to its role in STEM achievement (Bruce and Hawes, 2015), mental-rotation skills have been the target of much interest in education, including whether occasional gains obtained with training are transferable to other untrained skills (Cheng and Mix, 2014; Meneghetti et al., 2017; Cheung et al., 2020). During mental-rotation tasks, subjects are asked to judge stimuli that are presented in different orientations. Reaction times increase consistently with the angle between the target stimulus and a canonical orientation, suggesting that before judgment the stimulus is first mentally rotated into the canonical orientation (Cooper and Shepard, 1973).

Previous studies have shown that men and boys outscore women and girls in mental-rotation tasks involving abstract objects (Voyer et al., 1995; Geiser et al., 2008; Moè, 2009, 2018; Maeda and Yoon, 2013; Levine et al., 2016; Lauer et al., 2019; Lütke and Lange-Küttner, 2021). A popular explanation for this gap proposes that males and females may have experienced different selective pressures for specific spatial capacities during human evolution (Geary, 2022). However, more recent analyses propose that the male and female brain are not dimorphic and sex-related variances in brain's structure and connectivity patterns are negligible and gender differences in cognitive abilities are probably associated with individual variance in genetic, epigenetic, and experiential factors (Eliot et al., 2021). A recent meta-analysis showed that a small male advantage in mental-rotation performance emerges during childhood and then subsequently increases with age, reaching a moderate effect size during adolescence (Lauer et al., 2019). While a recent study (Barel and Tzischinsky, 2018) using 3-D and 2-D stimuli showed that sex differences are not apparent in children, another study showed that 10-year-old boys outperformed girls in tasks with 3D cube figures rotated in depth (Ruthsatz et al., 2014).

Due to their ecological importance, letters have been used extensively in perception studies as visual stimuli. When deciding whether rotated letters are normal or mirror-reversed, subjects mentally rotate the letters into their canonical orientation, as with other visual stimuli, and then add a further step: flipping the letter along their vertical axis onto the canonical orientation (Cooper and Shepard, 1973; Corballis and McLaren, 1984; Corballis, 1988; Hamm et al., 2004). The importance of visual-spatial skills for reading acquisition is highlighted by the fact that dyslexic children are impaired in the mental rotation of letters, objects, and pictures (Rüsseler et al., 2005; Giovagnoli et al., 2016). However, to our knowledge, only one previous study, performed with second- and fourth-graders from Germany, used letters in mental-rotation studies aimed at comparing the performance of male and female schoolchildren (Neuburger et al., 2011). Besides their importance for understanding the role played by visual-spatial skills in reading acquisition, letters are also ecologically fit stimuli for studies aiming to evaluate the visuospatial abilities of school-aged children.

In the present study, we aim to contribute to the understanding of the developmental trajectory of gender differences in spatial aptitude by comparing the performance of school-aged children aged 6 to 10 years, grouped according to school year, in a computerized test requiring the mental rotation of letters. We devised a simple task that would be suitable to schoolchildren, easily applicable, and not time-consuming. The experimental paradigm was partially adapted from the letter-condition subtest proposed by Neuburger et al. (2011), with one target letter on the upper half of a screen side and four distractor stimuli on the bottom.

Methods

Participants

One hundred forty-two subjects ranging in age from 6 to 10 years were recruited and participated in the study at two public elementary schools located in Belém, Brazil (69 male, 7.9 ± 1.3 years and 73 female, 8.0 ± 1.4 years). The Brazilian Common Core Standards (*Base Nacional Curricular Comum*) establishes that basic literacy acquisition should be the focus of the first 2 years of elementary school (1st and 2nd grades), while in the last 3 years (3rd, 4th, and 5th grades), students should consolidate reading ability. Thus, participants were allocated into four groups regarding gender (female and male) and literacy stage (acquisition and consolidation; Table 1). Parents or guardians provided written consent prior to testing. All study protocols were approved by the Ethics Committee of the State University of Maringá (UEM), Brazil (5.553.548). The exclusion criterion was the presence of a history of psychiatric illness and/or neurological disorders.

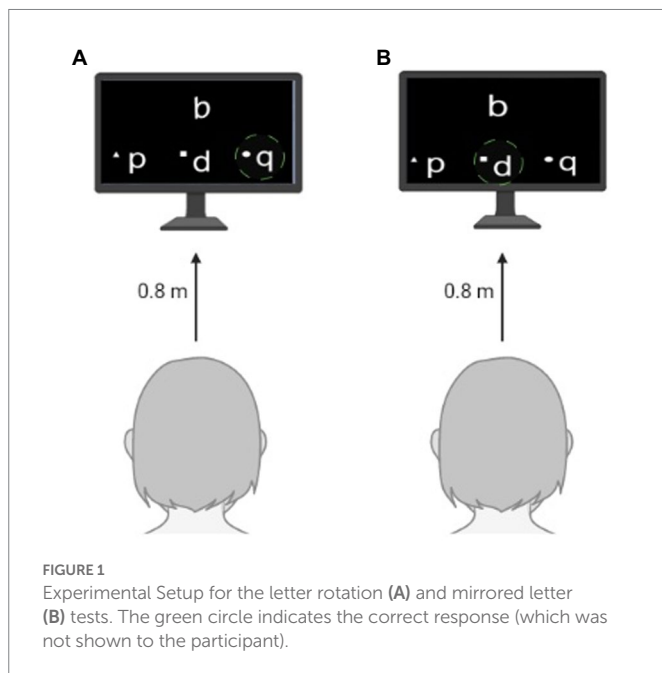
In our sample, 70 (49.30%) of students were in the 1st and 2nd grades (acquisition) and 72 (50.70%) were in the 3rd, 4th, and 5th grades (consolidation). Most of the students (99, 69.72%) belonged to families with a monthly income of 1–3 minimum wages and the maximum educational level of most of the parents was incomplete high school education (59, 41.56%; Table 1). The rotation and mirror tests had Cronbach's alpha values of 0.73 and 0.74, respectively.

Procedure

Children were tested individually in a quiet location in their own schools with two computerized tasks adapted from the mental-rotation task proposed by Neuburger et al. (2011). In the rotation task, the letters q, p, d, and b were displayed on the computer screen in their canonical orientation and the participants should choose its rotated version from the remaining three letters presented simultaneously in a lower row on the same screen (Figure 1A). In the mirror task, a mirrored version of the letters q, p, d, or b was displayed on the computer screen and the participants should choose the correct answer from three alternatives presented simultaneously in a lower row on the screen (Figure 1B). The tasks were created and managed with the PsychoPy software (version 1.82.01, Open Science Tools Ltd.). Children sat opposite the experimenter in front of a computer screen (15.6 inches, resolution 1920 × 1080, refresh rate 60 Hz) located 0.8 m away from the participants. Participants looked at a fixed point on the screen and their hands were positioned on the keyboard. The following oral instruction was given before the rotation task: "Welcome! You should indicate from the options below which letter corresponds to the letter located at the top of the display. Try to rotate the

TABLE 1 Socio-demographic profile of subjects.

	Groups			
	Male		Female	
	1st–2nd grades (acquisition)	3rd–5th grades (consolidation)	1st–2nd grades (acquisition)	3 rd –5 th grades (consolidation)
N (%)	37(26.1)	32(22.5)	33(23.2)	40(28.2)
Family Income (minimum wage)				
≤1	20(54.1)	1(3.1)	14(42.4)	8(20)
1–3	17(45.9)	31(69.9)	19(57.6)	32(80)
≥3	-	-	-	-
Degree of Instruction (family tutor)				
Illiterate	-	-	1(3)	-
Incomplete Elementary School	6(16.2)	-	3(9.1)	-
Complete Elementary School	4(10.8)	8(25)	9(27.3)	13(32.5)
Incomplete High School	3(8.1)	24(75)	5(15.2)	27(67.5)
Complete High School	21(56.8)	-	13(39.4)	-
Incomplete University Education	2(5.4)	-	1(3)	-
Complete University Education	1(2.7)	-	1(3)	-



letters in your mind to find the better option. Please, try to respond as fast and accurately as you can. Thanks for your time!” For the mirror task, the instruction was: “Welcome! You should indicate from the options below which letter is the mirror counterpart of the letter located at the top of the display. Please, try to respond as fast and accurately as you can. Thanks for your time!” The participants performed 4 trials for each target stimulus, the response to each trial was coded either as correct (1) or incorrect (0) and subsequently added to obtain the total score.

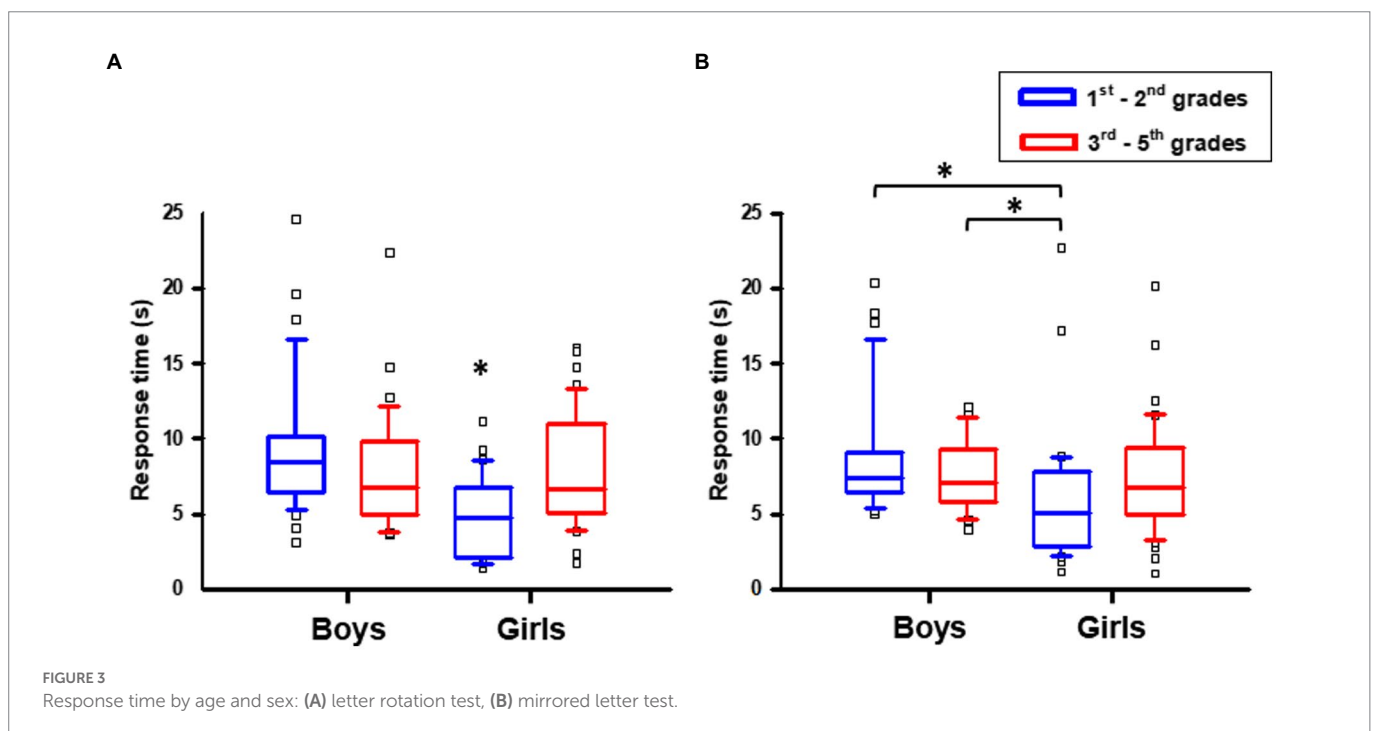
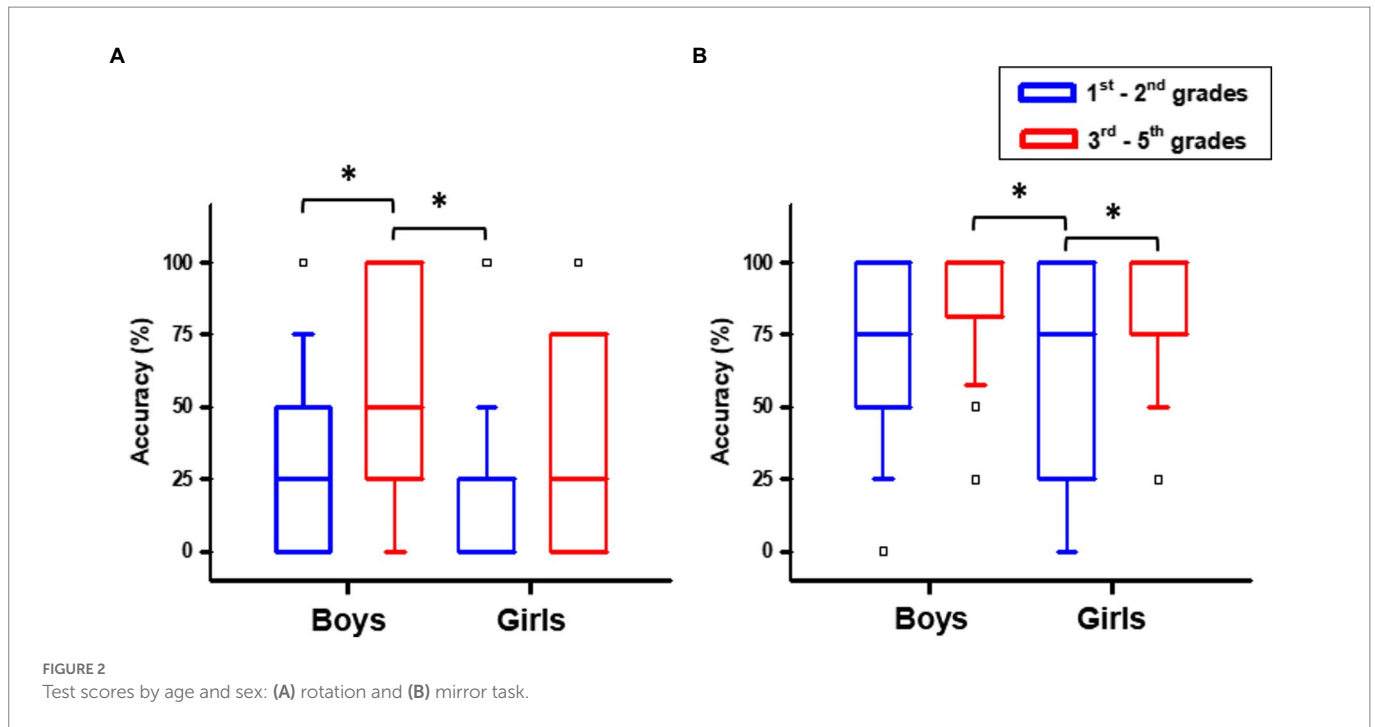
Statistical analysis

We performed a descriptive analysis with measures of central tendency and dispersion according to Gaussian distribution characteristics of the samples, verified through the Kolmogorov–Smirnov test. We used the Kruskal–Wallis test for performance comparisons among the four experimental groups (female-acquisition, female-consolidation, male-acquisition, and male-consolidation). The Mann–Whitney test with Bonferroni correction was used for the *post-hoc* comparison among groups. The internal consistency of the “rotation” and “mirror” tests was assessed using Cronbach’s Alpha. Statistical analyzes were performed with SPSS v.21 and the significance level was set at 95%. Statistical Power was verified *a posteriori* using Gpower (Paul et al., 2007).

Results

The Kruskal–Wallis test showed that groups differed on accuracy in the letter rotation test [$H(3) = 15.595, p = 0.001$] and the mirrored letter test [$H(3) = 19.364, p < 0.001$]. A Mann–Whitney *post-hoc* test with Bonferroni correction showed that the accuracy in the rotation task was higher for the male-consolidation group (Mdn = 50; IQR = 75) than for both the female- (Mdn = 0; IQR = 25; $U = 37.124, Z = 3.786, ps = 0.001$) and male- (Mdn = 25; IQR = 50; $U = -25.362, Z = -2.658, ps = 0.047$) acquisition groups. However, when the performance of boys and girls is compared in the consolidation stage, girls had lower performance (Mdn = 37.5; IQR = 75), though statistically indistinct from the other groups ($p > 0.05$; Figure 2A).

Regarding the mirror task (Figure 2B), girls in the acquisition group (Mdn = 75; IQR = 75) had lower scores than both boys (Mdn = 100;



IQR=19; $U=33.171$, $Z=3.623$, $p_s=0.002$) and girls (Mdn=100; IQR=25; $U=-30.143$, $Z=-3.473$, $p_s=0.003$) in the consolidation group. However, during acquisition, girls did not differ ($p>0.05$) from boys (Mdn=75; IQR=50), with performance comparable to the consolidation groups.

The Kruskal-Wallis test showed that groups differed on response time both on the letter rotation [$H(3)=21.902$, $p<0.001$], and mirrored letter [$H(3)=18.143$, $p<0.001$] tasks (Figure 3). A Mann-Whitney *post-hoc* test with Bonferroni correction showed that the response time for

the rotation task of the female-acquisition group (Mdn=5.08; IQR=5.08) was smaller than in the consolidation group, both male (Mdn=6.75; IQR=4.83; $U=27.415$, $Z=2.686$, $p_s=0.043$) and female (Mdn=6.64; IQR=5.90; $U=-28.902$, $Z=-2.988$, $p_s=0.017$), but not the male-acquisition group (Mdn=8.40; IQR=3.67; $U=45.7$, $Z=4.64$, $p_s<0.001$; Figure 3A).

As for the mirror task (Figure 3B), girls from the acquisition group (Mdn=5.06; IQR=4.91) had response times smaller than boys in the acquisition (Mdn=7.33; IQR=2.66; $U=39.783$, $Z=4.039$, $p_s<0.001$)

and consolidation (Mdn = 7.07; IQR = 3.42; $U = 32.899$, $Z = 3.224$, $ps = 0.008$) groups. Performance of girls in the consolidation group (Mdn = 6.80; IQR = 4.39) was not statistically different from the other groups ($p > 0.05$), though.

Discussion

Several previous findings show that visual–spatial abilities play a pivotal role in reading acquisition (Rüsseler et al., 2005; Giovagnoli et al., 2016). For instance, in early readers, the failure to inhibit the natural perceptual tendency to mirror generalization impairs the formation of adequate sound-letter correspondences and impedes fluent reading (for review, see Dehaene et al., 2015). This is evident, for instance, when early readers need to distinguish the words “dad” and “bad.”

One important visual–spatial ability is mental rotation, or the ability to transform a mental representation of an object to accurately predict how the object would look from a different angle. This is a skill we all use routinely when we try to mentally rearrange aspects of our visual world and which can be improved with training (Uttal et al., 2013; Hawes et al., 2015). However, the development of this ability is still poorly understood; including why, on average, adult males outperform adult females in mental-rotation tasks (Geiser et al., 2008; Moè, 2009; Maeda and Yoon, 2013; Levine et al., 2016).

A previous work tested German schoolchildren from the second and fourth grades with a paper–pencil mental-rotation task in three stimulus conditions (animal pictures, cube figures, and letters; Neuburger et al., 2011). The authors showed that fourth-grade boys and girls performed better than their second-grade colleagues in letter rotation (Neuburger et al., 2011). In the present study, we compared the performance of male and female subjects in a cross-sectional sample of male and female Brazilian Portuguese speakers in two distinct school groups associated with the acquisition and consolidation of reading ability. According to the official Brazilian literacy curriculum, children in the first, second, and third grades are taught basic literacy skills and children in the fourth and fifth grades are expected to consolidate earlier literacy gains toward reading proficiency. Our results show that both boys and girls performed poorly in the 1st–2nd grade group, but only male students showed a significant improvement in the 3rd–5th grade group. Response time of girls in the rotation task was particularly smaller in the 1st–2nd grade group on both the mirror and rotation task, suggesting that they were guessing. Since the same students performed much better in the mirror task, we assume this reflects a selective limitation in their performance on mental-rotation tasks.

In a study using cubes, Titze et al. (2010) showed that a male advantage in mental-rotation scores was evident in a group with mean age of 10.3 years but not in a younger group (mean age: 9.4 years). Still according to the Titze et al. (2010) study, performance of women, older girls, and younger girls did not differ significantly, whereas older boys and adults outperformed younger boys. This trend was recently confirmed by Rahe and Jansen (2022) in adolescents. Our results with the mirror task show that there is a trend for both boys and girls for the breakdown of mirror generalization for letters with the advance of their literacy instruction (Pegado et al., 2014). However, only girls reached the statistical criterion for difference between the acquisition and consolidation groups. Titze et al. (2010) proposed two hypotheses to explain gender differences in mental

rotation in school-aged children: disparity in testosterone levels and self-expectations about performance. The influence of reproductive steroids on mental rotation has been studied for some time and has shown effects of both androgens (testosterone) and estradiol, with the former having a positive effect and the latter having an inhibitory one (Hampson, 2018). A recent study showed that the correlation between testosterone levels and mental-rotation performance is already evident in infants 5–6 months of age (Constantinescu et al., 2018). On the other hand, several studies have recently proposed that spatial anxiety and self-expectations in performance may also be important factors behind male superiority in mental-rotation tests (Moè, 2009; Alvarez-Vargas et al., 2020; Arrighi and Hausmann, 2022). Both characteristics can be exacerbated by social situational threats and gender-stereotyping still prevalent in modern societies (Lauer et al., 2019). For instance, the aforementioned study by Constantinescu et al. (2018) showed a negative correlation between parents' gender-stereotypical attitudes and mental-rotation performance only in girls. Other research suggests that stereotype threats, or the worry of confirming a negative stereotype, may negatively influence intrinsic motivation and interest in stereotyped tasks and domains (Thoman et al., 2013; Doyle and Voyer, 2016). In other words, stereotype threats create a negative feedback loop that may push stigmatized groups from certain activities, careers, and academic pathways. Another important issue in this regard are the experiential differences in spatial-promoting activities, digital or not (Terlecki and Newcombe, 2005; Lauer et al., 2018), between boys and girls at this age. In summary, gender should not be construed as a causal parameter in comparisons between male and female cognitive performance, but as a surrogate for associated biological and environmental factors.

Limitations

Both the rotation and the mirror task used only four test items: the letters q, p, d, and b, the ones which have mirror-image counterparts in the Latin alphabet. The tasks were designed to be applied together to allow a quick appraisal of the inhibition of mirror generalization processes in school children. Among the limitations, we could mention the lack of other types of stimuli items, such as 3D cubes, 2D animals or objects, and letters without mirror-image counterparts. The accuracy of girls in the rotation task, both in the younger and the older group, was close to chance, suggesting that the task may be particularly difficult for girls in these age groups. However, these results could also reflect the selective role of environmental factors negatively affecting mostly girls.

Data availability statement

The raw data supporting the conclusions of this article will be made available by the authors, without undue reservation.

Ethics statement

The studies involving human participants were reviewed and approved by Ethics Committee of the State University of Maringá (UEM; 5.553.548). Written informed consent to participate in this study was provided by the participants' legal guardian/next of kin.

Author contributions

AP: analysis, conceptualization, funding acquisition, methodology, project administration, resources, supervision, and writing. FO: analysis, supervision, and writing. DR: investigation, analysis, and writing. AM, DC, and SF: investigation. All authors contributed to the article and approved the submitted version.

Funding

This work was financially support by CNPQ (Research Productivity 312060/2020-3 for AP) and UFPA/PAPQ.

References

- Ahr, E., Houdé, O., and Borst, G. (2016). Inhibition of the mirror generalization process in reading in school-aged children. *J. Exp. Child Psychol.* 145, 157–165. doi: 10.1016/j.jecp.2015.12.009
- Alvarez-Vargas, D., Abad, C., and Pruden, S. M. (2020). Spatial anxiety mediates the sex difference in adult mental rotation test performance. *Cogn. Res. Princ. Implic.* 5:31. doi: 10.1186/s41235-020-00231-8
- Arrighi, L., and Hausmann, M. (2022). Spatial anxiety and self-confidence mediate sex/gender differences in mental rotation. *Learn. Mem.* 29, 312–320. doi: 10.1101/lm.053596.122
- Barel, E., and Tzischinsky, O. (2018). Age and sex differences in verbal and visuospatial abilities. *Adv. Cogn. Psychol.* 14, 51–61. doi: 10.5709/acp-0238-x
- Bruce, C. D., and Hawes, Z. (2015). The role of 2D and 3D mental rotation in mathematics for young children: what is it? Why does it matter? And what can we do about it? *ZDM* 47, 331–343. doi: 10.1007/s11858-014-0637-4
- Cheng, Y.-L., and Mix, K. S. (2014). Spatial training improves Children's mathematics ability. *J. Cogn. Dev.* 15, 2–11. doi: 10.1080/15248372.2012.725186
- Cheung, C.-N., Sung, J. Y., and Lourenco, S. F. (2020). Does training mental rotation transfer to gains in mathematical competence? Assessment of an at-home visuospatial intervention. *Psychol. Res.* 84, 2000–2017. doi: 10.1007/s00426-019-01202-5
- Constantinescu, M., Moore, D. S., Johnson, S. P., and Hines, M. (2018). Early contributions to infants' mental rotation abilities. *Dev. Sci.* 21:e12613. doi: 10.1111/desc.12613
- Cooper, L. A., and Shepard, R. N. (1973). "Chronometric studies of the rotation of mental images," in *Visual Information Processing*. ed. W. G. Chase (New York, NY: Academic Press), 135–142.
- Corballis, M. C. (1988). Recognition of disoriented shapes. *Psychol. Rev.* 95, 115–123. doi: 10.1037/0033-295X.95.1.115
- Corballis, M. C., and McLaren, R. (1984). Winding one's Ps and Qs: mental rotation and mirror-image discrimination. *J. Exp. Psychol. Hum. Percept. Perform.* 10, 318–327. doi: 10.1037/0096-1523.10.2.318
- Dehaene, S., Cohen, L., Sigman, M., and Vinckier, F. (2005). The neural code for written words: a proposal. *Trends Cogn. Sci.* 9, 335–341. doi: 10.1016/j.tics.2005.05.004
- Dehaene, S., Pegado, F., Braga, L. W., Ventura, P., Nunes Filho, G., Jobert, A., et al. (2010). How learning to read changes the cortical networks for vision and language. *Science* 330, 1359–1364. doi: 10.1126/science.1194140
- Dehaene, S., Cohen, L., Morais, J., and Kolinsky, R. (2015). Illiterate to literate: behavioural and cerebral changes induced by reading acquisition. *Nature Rev. Neurosci.* 16, 234–244. doi: 10.1038/nrn3924
- Dehaene-Lambertz, G., Monzalvo, K., and Dehaene, S. (2018). The emergence of the visual word form: longitudinal evolution of category-specific ventral visual areas during reading acquisition. *PLoS Biol.* 16:e2004103. doi: 10.1371/journal.pbio.2004103
- Doyle, R. A., and Voyer, D. (2016). Stereotype manipulation effects on math and spatial test performance: a meta-analysis. *Learn. Individ. Differ.* 47, 103–116. doi: 10.1016/j.lindif.2015.12.018
- Eliot, L., Ahmed, A., Khan, H., and Patel, J. (2021). Dump the "dimorphism": comprehensive synthesis of human brain studies reveals few male-female differences beyond size. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 125, 667–697. doi: 10.1016/j.neubiorev.2021.02.026
- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A.-G., and Buchner, A. (2007). G*Power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behav. Res. Methods* 39, 175–191. doi: 10.3758/BF03193146
- Fernandes, T., Arunkumar, M., and Huettig, F. (2021). The role of the written script in shaping mirror-image discrimination: evidence from illiterate, Tamil literate, and Tamil

Conflict of interest

The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Publisher's note

All claims expressed in this article are solely those of the authors and do not necessarily represent those of their affiliated organizations, or those of the publisher, the editors and the reviewers. Any product that may be evaluated in this article, or claim that may be made by its manufacturer, is not guaranteed or endorsed by the publisher.

Latin-alphabet bi-literate adults. *Cognition* 206:104493. doi: 10.1016/j.cognition.2020.104493

Geary, D. C. (2022). Spatial ability as a distinct domain of human cognition: an evolutionary perspective. *Intelligence* 90:101616. doi: 10.1016/j.intell.2021.101616

Geiser, C., Lehmann, W., and Eid, M. (2008). A note on sex differences in mental rotation in different age groups. *Intelligence* 36, 556–563. doi: 10.1016/j.intell.2007.12.003

Giovagnoli, G., Vicari, S., Tomassetti, S., and Menghini, D. (2016). The role of visual-spatial abilities in dyslexia: age differences in Children's Reading? *Front. Psychol.* 7:1997. doi: 10.3389/fpsyg.2016.01997

Hamm, J., Johnson, B. W., and Corballis, M. C. (2004). One good turn deserves another: an event-related brain potential study of rotated mirror-normal letter discriminations. *Neuropsychologia* 42, 810–820. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2003.11.009

Hampson, E. (2018). Regulation of cognitive function by androgens and estrogens. *Curr. Opin. Behav. Sci.* 23, 49–57. doi: 10.1016/j.cobeha.2018.03.002

Hawes, Z., Moss, J., Caswell, B., and Poliszczuk, D. (2015). Effects of mental rotation training on children's spatial and mathematics performance: a randomized controlled study. *Trends Neurosci. Educ.* 4, 60–68. doi: 10.1016/j.tine.2015.05.001

Lauer, J. E., Ilksy, S. D., and Lourenco, S. F. (2018). Developmental stability in gender-typed preferences between infancy and preschool age. *Dev. Psychol.* 54, 613–620. doi: 10.1037/dev0000468

Lauer, J. E., Yhang, E., and Lourenco, S. F. (2019). The development of gender differences in spatial reasoning: a meta-analytic review. *Psychol. Bull.* 145, 537–565. doi: 10.1037/bul0000191

Levine, S. C., Foley, A., Lourenco, S., Ehrlich, S., and Ratliff, K. (2016). Sex differences in spatial cognition: advancing the conversation. *WIREs Cogn. Sci.* 7, 127–155. doi: 10.1002/wcs.1380

Linn, M. C., and Petersen, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: a meta-analysis. *Child Dev.* 56, 1479–1498. doi: 10.2307/1130467

Lütke, N., and Lange-Küttner, C. (2021). The magical number four in children's mental rotation of cube aggregates. *Dev. Psychol.* 57, 211–226. doi: 10.1037/dev0001139

Maeda, Y., and Yoon, S. Y. (2013). A meta-analysis on gender differences in mental rotation ability measured by the Purdue spatial visualization tests: visualization of rotations (PSVT:R). *Educ. Psychol. Rev.* 25, 69–94. doi: 10.1007/s10648-012-9215-x

Meneghetti, C., Cardillo, R., Mammarella, I. C., Caviola, S., and Borella, E. (2017). The role of practice and strategy in mental rotation training: transfer and maintenance effects. *Psychol. Res.* 81, 415–431. doi: 10.1007/s00426-016-0749-2

Moè, A. (2009). Are males always better than females in mental rotation? Exploring a gender belief explanation. *Learn. Individ. Differ.* 19, 21–27. doi: 10.1016/j.lindif.2008.02.002

Moè, A. (2018). Mental rotation and mathematics: gender-stereotyped beliefs and relationships in primary school children. *Learn. Individ. Differ.* 61, 172–180. doi: 10.1016/j.lindif.2017.12.002

Neuburger, S., Jansen, P., Heil, M., and Quaiser-Pohl, C. (2011). Gender differences in pre-adolescents' mental-rotation performance: do they depend on grade and stimulus type? *Personal. Individ. Differ.* 50, 1238–1242. doi: 10.1016/j.paid.2011.02.017

Newcombe, N. S., and Frick, A. (2010). Early education for spatial intelligence: why, what, and how. *Mind Brain Educ.* 4, 102–111. doi: 10.1111/j.1751-228X.2010.01089.x

Nicole, R., and Heather, W. (2015). Mirror invariance - a comparison between Thai and Roman script readers. *Front. Psychol.* 6:28. doi: 10.3389/conf.fpsyg.2015.66.00028

Pegado, F., Comerlato, E., Ventura, F., Jobert, A., Nakamura, K., Buiatti, M., et al. (2014). Timing the impact of literacy on visual processing. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 111, E5233–E5242. doi: 10.1073/pnas.1417347111

- Pegado, F., Nakamura, K., Cohen, L., and Dehaene, S. (2011). Breaking the symmetry: mirror discrimination for single letters but not for pictures in the visual word form area. *NeuroImage* 55, 742–749. doi: 10.1016/j.neuroimage.2010.11.043
- Rahe, M., and Jansen, P. (2022). Does mindfulness help to overcome stereotype threat in mental rotation in younger and older adolescents? *Psychol. Res.* doi: 10.1007/s00426-022-01666-y
- Rollenhagen, J. E., and Olson, C. R. (2000). Mirror-image confusion in single neurons of the macaque inferotemporal cortex. *Science* 287, 1506–1508. doi: 10.1126/science.287.5457.1506
- Rüsseler, J., Scholz, J., Jordan, K., and Quaiser-Pohl, C. (2005). Mental rotation of letters, pictures, and three-dimensional objects in German dyslexic children. *Child Neuropsychol.* 11, 497–512. doi: 10.1080/09297040490920168
- Ruthsatz, V., Neuburger, S., Jansen, P., and Quaiser-Pohl, C. (2014). “Pellet figures, the feminine answer to cube figures? Influence of stimulus features and rotational axis on the mental-rotation performance of fourth-grade boys and girls” in *Spatial cognition IX lecture notes in computer science*. eds. C. Freksa, B. Nebel, M. Hegarty and T. Barkowsky (Cham: Springer International Publishing), 370–382.
- Terlecki, M. S., and Newcombe, N. S. (2005). How important is the digital divide? The relation of computer and videogame usage to gender differences in mental rotation ability. *Sex Roles* 53, 433–441. doi: 10.1007/s11199-005-6765-0
- Thoman, D. B., Smith, J. L., Brown, E. R., Chase, J., and Lee, J. Y. K. (2013). Beyond performance: a motivational experiences model of stereotype threat. *Educ. Psychol. Rev.* 25, 211–243. doi: 10.1007/s10648-013-9219-1
- Titze, C., Jansen, P., and Heil, M. (2010). Mental rotation performance and the effect of gender in fourth graders and adults. *Eur. J. Dev. Psychol.* 7, 432–444. doi: 10.1080/17405620802548214
- Uttal, D. H., Meadow, N. G., Tipton, E., Hand, L. L., Alden, A. R., Warren, C., et al. (2013). The malleability of spatial skills: a meta-analysis of training studies. *Psychol. Bull.* 139, 352–402. doi: 10.1037/a0028446
- Voyer, D., Voyer, S., and Bryden, M. P. (1995). Magnitude of sex differences in spatial abilities: a meta-analysis and consideration of critical variables. *Psychol. Bull.* 117, 250–270. doi: 10.1037/0033-2909.117.2.250