

Espelhamento na escrita: ajustando a janela temporal em prol do sucesso na alfabetização

Mirroring in writing: adjusting the time window for success in literacy

Sammy Cardozo Dias

Secretaria de Educação do Estado do Rio de Janeiro

<https://orcid.org/0000-0003-1868-2276>

Aniela Improta França

Universidade Federal do Rio de Janeiro

<https://orcid.org/0000-0002-3614-2970>

Resumo

Este estudo tem como objetivo principal contribuir com o conhecimento sobre as cognições que operam nos períodos de pré-alfabetização e alfabetização de crianças. Enfocamos no espelhamento na escrita, que é uma manifestação espontânea e não patológica que surge em diferentes fases do desenvolvimento da escrita em crianças alfabetizadas e não alfabetizadas, como consequência da simetrização default em nossa espécie. Levantamos a hipótese de que o espelhamento nos desenhos ocorra desde os quatro anos, bem antes da fase típica de espelhamento das letras, que acontece durante a alfabetização, aos 6 e 7 anos. Nossa aposta é que, se as crianças espelham desenhos logo assim que começam a desenhar, elas já estariam preparadas também, cognitivamente falando, para “desenhar as letras” e eventualmente a espelhá-las aos quatro anos, caso as crianças fossem apresentadas a elas explicitamente nesta fase precoce, mesmo que sem o pareamento entre grafema e fonema, simplesmente como objetos gráficos com nomes. Para a verificação de nossa hipótese, realizamos quatro testes experimentais, de natureza psicolinguística, usando a técnica de produção de escrita eliciada, envolvendo 150 participantes de 4 a 8 anos. Com base nas hipóteses e achados, visualizamos uma estratégia que pode vir a mitigar problemas e acelerar o processo de alfabetização efetiva.

Palavras-chave: alfabetização, simetrização, espelhamento, escrita, leitura, biolinguística

Abstract

This study aims to advance cognitive research on the mechanisms active in children’s pre-literacy and early literacy stages, focusing on mirroring in writing—a spontaneous and non-pathological phenomenon that emerges naturally at various stages of writing development in both literate and non-literate children. This mirroring reflects an inherent tendency toward symmetrization in our species. We hypothesize that mirroring in drawings appears as early as age four, preceding the typical phase of letter mirroring, which emerges during literacy instruction, around ages six and seven. We propose that if children mirror their drawings upon first learning to draw, they may also be cognitively prepared to “draw letters” and mirror them by age four, given early and explicit exposure to letters as visual objects that have names—even without requiring grapheme-phoneme associations. To test this hypothesis, we conducted four psycholinguistic experiments using the elicited writing production technique with 150 participants aged 4 to 8 years. Our findings offer insights into strategies that could reduce literacy challenges and accelerate successful literacy acquisition.

Keywords: literacy, symmetrization, mirroring, writing, reading, biolinguistics

1. Introdução

O estudo da apropriação dos grafemas como instrumentos simbólicos durante a alfabetização vem sendo objeto de grande interesse interdisciplinar nos últimos anos. Dentre uma gama de subtemas no escopo da aquisição de leitura, o presente estudo experimental focaliza um fenômeno frequentemente observado por responsáveis e educadores: o espelhamento na escrita infantil. Exploraremos sua etiologia, consequências e possíveis métodos para mitigar seus efeitos deletérios.

O espelhamento na escrita infantil é uma manifestação espontânea, a princípio não patológica, de alteração inadvertida da orientação das letras¹. As rotações podem se dar através do eixo principal do objeto, ou seja, no sentido horizontal da esquerda para direita: por exemplo, onde se queria <d>; grafou-se . Rotações no sentido vertical, de baixo para cima (<p> /) e outras que contrariam os dois sentidos simultaneamente (<p> / <d>) podem também existir, ainda que mais raramente, além de casos em que o espelhamento gera um pseudo-grafema: <u> em vez de <m> (Gregory, Landau, McCloskey, 2011; Fernandes *et al.* 2017).

A natureza transitória e, geralmente, breve do espelhamento pode explicar o interesse limitado de educadores, psicólogos e neurocientistas em estudá-lo em crianças menores de seis anos. Grande parte das pesquisas concentra-se em casos disfuncionais em relação à porção distal do fenômeno, onde o espelhamento ainda persiste após os oito anos e pode indicar a necessidade de avaliação para dislexia (Fischer, 2023).

Embora seja sabido que o espelhamento de letras tipicamente ocorre entre os seis e sete anos, cessando com o tempo (Dehaene, 2012; Fischer, 2023), ainda há uma lacuna significativa no conhecimento sobre os fatores que o desencadeiam. Será que o espelhamento já se manifesta antes do contato explícito com as letras, aos quatro e cinco anos? E se sim, será que se reflete também em atividades semelhantes, como a cópia de gravuras ou a representação de cenas visuais em desenhos? Por que, nesse caso, o espelhamento afetaria apenas figuras e não letras?

Assim, entramos no século XXI com essas questões ainda em aberto e sem dados conclusivos sobre o início do fenômeno do espelhamento. Nossa hipótese é que ele já se manifesta nos desenhos de crianças de quatro e cinco anos e que sua ausência nas letras se deve ao fato de que, nessa fase, as crianças ainda não conhecem a forma das letras suficientemente para poderem efetuar uma rotação. Para que o espelhamento ocorra, é necessário que a forma base da letra já tenha sido representada no cérebro, possibilitando sua rotação.

¹ Estamos assumindo aqui a nomenclatura *letras* para a forma (linhas e ângulos) desse objeto abstrato. Fazemos contraste com *grafema* que é a *letra* já pareada a sua contraparte fonológica, o fonema.

Para valorizarmos o objeto de estudo aqui enquadrado, é importante também considerar os diferentes impactos do espelhamento sobre as cognições em geral. Enquanto o espelhamento de rostos, objetos e cenas do cotidiano raramente causa prejuízos – já que, por exemplo, desenhar uma mancha preta na orelha esquerda de um cachorro em vez de na orelha da direita, não compromete a compreensão geral do desenho –, o espelhamento de letras pode dificultar o processo de alfabetização. Persistindo, pode estar associado a transtornos como dislexia (Dehaene, 2012) ou até mesmo contribuir para uma alfabetização incompleta e arrastada, muito ligada ao insucesso escolar futuro.

Contudo, como os indivíduos que espelham as letras tendem logo a começar a dissemetrizar, como efeito do conhecimento explícito trabalhado nas classes de alfabetização, e passam a não mais tratar <p> e <q> como formas idênticas, outras tarefas visuais também podem passar a ser dissimetrizadas: decidir se dois triângulos, um apontando para a direita e outro para a esquerda tem áreas iguais ou diferentes (Danziger & Pederson, 1998; Dehaene, Izard, Pica, & Spelke, 2006; Kolinsky et al., 2011).

De outro lado, estudos mostram que o processamento de objetos também sofre um pequeno impacto, neste caso vantajoso, depois da superação da fase de espelhamento na alfabetização (Dehaene, Pegado, et al., 2010). Note-se que nos sistemas de escrita como o do Tâmil, em que não há pares de letras em espelho como e <d>, os leitores não precisam inibir o viés da invariância em espelho e assim permanecem ruins na discriminação em espelho de figuras geométricas (Danziger & Pederson, 1998; Pederson, 2003).

O presente estudo busca aprofundar a compreensão desse fenômeno interdisciplinar, criando um elo entre a pesquisa linguística básica e a prática educacional, assim promovendo um diálogo vital entre a academia e as salas de aula do Ensino Fundamental.

2. O reconhecimento visual, a simetria, a reciclagem neuronal e o espelhamento

Atualmente, o espelhamento na escrita é compreendido como uma consequência de um fenômeno cognitivo mais amplo conhecido como simetria, que surge cedo no desenvolvimento humano. A simetria reflete uma expectativa primitiva e profundamente enraizada na genética de várias espécies: ao observarmos o mundo, tendemos a captar nele unidades simétricas, como as faces direita e esquerda ou as partes longitudinais do corpo de um homem ou de um animal. Ao fazermos isso, ignoramos uma das metades e escolhemos focar apenas na outra (Bornstein, Gross, Wolf 1978, Kolinsky et al., 2011).

Do ponto de vista da ecologia cognitiva, focar apenas em um lado do campo visual é uma economia de tempo e esforço, pois, em muitos casos, as duas metades são praticamente idênticas. Assim, a simetria torna-se uma estratégia eficiente para o reconhecimento visual imediato (Andrade, França, Sampaio 2018; Bittner & Gold, 2017).

Desde o nascimento, adotamos a simetria como uma estratégia natural de escaneamento visual, útil para reconhecer tanto formas orgânicas quanto objetos construídos pelo homem, como louças, quadros, e mobília, que geralmente são simétricos e não requerem uma inspeção das duas metades para serem reconhecidos (Bornstein et al., 1981; De la Cruz-Pavía et al., 2022).

A escrita, porém, se estabelece através de unidades (grafemas) com contrastes visuais nítidos e frequentemente assimétricos. Para ler, nosso cérebro recruta neurônios do córtex occipital, especificamente de uma área cortical moldada para implementar a estratégia de invariância em espelho², aparentemente comum a todos os primatas. Paradoxalmente, essa eficiência visual acaba por prejudicar o reconhecimento de letras, que leva em conta a orientação das letras, e isso explica os casos de espelhamentos que observamos em crianças, especialmente na fase inicial da alfabetização (Dehaene et al., 2009).

Para avançar na alfabetização, a criança precisa inibir a simetria e adotar a dissimetria, que é o que leva ao fim do espelhamento na escrita que observamos na maioria dos indivíduos plenamente alfabetizados. Em um país onde desafios educacionais são acentuados, como altas taxas de evasão e analfabetismo funcional, a necessidade de inibir o espelhamento torna-se ainda mais urgente. A orientação adequada nesse processo pode reduzir o custo cognitivo associado, possibilitando uma transição mais eficaz para a alfabetização plena:

“No passado, o espelhamento não era visto como um problema significativo para o desenvolvimento da leitura e da escrita. No entanto, estudos recentes apontam o espelhamento como um obstáculo considerável à alfabetização, ocasionando processos de aprendizagem prolongados e muitas vezes imperfeitos. Além disso, há indícios de que o espelhamento possa estar direta ou indiretamente relacionado à evasão escolar. Dessa forma, o espelhamento revela-se uma importante barreira cognitiva para o desenvolvimento da leitura. “A confusão devido à invariância do espelho pode persistir mesmo após 2, 3 anos de prática da alfabetização. Já para os analfabetos funcionais, a confusão pode perdurar por toda a vida, evidenciando o quão profundamente enraizada está a invariância do espelho no sistema visual humano. Apesar disso, leitores habilidosos superam a invariância do espelho exibindo rápida discriminação entre a orientação esquerda e direita das letras, tanto no nível perceptivo quanto no nível das respostas cerebrais.” (Torres *et al.*, 2021:2 – tradução nossa).

² A invariância em espelho é uma consequência da aplicação especial da simetria que faz com que o reconhecimento visual de imagens assimétricas viradas para a direita ou esquerda (imagens espelhadas) seja percebida como sendo do mesmo objeto. Portanto a imagem em espelho de uma mão é reconhecida como mão embora haja troca de orientação entre o objeto e sua reflexão, e assim a imagem em espelho de um <d>, refletida como é reconhecida como <d>.

Há estudos mostrando, por exemplo, que crianças disléxicas envolvidas em experimento de julgamento binário da forma de dois objetos, apresentados sucessivamente (igual X diferente), não percebem as diferenças da imagem espelhada. Esse déficit não seria consequência especificamente do nível proficiência da leitura, já que foi encontrado também em outras categorias visuais espelhadas (Fernandes, Leite, 2017).

A partir dos anos 2000, um grande número de pesquisas com imagens de ressonância magnética funcional (fMRI) e de escaneamento por emissão de pósitrons (PET-Scan) passaram a estudar as ativações visuais diretamente no cérebro. Três cognições, que se devotam ao reconhecimento de faces, de objetos e de letras, são processadas na mesma área cerebral (Figura 1): o giro fusiforme (FG – do inglês *fusiform gyrus*), uma região de processamento visual que produz pequenos córtices altamente especializados em diferentes tipos de reconhecimento visual e que se estende da ponta anterior do lobo temporal, na região das têmporas, até a extremidade oposta, na parte posterior do cérebro, no lobo occipital (Grill-Spector 2004).

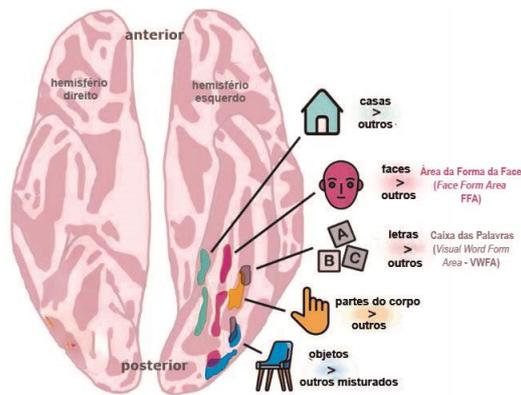


Figura 1: Figura adaptada de Grill-Spector e Weiner (2014:6). Organização topográfica do fluxo visual ventral de alto nível. As regiões são definidas contrastando-se a atividade evocada, por exemplo em verde a percepção de casas, com a atividade evocada por outros estímulos (faces, letras, partes do corpo, objetos). As regiões ativadas mais pelas letras, sendo que a leitura é uma cognição aprendida explicitamente e a menos tempo do que as outras cognições, tendem a ser encontradas dentro do sulco occípito-temporal, parcialmente sobrepostas às regiões seletivas de faces, de partes do corpo e de objetos. O esquema denota uma invasão da área de forma visual de palavras (VWFA). Conforme tradicionalmente definida, a VWFA corresponde à área posterior seletiva de caracteres do hemisfério esquerdo. Ícones retirados de Flaticon.com.

Na porção ventral do giro fusiforme, encontramos ativações mais expressivas associadas ao reconhecimento de faces, especificamente na Área Fusiforme da Face (FFA, do inglês Fusiform Face Area), que se ativa de forma mais intensa para essa tarefa, mesmo quando pessoas cegas congênitas tocam um modelo tridimensional de um rosto. Essa descoberta sugere que a FFA não requer experiência visual para desenvolver preferência por rostos (Kanwisher, McDermott, Chun, 1997).

Por outro lado, o reconhecimento de objetos ocorre no córtex occipital lateral e no córtex occípito-temporal posterior, que se ativam seletivamente em resposta a formas de objetos, em vez de rostos (Behrmann et al., 2006; Pitcher et al., 2009).

Estudos de imagem por ressonância magnética funcional (fMRI) indicam que, durante a alfabetização, a região do giro fusiforme esquerdo começa a responder ao reconhecimento de letras. Testes com crianças alfabetizadas mostram que essa área e o córtex circundante, conhecidos como Área de Forma Visual da Palavra (VWFA, do inglês Visual Word Form Area), são ativados, sugerindo que a VWFA está envolvida na identificação de palavras e letras com base na forma visual de baixo nível, antes de qualquer associação com fonologia ou semântica (Dehaene et al., 2010).

É evidente que a leitura não representa um desenvolvimento cognitivo espontâneo na nossa espécie, como evidenciado pela existência até hoje de sociedades ágrafas. Isso significa que, na região cerebral recrutada para a leitura, os neurônios não são originalmente específicos para o reconhecimento de grafemas. No entanto, a instrução explícita que as crianças recebem durante a alfabetização promove um processo de alta plasticidade em neurônios da região ventro-occipital do giro fusiforme que ainda não estão especializados para outra decodificação visual. Esse processo, denominado Reciclagem Neuronal (Dehaene, 2005, 2010, 2012), gradualmente afunila e especializa esses neurônios, tornando-os capazes de reconhecer características visuais específicas das letras, como linhas, ângulos e, muito especialmente orientações, da esquerda ou da direita.

A hipótese da Reciclagem Neuronal (Dehaene, 2005, 2010, 2012) baseia-se na ideia de que a arquitetura cerebral e a informação genética humana limitam o espaço das criações culturais. Assim, ao aprender a ler, uma parte da hierarquia neuronal, que antes respondia apenas a casas (C na Figura 2), objetos (O) e faces (F), é adaptada para reconhecer a forma das letras e das palavras (P), que são produtos de uma construção cultural. Em outras palavras, a instrução explícita e a aprendizagem consciente e não espontânea da leitura são capazes de modificar e especializar as conexões cerebrais, como ilustrado na Figura 2.

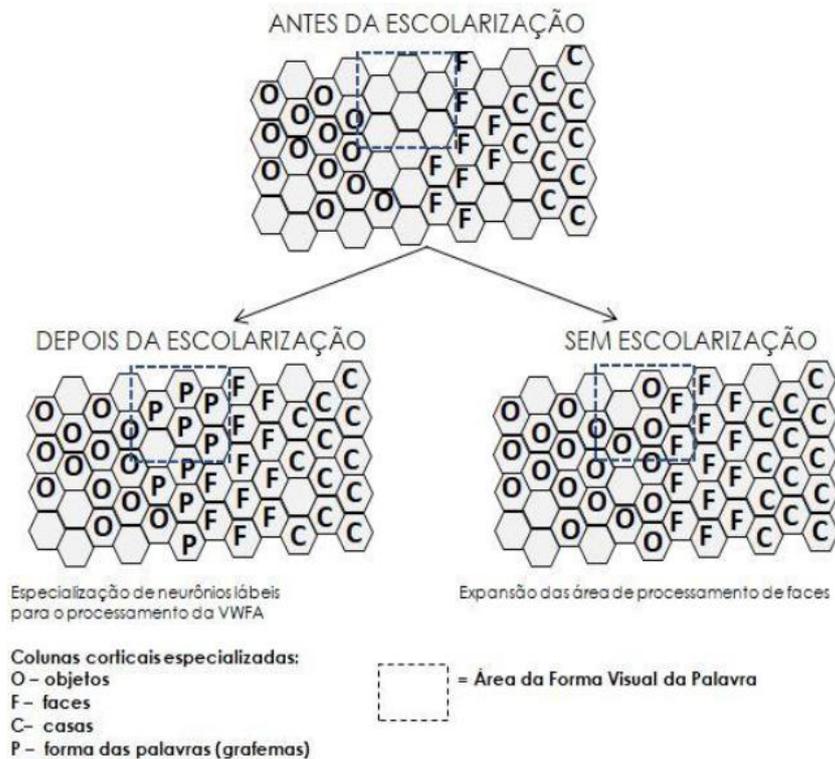


Figura 2: Ilustração da organização dos circuitos neuronais antes depois da escolarização e sem escolarização. (Adaptado de Dahaene, 2012:103)

Essas observações revelam como o cérebro humano, com sua capacidade de adaptação, transforma áreas previamente destinadas a outras funções para lidar com novos desafios culturais, como a leitura, refletindo uma combinação única de plasticidade neural e instrução formal.

Antes da escolarização, a área delimitada pelo quadrado pontilhado (Figura 2), cujos neurônios ainda não eram especializados para reconhecimento de rostos ou objetos, depois da escolarização, passa a executar computações capazes de levar ao reconhecimento da forma das letras representadas na Área da Forma Visual das Palavras). Porém, se ao longo dos anos, a pessoa se mantém não escolarizada, a região do que viria a ser a Área da Forma Visual da Palavra é invadida por neurônios de percepção de faces (F) e por neurônios de percepção de objetos (O).

Vários aspectos inseridos nas letras, como seus traços, ângulos e orientações visuais distintivos, a correspondência entre minúsculas e maiúsculas e o pareamento entre forma visual e um som, ou seja, a correspondência entre grafema e fonema, podem, a princípio, não estar sendo percebidos como relevantes pela criança, especialmente porque a simetrização é muito arraigada nos cérebros humanos, norteando a percepção visual há pelo menos 25 milhões de anos. (Torres *et al.*, 2021)

Assim, compreender melhor todas etapas cognitivas do espelhamento, incluindo sua superação, pode impactar em práticas educacionais especialmente desenhadas para a alfabetização plena que, por sua vez, promovem uma incrível transformação sociocognitiva na vida do leitor. Embora possa haver grupos comunitários que vivam sem a língua escrita, é indubitável a vantagem de ler para a aquisição de outros conhecimentos, para o empoderamento pessoal e para a incorporação de atributos de cidadania à psiquê infantil. A leitura e a escrita são atividades que modificam o cérebro e expandem a capacidade cognitiva do indivíduo (Dehaene *et al* 2015 Dehaene, 2012; Kolinsky *et al* 2019).

3. Experimentos conduzidos na pré-escola e durante os três primeiros anos do ensino fundamental

Para examinar melhor, de forma qualitativa e quantitativa, o fenômeno do espelhamento e verificar sua incidência em diferentes fases do desenvolvimento da escrita de crianças de quatro a oito anos de idade, aplicamos quatro testes de caráter psicolinguístico: (i) Teste de Escrita evocando a grafia do próprio nome; (ii) Teste de Verificação de Incidência de Espelhamento por idade em cópia de objetos não linguísticos; (iii) Teste de Ditado para verificação de espelhamento de letras e (iv) Teste de Cópia de sentenças grafadas com letras bastão maiúsculas.

Os participantes foram 150 crianças de 4 a 8 anos, sendo 30 crianças de cada faixa etária, selecionadas nas turmas de Educação Infantil e nas séries iniciais do Ensino Fundamental da Escola Municipal Presidente Castelo Branco, da rede pública de ensino da Prefeitura de Mesquita, no Estado do Rio de Janeiro.

Todos os quatro testes contaram com os mesmos participantes nas cinco faixas etárias já citadas. O acesso às turmas deu-se, previamente, através de dois expedientes: (i) autorização concedida pela Secretaria Municipal de Educação da Prefeitura de Mesquita; e (ii) da aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Estudos em Saúde Coletiva da Universidade Federal do Rio de Janeiro, aprovado sob o número 5.279.639 na Plataforma Brasil, em 08 de março de 2022.

A ideia inicial era fazer um estudo longitudinal em que testaríamos o mesmo grupo de alunos longitudinalmente nas diferentes fases: pré, durante e pós-alfabetização. Contudo, com a pandemia do Coronavírus (COVID-19) em março de 2020 e, por conseguinte, o fechamento das escolas até 2021, fomos obrigados a adaptar nosso experimento para uma testagem pseudolongitudinal, em que diferentes participantes nas faixas etárias alvo foram testados ao mesmo tempo.

Os pais ou responsáveis dos alunos assinaram o *Termo de Consentimento Livre e Esclarecido* e também um termo suplementar para autorização do registro de imagem. Além disso, a direção da unidade escolar, assinou um termo concordando com a supressão de parte das atividades pedagógicas para a realização da testagem nos dias acordados.

Os testes aplicados em crianças de quatro e cinco anos, período pré-alfabetização, produziram resultados que nos permitiram uma análise preliminar do desenvolvimento da escrita das crianças participantes antes do processo de alfabetização. Esses resultados serviram de *baseline* para os experimentos aplicados às crianças mais velhas, nas faixas de seis, sete e oito anos de idade.

As variáveis independentes desses experimentos foram o tipo de estímulo e a idade. Já a variável dependente foi a incidência de espelhamento.

3.1 Teste 1: Escrita evocando a grafia do próprio nome

Metodologia

Nesse primeiro teste, o participante sentava-se diante de uma mesa com uma folha em branco e um lápis. O experimentador cumprimentava o participante, se apresentava e perguntava o nome do participante, a idade dele e as vezes alguma outra pergunta sobre irmãos ou melhor amigo naquela turma, para que o participante criasse alguma ligação com o pesquisador antes das tarefas começarem. Isso era feito para estabelecer engajamento e também para permitir a criação de um ambiente relaxado, propício para a testagem.

Participantes

Os participantes deste primeiro teste foram 150 (N= 150) crianças, de quatro, cinco, seis, sete e oito anos de idade, divididas em grupos de 30, de acordo com a faixa etária.

Materiais e Métodos

O pesquisador pedia para que o participante escrevesse o próprio nome três vezes na folha em branco. Este procedimento foi executado com 30 participantes de cada faixa etária.

Se o participante falhasse em repetir o nome três vezes, ele era instado apenas uma vez a terminar sua produção. Ao final, o pesquisador recolhia a folha, parabenizava o participante e o convidava para o próximo teste.

Objetivos

O objetivo principal do Teste 1 era identificar se havia espelhamento na escrita do nome próprio, que é um estímulo visual especial, muitas vezes repetido no contexto infantil.

Entre outros objetivos, esse teste também nos ajudaria a conhecer o nível de letramento de cada participante por faixa etária. Por exemplo, era imprescindível verificar se realmente haveria uma diferença consistente entre pré-escolares e escolares. Ou seja, precisávamos saber se a produção dos pré-escolares iria variar entre nada ou “fingimento de escrita” (garatujas) até a grafia mesmo do nome aprendida mais provavelmente como um desenho abstrato. Poderia até mesmo haver algum pré-escolar com controle mais fino de decodificação entre grafema e fonema. Se houvesse, ele não deveria ser incluído no grupo de pré-escolares, já que pretendíamos observar a produção de dois grupos: um pré-alfabetizado e o outro no processo de alfabetização. Por outro lado, se a produção dos pré-escolares fosse baseada em memória, poderia haver inconsistências entre as três linhas de produção e descontrole dos traços principais de identificação dos grafemas. Isso iria indicar que a etapa de decodificação grafema-fonema ainda não teria sido iniciada e o participante estaria bem classificado como pré-escolar. Então o Teste 1 funcionou como um controle qualitativo dos grupos.

Analizamos os resultados do Teste 1 de forma *qualitativa*, verificando se já haveria consistência na produção repetida do nome. Observamos também se haveria alguma incidência de espelhamento na produção escrita e em que faixa etária, mesmo em se tratando da produção de um item particular, de alta frequência, como o próprio nome. Finalmente observávamos também os erros.

Resultados e discussão

Entre os resultados da produção eliciada da tarefa do Teste 1, feita uma análise qualitativa dos dados de cada grupo etário testado, um primeiro achado que queremos ressaltar foi a heterogeneidade da escrita das crianças pré-escolares entre os participantes das mesmas faixas etárias de quatro e de cinco anos (*cf.* Exemplos 3a, 3b e 3c de participantes de quatro anos e 3d, 3e e 3f, de cinco anos). Os pré-escolares tiveram comportamento idiossincrático, provavelmente ligado a uma consciência menor a respeito das diferenças entre desenho e escrita. Algumas crianças na faixa etária de quatro anos já tinham uma representação gráfica do nome na memória (3c), enquanto outras crianças de cinco anos (3e) produziram apenas garatujas ou traços aleatórios, ou mesmo não produziram nada como a criança (3f). O treinamento para a escrita que acontece a partir dos 6 anos nas faixas escolares realmente parece ser um marco na nivelção da produção entre cada uma das faixas etárias escolares (6, 7 e 8 anos).

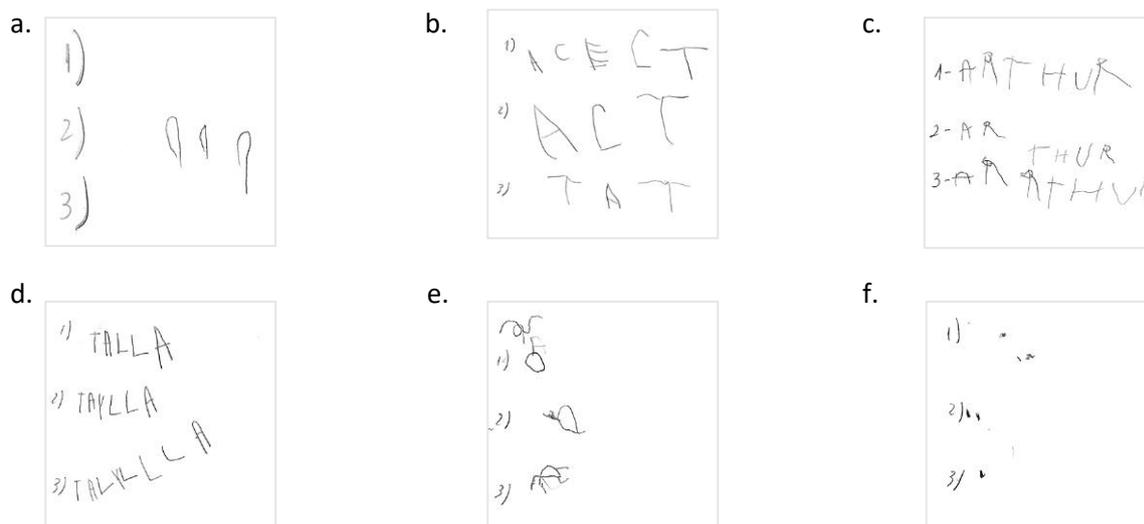


Figura 3: (a) Dado de uma criança de quatro anos, Thales, que no lugar de escrever seu nome por três vezes, acabou produzindo traço aleatório três vezes, um ao lado do outro; (b) Dado de uma outra criança, Aicha, de quatro anos, com a produção de pseudo-letras, ou seja letras cujos traçados, orientações e ângulos de intercessões de linhas não correspondem exatamente às formas das letras do nome dela nem com outras letras do nosso alfabeto, como um <E> cortado 4 vezes e uma letra que começa em cima como um <C> e termina embaixo como um <L>; (c) Dado de uma criança de quatro anos, Arthur, com a representação do nome com certas inconsistências gráficas, repetições e talvez uma antropomorfização dos <R>s, mas essa produção contrasta claramente com a 3(a), feita por um participante da mesma faixa etária; (d) Dado de uma criança, de cinco anos, tentando grafar <Tallylla>. Há um progresso na terceira tentativa ainda que haja grande desalinhamento e repetição de letras; (e) Dado de uma criança de cinco anos, Paulo César, com garatujas semelhantes às encontradas em 3(a) e pseudo-letras inconsistentes linha a linha; (f) Dado de uma criança de cinco anos, Nina, que não produziu nem garatujas, talvez indícios de defasagem motora na pega do lápis.

A noção de “letra” entendida como uma representação de algo que é um objeto especial com consistência de orientação e de forma, ou seja que apresenta restrições representacionais, reproduzidas em livros, telas, rótulos, revistas, muros da cidade, certamente ainda não está difundida entre os participantes desses grupos de pré-escolares. Por exemplo, as produções dos participantes apresentadas em 3(a), (e) e (f) oferecem indícios de que talvez haja questões ainda de execução motora típica que afetam a expansão dos traços pelo papel e questões de memória que dificultem a reprodução dos traços das letras. Os exemplos 3(a) e (f) indicam que pode ter havido dificuldade na pega e no manejo do lápis, e o 3(b) revela que talvez haja restrições de memória afetando a reprodução da forma das letras.

Assim, concluímos que talvez, as letras ainda não sejam, para a maioria dos participantes de quatro e cinco anos, objetos visuais individualizados nomeados e representados no cérebro, mesmo que ainda desatrelados de seus sons (fonemas) correspondentes. Contudo, algumas crianças desses mesmos grupos já demonstram terem alguma noção da arquitetura da letras, como podemos observar nas produções em 3(c) e (d). Mas mesmo nesses exemplos, as letras ainda são como desenhos. Por exemplo, em 3(c) os <R>s são antropomorfizados como de bonequinhos de hastes com cabecinhas e perninhas, prontos para saírem andando. Essas produções 3(c) e 3(d) também não apresentam um alinhamento de escrita e repetem as letras

<R> e <L>. Finalmente, houve participantes que cometem vários erros nas letras, como em 3(b) outros que produzem pseudo fontes, como em 3(e).

Não houve incidência de espelhamento entre os participantes de quatro anos e apenas três participantes de cinco anos em 30 apresentaram algum espelhamento, o que corresponde a 10% do grupo de cinco anos e 5% do grupo dos pré-escolares.

Note-se que a pouquíssima incidência de espelhamento em meio a muitas garatujas e traços aleatórios soltos parece revelar que os participantes pré-escolares ainda não têm a noção das letras como objetos independentes, formados por linhas, intercessões e ângulos fixos.

É importante frisar que, no nosso entender, o fenômeno do espelhamento só poderia se dar, necessariamente, em cima de uma noção já demarcada de objeto como unidade visual. Por exemplo, a criança tem um representado no cérebro, cuja forma é composta de uma haste e uma “barriga” voltada para a direita. A partir dessa representação bem definida, a criança poderia então trocar a orientação da “barriga” da direita para a esquerda e espelhar. Mas se não há representação dos elementos primitivos dessa letra, como se daria a representação em espelho de algo que a criança ainda não conhece e não representou?

Entre as crianças de 6, 7 e 8 anos, não foi verificada uma discrepância tão grande entre os participantes dentro dos grupos, como a que pudemos constatar entre as crianças pré-escolares. Nas faixas etárias de 6, 7 e 8 anos, o que se observa, quando se analisam os dados de cada grupo etário, é uma consistência e uma evolução na escrita, já que todos os participantes dessas faixas etárias conseguiram escrever o próprio nome, com maior ou menor perfeição. Vejam os exemplos na Figura 4, a seguir, que ilustram essa conclusão:

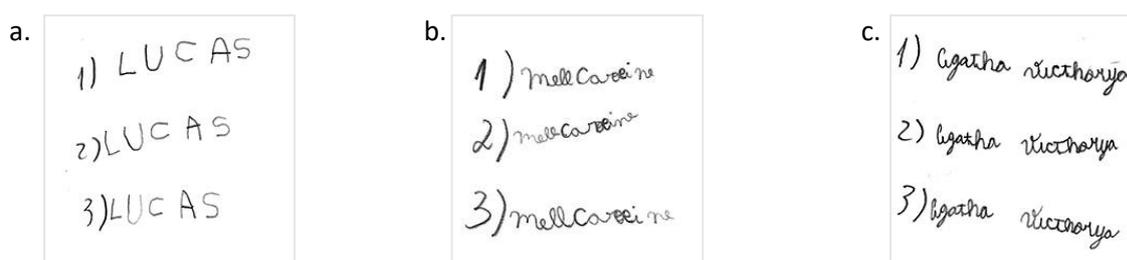


Figura 4: Dados de escrita do nome próprio: Na figura 4(a) Dado de uma criança de 6 anos; 4(b), de 7 anos; e 4(c), de 8 anos. Nota-se consistência crescente nas faixas etárias ascendentes. Nota-se também a escrita cursiva entrando a partir dos 7 anos, fenômeno que pode ser observado em toda a amostra.

Contudo, nas faixas etárias de 6 e 7 anos ainda encontramos participantes que espelham na escrita do próprio nome (Figura 5):



Figura 5(a) Dado de uma criança de 6 anos, Kauany, com várias ocorrências de espelhamento no próprio nome: espelhamento vertical do <U> (na segunda repetição) e nas três repetições do <Y>; e espelhamento horizontal do <N> também nas três repetições. Em 5(b) temos o dado de uma criança de 7 anos, Thalys, com espelhamento horizontal do <Y>, nas três repetições, do <L> na repetição 1 e do <S> na repetição 2. Houve também uma quebra de padrão na repetição 3 do <L>, mas não se pode precisar que tenha havido espelhamento e uma tentativa subsequente de conserto.

Em resumo foram esses os principais resultados qualitativos aferidos pelo Teste 1:

- Houve diferença qualitativa importante entre os participantes pré-escolares e os escolares na produção do nome próprio. Os pré-escolares não demonstram terem a representação das letras no cérebro;
- Foi identificado espelhamento na escrita do nome próprio somente na faixa etária dos escolares nos grupos de 6 e 7 anos;
- Na faixa dos pré-escolares somente 3 participantes de cinco anos em 30 apresentaram algum espelhamento, o que corresponde a 10%; Nenhum participante de quatro anos espelhou na escrita do nome próprio.
- Os participantes pré-escolares variaram mais entre si no nível de tentativa de escrita do nome próprio do que os escolares.
- Comparando todos os participantes grafando o próprio nome de memória, revelou-se um contínuo indo da ausência da noção da escrita (marcas da ponta do lápis) passando pela produção de garatujas, pela grafia do nome como um desenho, pela grafia com algum espelhamento aos 6 e 7 anos, até a escrita do nome com maior consistência e sem ocorrência de espelhamento nos participantes de 8 anos.

3.2 Teste 2: Teste de Verificação de Incidência de Espelhamento por idade em cópia de objetos não linguísticos

Depois de termos verificado no Teste 1 que praticamente não houve espelhamento na escrita do nome próprio nos grupos de quatro e cinco anos, contrastando com alta incidência de erros nessa mesma faixa etária, precisamos verificar se há outro tipo de espelhamento nesses grupos. Isso nos indicaria que o viés para a simetrização estaria em operação já nessa faixa etária pré-escolar. Se for esse o caso, existe a possibilidade de que, através de uma apresentação ostensiva da forma das letras e de seus nomes na pré-escola, consiga-se que os pré-escolares

permitam que o viés da simetria invada o conhecimento da forma das letras mais cedo e eventualmente que também superem esta fase mais cedo, sem atrapalhar a fase da codificação grafema-fornema que se inicia com a alfabetização.

Também muito relevante será conhecer o comportamento dos grupos escolares (6, 7 e 8 anos) nas cópias dos desenhos. Será que eles espelham parte dos desenhos aos 6, 7 e 8 anos? Existe uma idade de superação dessa manifestação específica de espelhamento de desenhos? Ou será que o fato de geralmente não haver prejuízo em relação ao espelhamento de figuras, não concorra para fazer cessar esse tipo de manifestação? Por exemplo, um desenho de um porquinho orientado para a direita não seria muito diferente de um desenho em que o animal está orientado para a esquerda.

Para conhecermos as respostas a essas perguntas organizamos o Teste 2 de verificação de incidência por idade de espelhamento na tarefa de cópia de objetos não linguísticos

Metodologia

Depois de ter recolhido todos os materiais do Teste 1, o pesquisador perguntava ao participante se ele estava bem ou queria descansar um pouco antes do próximo “jogo”. Nenhuma criança relatou cansaço e em todos os casos pudemos prosseguir. O pesquisador, então perguntava para o participante se ele gostava de desenhar, e passava as instruções do Teste 2.

Materiais e métodos

No Teste 2, as mesmas 150 crianças do Teste 1 recebiam uma folha com um desenho colorido uma cena infantil (Figura 8a) e uma folha A4 em branco, lápis e borracha. Depois que o participante terminava a primeira cópia, o experimentador mostrava a segunda imagem a ser copiada (Figura 8b).

Havia elementos simétricos e assimétricos em cada ilustração. Desenvolvemos um sistema de checagem e valoração de erros nas partes simétricas e checagem valoração de espelhamento nas partes assimétricas que será apresentado em detalhes um pouco mais adiante.

A Figura 6 apresenta as duas ilustrações que utilizamos. Em 6(a) a cena no jardim e em 6(b) a cena na fazenda. Para fins de apresentação dessa Metodologia, acrescentamos às figuras abaixo as marcações que utilizamos para atribuir um *score* de erros para os oito itens que escolhemos verificar: quatro simétricos e 4 assimétricos em cada uma das 2 cenas.

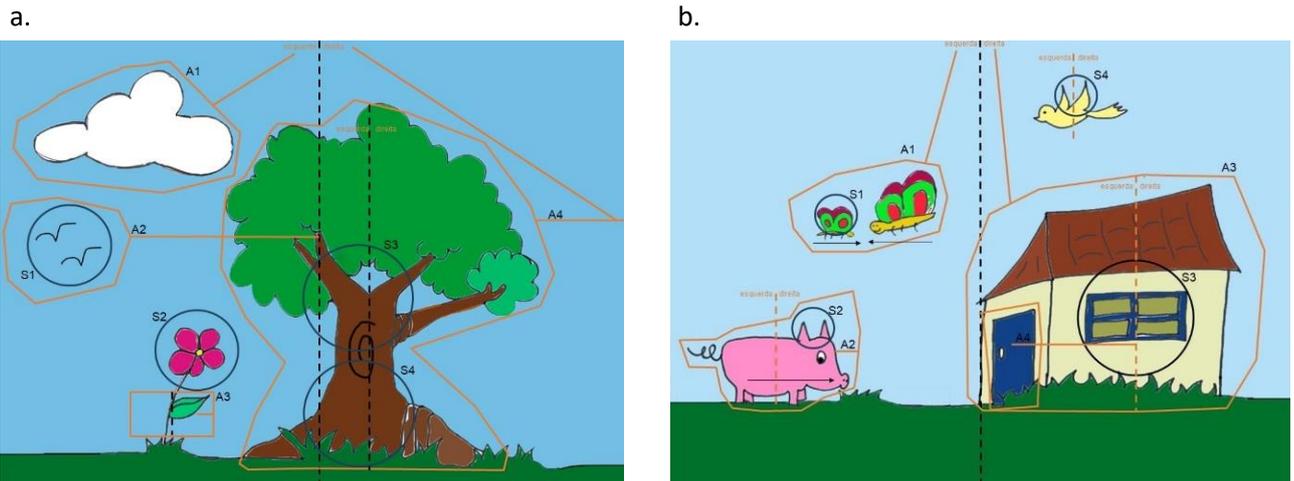


Figura 6(a) cena do jardim com 4 elementos simétricos (S1,2,3,4) passíveis de erros de cópia e 4 elementos assimétricos (A1,2,3,4,) passíveis de erros de espelhamento; 6(b) cena da fazenda com 4 elementos simétricos (S1,2,3,4) passíveis de erros de cópia e 4 elementos assimétricos (A1,2,3,4,) passíveis de espelhamento.

Na cena 6(a) destacamos 4 pontos simétricos (de S1 a S4), envoltos em círculo preto, para os quais atribuímos um total de 2 pontos para possíveis erros de cópia (0,5 para cada erro): (S1) os pássaros, (S2) a flor, (S3) os galhos da árvore e (S4) o tronco da árvore.

Destacamos também 4 pontos assimétricos, passíveis de espelhamento, envoltos em um perímetro delimitado por um fio laranja: (A1) a posição da nuvem, (A2) a posição dos pássaros, (A3) a folha na haste da flor, à esquerda da flor em relação à árvore, (A4) a posição da árvore à direita da ilustração.

Em 6(b), a ilustração mostra uma casa mais à direita do centro do desenho, com uma janela simétrica disposta como uma matriz de 2x2, uma porta para esquerda do centro da casa e um porquinho disposto à esquerda da casa. No céu, há um pássaro à direita e duas borboletas à esquerda. Destacamos 4 pontos simétricos, envoltos em círculo preto, e atribuímos no máximo 2 pontos para erros de cópia (0,5 para cada erro): (S1) as borboletas, (S2) as orelhinhas do porco, (S3) a janela e (S4) as asas do pássaro. Destacamos também 4 pontos assimétricos, passíveis de espelhamento, envoltos em um perímetro delimitado por um fio laranja: (A1) a posição das borboletas à esquerda da ilustração, (A2) a posição do porquinho à esquerda da ilustração com a orientação de cabeça para a direita, (A3) a posição da casa, à direita em relação ao porquinho e (A4) a posição da porta à esquerda da casa. Os dados foram quantificados de acordo com a incidência de espelhamento nesses itens.

Note-se que esse sistema não esgota todas as possibilidades de alteração das figuras originais nas cópias feitas pelas crianças. Fizemos uma escolha estratégica de 4 itens mais obviamente simétricos e 4 itens assimétricos nos dois desenhos, para conseguirmos uma consistência nos dados entre participantes, e para observarmos sempre esses mesmos itens para cada um dos 30 participantes em cada faixa etária, em detrimento de quaisquer outros elementos

Gráficos que possam ter surgido quando os participantes copiaram as ilustrações. Isso quer dizer que tivemos um *score* total máximo de 120 pontos (60 por desenho) abarcando todos os erros de cópia que os participantes poderiam ter cometido nos dois desenhos. Tivemos também um *score* total máximo de 120 pontos (60 por desenho) abarcando todos os espelhamentos que os participantes poderiam ter cometido nos dois desenhos. As Tabelas com os resultados por participante foram colocadas no pacote ezANOVA. Os resultados gerais geraram Gráficos de comparação que foram ou não validados pelos resultados das Anovas. À guisa de ilustração reproduzimos aqui a Tabela de controle que diz respeito aos erros de cópia cometidos pelos participantes da faixa etária de quatro anos em relação às gravuras 1 e 2.

CONTROLE DA EXECUÇÃO DOS PONTOS SIMÉTRICOS: Cada marcação equivale a um erro de cópia ao qual será atribuído 0,5 pontos																														
Desenho 1 – 4 anos																														
Participante	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Pontos																														
S1	x	x											x							x						x				x
S2	x																			x				x					x	
S3				x			x								x									x	x				x	
S4				x							x		x																	
Total por participante que foram inseridos na ezANOVA	1	0.5	0	1	0	0	0.5	0	0	0	0.5	0	1	0	0.5	0	0	0	0	1	0	0.5	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0.5	0.5

CONTROLE DA EXECUÇÃO DOS PONTOS SIMÉTRICOS: Cada marcação equivale a um erro de cópia ao qual será atribuído 0,5 pontos																															
Desenho 2 – 4 anos																															
Participante	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Pontos																															
S1						x	x			x					x				x							x					
S2		x	x				x							x					x				x								
S3	x		x				x		x					x		x	x		x					x				x			
S4	x						x														x									x	x
Total por participante que foram inseridos na ezANOVA	1	0.5	1	0	0	0.5	2	0	0.5	0.5	0	0	0	1	0	1	0.5	0	1.5	0.5	0	0.5	0	0.5	0	0.5	0.5	0	0.5	0.5	

Tabela 1: À guisa de ilustração da metodologia, copiamos aqui as Tabelas 1a e 1b onde organizamos o controle de pontos simétricos que geraram erros de cópia, cometidos pelos participantes do grupo de 4 anos em relação à Gravura 1, “cena no jardim” (Tabela 1a, de cima) e à Gravura 2, “cena na fazenda” (Tabela 1b, de baixo). Os totais por participante alimentaram a plataforma ezANOVA, cujas comparações serão apresentadas em Resultados e Discussão. Mais duas Tabelas como essas também foram preenchidas como controle do espelhamento.

Resultados e Discussão:

Os dados do Teste 2, ou seja o escore de erros e espelhamentos por idade foram devidamente checados para verificar se estavam em distribuição normal através do software SPSS. Como os dados indicaram ser uma distribuição normal (Shapiro-Wilk, $W(300) = 0,99, p = 0,31$), passamos a tratar os dados através do pacote ezANOVA de Análise e Visualização de

Experimentos Fatoriais (disponível em <https://people.cas.sc.edu/rorden/ezanova/index.html>). As funções deste pacote visam oferecer uma especificação consistente da análise de significância estatística ($p=0,05$) que serve para indicar as faixas de diferenças com significância estatística nos gráficos excel em que os dados crus são plotados linearmente.

Encontramos incidência de espelhamento neste teste de cópia de desenho entre as crianças de quatro e cinco anos. Por exemplo, a Figura 7a, traz um desenho produzido por uma criança de quatro anos em que foi possível distinguirmos incidência de espelhamento, contrastando com os índices, em que não houve nenhuma instância de espelhamento detectada na escrita do nome próprio nesta faixa etária:

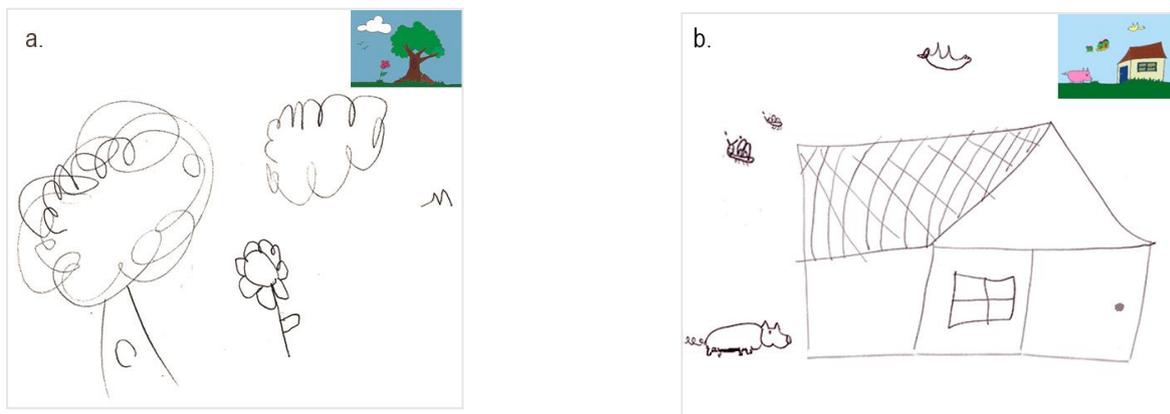


Figura 7(a): Desenho de um participante de quatro anos, com incidência de espelhamento nos elementos assimétricos: a nuvem desenhada está à direita da árvore, quando a ilustração traz a nuvem à esquerda; a flor está desenhada à direita da árvore pendendo a haste para a esquerda, quando a ilustração traz a flor à esquerda com a haste pendendo para a direita; a árvore desenhada está na borda esquerda do papel enquanto a ilustração traz a árvore mais para a esquerda, perto da borda. Há também erros de cópia como os galhos da árvore e a forma da nuvem; 7(b) Desenho de um participante de cinco anos, com incidência de espelhamento na casa: a porta está espelhada, e o telhado está invertido. A borboleta maior está à esquerda da menor, quando deveria ser o contrário.

Em relação às faixas etárias da pré-escola, tomadas as produções das crianças de quatro e cinco anos e os escores correspondentes consolidados, a análise detectou o Efeito Principal de espelhamento ($p=0.04426$). Tomados separadamente, nos grupos de quatro e cinco anos detectamos uma incidência de espelhamento um pouco maior na faixa de quatro anos. Contudo, a incidência não foi estatisticamente relevante ($p=0.13$), como podemos observar pelo Gráfico 1 e pela Tabela 1 da ANOVA que segue o gráfico.

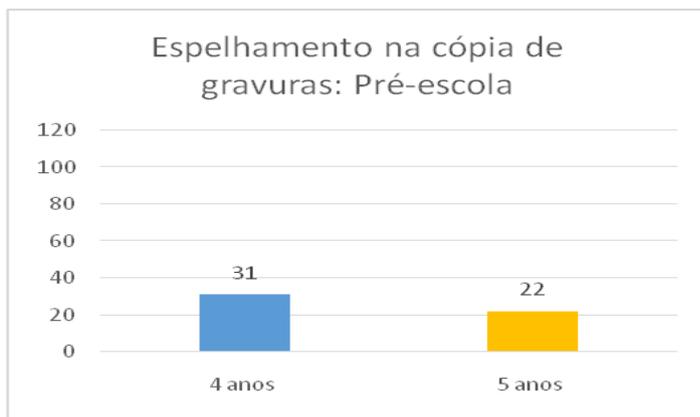


Gráfico 1: Incidência de espelhamento na pré-escola.

ANOVA: Design 1 Between Subject	
Factor: Incidência de espelhamento na pré-escola	
ANOVA: Design 1 Between Subject	
Factor	
Espelhamento	F(1,58) = 0.598
	p=0.0442600 SS=10.42
	MSe=17.43

Tabela 1: Tratamento estatístico do Gráfico 1

Em relação aos erros de cópia, o Gráfico 2 apresenta a comparação entre os participantes da pré-escola. A análise estatística da incidência de erros de cópia (Tabela 2) detectou forte Efeito Principal de erro de cópia ($p=0.024222$) entre os grupos de quatro e cinco anos, sendo que a faixa etária de quatro anos apresentou uma incidência maior de erros.

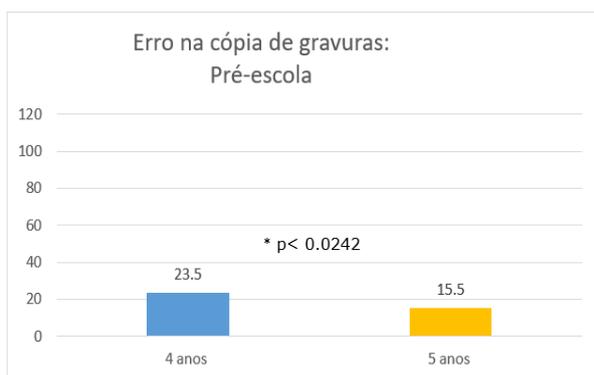


Gráfico 2: Incidência de erros nos grupos da pré-escola.

ANOVA: Design 1 Between Subject	
Factor: Incidência de erros na pré-escola	
ANOVA: Design 1 Between Subject	
Factor	
Erro	F(1,58) = 5.36 p=0.024222
	SS=120.42 MSe=22.49

Tabela 2: Tratamento estatístico do Gráfico 2

Com este teste não linguístico pudemos, então, verificar que, nos desenhos das crianças de quatro e cinco anos, já existe incidência de espelhamento e que a diferença entre a incidência aos quatro e cinco anos foi irrelevante. Este resultado vai ao encontro da nossa hipótese principal de que já durante a pré-escola a cognição arraigada da simetria está em perfeito funcionamento e influencia a percepção visual das crianças nessa faixa etária. Portanto, os objetos nos desenhos – porco, árvore, pássaros, borboletas, casa, nuvem, janela e flor – já devidamente representados no cérebro das crianças de quatro e cinco anos, puderam ser espelhados.

Em relação aos erros de cópia, existir contraste estatisticamente significativo entre os quatro e cinco anos é mais esperado do que não existir, já que os recursos de memória de trabalho e atenção são realmente maiores aos cinco do que aos quatro anos (Cowan *et al* 2010). Apesar disso, se o contraste em relação ao espelhamento não apareceu nesta faixa etária, temos mais um indício de que o viés para a simetria é bastante forte, até um teto: o momento em

que a criança recebe informação suficiente para inibi-lo, o que acontece na alfabetização aos seis anos. Outra possibilidade é a de que como a simetriação não causa embaraços ou consequências negativas para a maioria das situações que envolve reprodução de objetos, as crianças na pré-escola, indistintamente aos 4 ou 5 anos, não percebem que devem inibir este viés.

Em relação aos participantes escolares, também foi encontrado Efeito Principal de Espelhamento (Tabela 2) altamente significativo ($p=0.001131$).

Olhando os valores par a par, nos grupos de 6, 7 e 8 anos (Gráfico 3), a incidência de espelhamento diminui progressivamente: entre 6 e 7 anos houve diminuição nominal do score de espelhamento (de 19 para 12), mas não foi uma diferença significativa (Tabela 3) estatisticamente ($p=0,09$); entre 6 e 8 anos a diferença foi estatisticamente significativa ($p=0,0003$), assim como entre 7 e 8 anos ($p=0,0350$). Além disso, a maior incidência de espelhamento, que aconteceu com o grupo de 6 anos (Tabela 3) score 19 no score de espelhamento total de 120), foi menor também que a maior incidência encontrada no grupo da pré-escola, entre os alunos de quatro anos (score de 31 em 120).

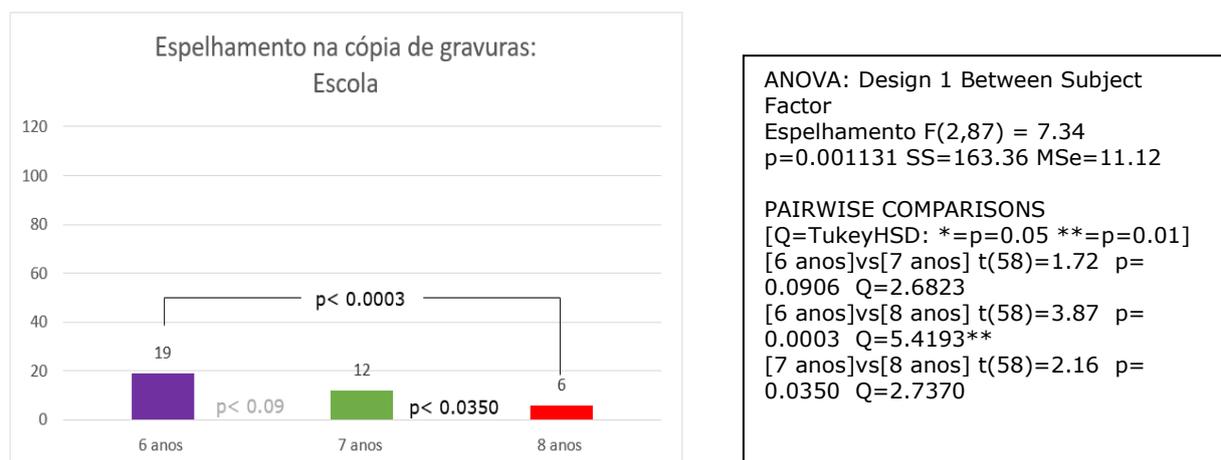
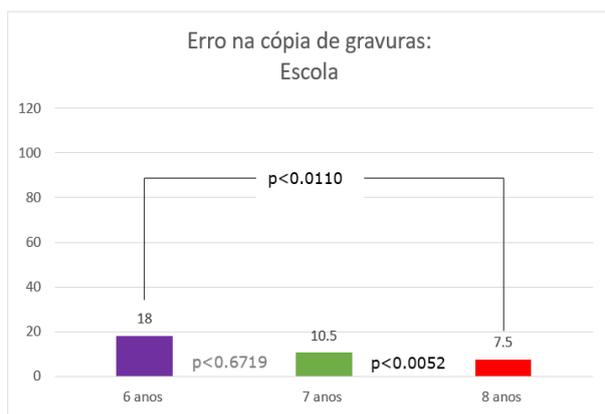


Gráfico 3: Incidência de espelhamento nos grupos de 6 a 8 anos.

Tabela 3: Tratamento estatístico do Gráfico 3

Quanto ao erros de cópia do desenho (Gráfico 4), foi encontrado Efeito Principal (Tabela 4) de altamente significativo ($p=0.009385$). Olhando os valores par a par, nos grupos de 6, 7 e 8 anos, a incidência de espelhamento diminui progressivamente: entre 6 e 7 anos houve diminuição do score de espelhamento (de 18 para 10.5), mas não foi uma diferença significativa estatisticamente ($p=0.6719$); entre 6 e 8 anos a diferença foi estatisticamente significativa ($p=0,01$), assim como entre 7 e 8 anos ($p=0,0052$). Além disso, a maior incidência de erros de cópia, que aconteceu com o grupo de 6 anos (score 18 em 120), foi menor também que a maior incidência de erros encontrada no grupo da pré-escola, entre os alunos de quatro anos (score de 23.5).



ANOVA: Design 1 Between Subject Factor. Erro $F(2,87) = 4.93$
 $p=0.009385$ $SS=81.67$ $MSe=8.29$

PAIRWISE COMPARISONS
 [Q=TukeyHSD: *= $p=0.05$
 **= $p=0.01$]
 [6 anos]vs[7 anos] $t(58)=0.43$ $p=0.6719$ $Q=0.6343$
 [6 anos]vs[8 anos] $t(58)=2.63$ $p=0.0110$ $Q=3.4885$
 [7 anos]vs[8 anos] $t(58)=2.90$ $p=0.0052$ $Q=4.1228$

Gráfico 4: Incidência de erro de cópia nos grupos de 6 a 8 anos.

Tabela 4: Tratamento estatístico do Gráfico 4

É interessante observar também que no grupo da pré-escola a incidência de erro foi decrescente, assim como a incidência de erro no grupo das crianças de 6, 7 e 8 anos. Porém, as crianças de 6 anos tiveram um score mais alto de erros (18) do que as de cinco anos (15,5).

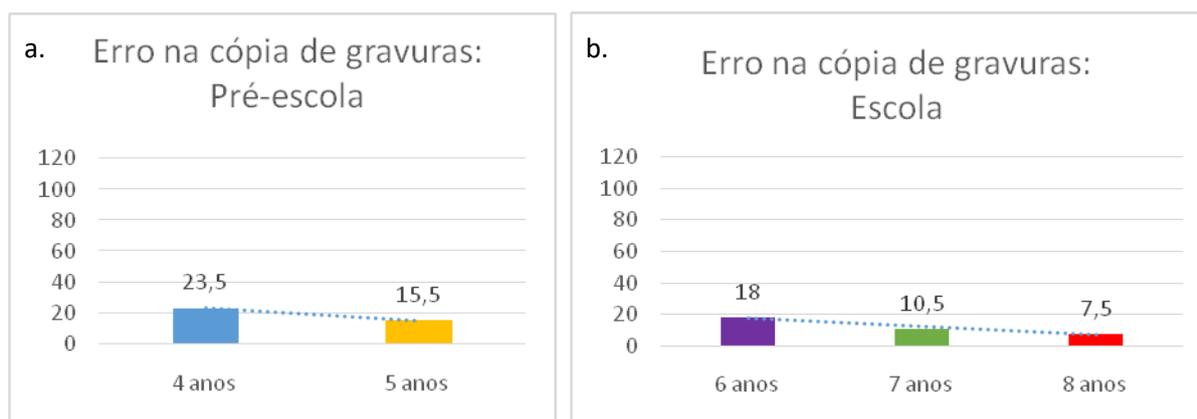


Gráfico 5: Incidência de erro na cópia de gravuras na pré-escola(a) e na escola (b).

Existe uma vasta literatura mostrando o impacto positivo que a leitura e a escrita causam no sistema cognitivo geral dos aprendizes (Cf. Dehaene, 2010; Dehaene *et al*, 2010; Dehaene, 2012; Dehaene, 2013; Pegado *et al*, 2014; Kolinsky *et al*, 2014; Dehaene *et al*, 2015; Kolinsky *et al*, 2016). Contudo, também há estudos mostrando que no momento do aprendizado da leitura e escrita pode haver alguns tipos de reformatações que, de alguma forma, desorganizam momentaneamente cognições relacionadas. Andrade *et al* (2018), por exemplo, encontraram que crianças aprendendo a ler tem um déficit momentâneo no reconhecimento de faces. Já Boudreau, Bushnell (2000) mostraram que o aumento das demandas cognitivas durante o período de aquisição de leitura e escrita pode atrapalhar o planejamento motor e a execução de ações manuais, incluindo acurácia com desenhos.

Com o nosso teste, não se pode afirmar que o resultado pior das crianças de 6 anos em relação às de 5 seja fruto desses desajustes momentâneos, mas este resultado ligeiramente pior para as crianças sendo alfabetizadas está de acordo com essa tendência, apontada pela literatura, de haver um direcionamento dos recursos cognitivos aos 6 anos em favor das tarefas da alfabetização. Outros testes devem ser aplicados para jogar mais luz sobre esse indício.

Em resumo foram esses os principais resultados quantitativos aferidos pelo Teste 2:

- Houve Efeito Principal de espelhamento ($p=0.04426$) na cópia de desenhos na faixa de idade pré-escolar (4 e 5 anos), diferentemente do que aconteceu com a escrita dos nomes próprios nessa mesma faixa etária. Olhando separadamente, não foi possível contrastar a incidência de espelhamento entre os participantes de 4 e 5 anos. Ou seja o grupo pré-escolar, nas duas faixas etárias, está cognitivamente apto como um todo a espelhar.
- A análise estatística da incidência de erros de cópia também detectou forte Efeito Principal de erro de cópia ($p=0.024222$) entre os grupos pré-escolares como um todo, sendo que o efeito também se estendeu ao contraste entre as duas faixas etárias escolares em separado: a faixa etária de quatro anos apresentou uma incidência de erros estatisticamente maior.
- Foi encontrado Efeito Principal significativo ($p=0.009385$) de espelhamento nos desenhos de grupos escolares. Porém ao contrastarmos as faixas etárias dentro do grupo de escolares temos uma diminuição do score de espelhamento entre 6 e 7 anos sem que o efeito seja estatístico ($p=0.6719$); porém entre 6 e 8 anos a diferença foi estatisticamente significativa ($p=0,01$), assim como entre 7 e 8 anos ($p=0,0052$).
- Além disso, houve maior incidência de erros de cópia no grupo de 6 anos em relação aos de 7 e 8, mas menor do que o score encontrado no grupo pré-escolar. Ou seja a incidência de erros de cópia sempre decresce em direção aos grupos mais velhos.

3.3 Teste 3: Teste de Ditado para Verificação de Espelhamento de Letras

O objetivo deste teste é discriminar claramente entre grupos de crianças alfabetizadas e não alfabetizadas, avaliando a incidência de espelhamento de letras sem suporte visual, em faixas etárias distintas. A hipótese é que o espelhamento depende de uma representação mental da forma dos grafemas na memória. Esperamos, assim, que crianças pré-escolares não apresentem espelhamento devido à falta dessa representação mental sólida das letras.

Embora o Teste 3 seja similar ao Teste 1, eles diferem em um ponto importante: no Teste 1, o uso de nomes próprios possivelmente ativou memórias visuais específicas, como letras frequentes organizadas em sequências frequentes. No Teste 3, no entanto, trabalhamos com letras, palavras e sentenças aleatórias (Tabela 5), de modo que as crianças não podiam recorrer à memória visual de formas frequentes.

Para o experimento, ditamos letras isoladas para as crianças de quatro anos. As de cinco anos também receberam sílabas e palavras de duas sílabas, com quatro grafemas. Para as crianças de seis anos, foram ditadas palavras de uma a três sílabas, enquanto as de sete e oito anos trabalharam com sentenças simples. Em todos os grupos etários, equilibramos a quantidade de letras assimétricas suscetíveis ao espelhamento.

A escolha de níveis variados de complexidade (letras, sílabas, palavras e sentenças) visou respeitar o nível de familiaridade e prática de cada faixa etária, conforme o contexto escolar. Para as crianças pré-escolares, por exemplo, o uso de palavras e sentenças poderia distorcer os resultados, pois elas ainda não passaram pela alfabetização. No entanto, crianças nessa faixa etária já têm algum domínio de letras isoladas, mesmo sem habilidades de decodificação completas. Já para as crianças alfabetizadas, habituadas ao contexto lexical, usamos palavras e frases, o que evitou o viés letras avulsas com as quais pouco trabalham. Assim procuramos manter o contexto mais comum de cada faixa etária, mantendo o número fixo o número de observações da grafia das letras em cada faixa etária.

4 anos	5 anos	6 anos	7/8 anos
B	CA	BOLA	O SAPATO AZUL DO MARCIO .
C	G	LASCA	O NEYMAR CHUTA A BOLA .
D	DO	GARFO	
E	BOLA	JANELA	
F	RO	ÁRVORE	
G	SAPO	NEYMAR	
J	NEY		
K	J		
L	Q		
N	ZI		
P	FOI		
O	SA		
R			
S			
Y			
Z			
A			
T			
X			
I			

Tabela 5: lista de todos os itens testados por idade: letras espelháveis e não espelháveis: Letras em separado para as crianças de 4 anos; letras e sílabas para os participantes de 5 anos; palavras de 2 e 3 sílabas para participantes de 6 anos e sentenças para as crianças de 7 e 8 anos. Incluímos as letras <k> e <y>, porque elas são muito frequentes na grafia de nomes próprios e são passíveis de espelhamento.

Procedimentos

No início do teste, cada participante recebia previamente uma folha A4, lápis e borracha. Nesta testagem, a tarefa da criança era escrever o que o pesquisador ditava. Cada letra, sílaba, palavra ou sentença era lida uma a uma, de forma pausada, para que os participantes ouvissem e escrevessem. Os itens do ditado em cada lista foram aleatorizados.

Resultados e discussão

Como mostra o Gráfico 10 e a ANOVA aplicada aos resultados, não houve diferença estatística significativa ($p=0.05$) de espelhamento entre as faixas etárias de quatro e cinco anos ($p=0.337267$). A falta de contraste foi um resultado esperado, pois considera-se que a alfabetização seja um processo que requer ensinamento explícito como desencadeador das mudanças cognitivas, que se dão mediante a alfabetização.

Crianças na pré-escola não conhecem as letras verdadeiramente, a não ser por exposição ocasional. Por conseguinte, não conhecem seus parâmetros. Assim, quando instadas a escrever, as crianças cometeram muitos erros (coluna azul) e praticamente não fizeram espelhamento (coluna abóbora). Ou seja, as letras não estão ainda representadas no cérebro, por isso, a taxa de espelhamento foi desprezível.

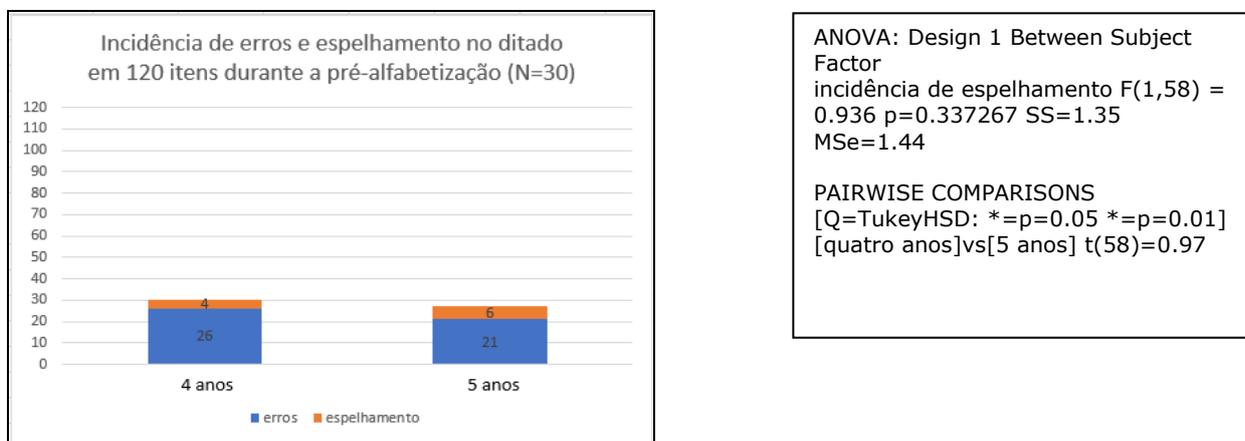
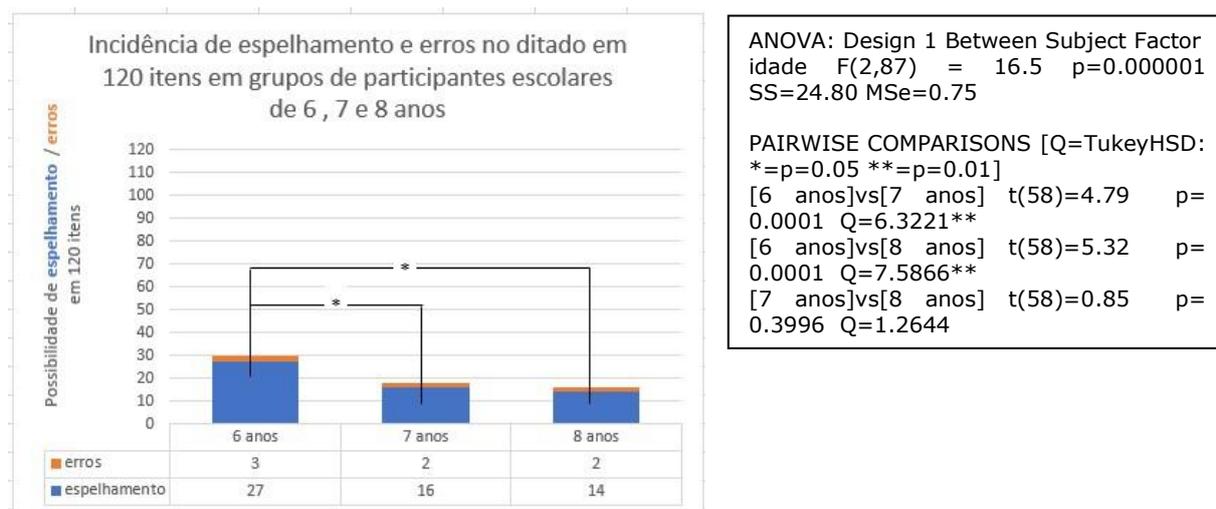


Gráfico 6: Incidência de erros e espelhamento no ditado de 120 itens durante a pré-escola.

Um quadro oposto ocorreu com as crianças em idade escolar de 6 a 8 anos. Houve efeito principal de espelhamento, altamente significativo, entre as 3 faixas etárias escolares ($p=0.000001$).

Nas comparações dois a dois (PAIRWISE COMPARISONS [Q=TukeyHSD: $*=p=0.05$ $**=p=0.01$]), houve significância estatística para o espelhamento entre as faixas etárias de 6 e 7 e de 6 e 8 anos. Porém, os resultados obtidos entre 7 e 8 anos foram estatisticamente equivalentes, sendo a faixa de 8 anos a que gerou o menor número de erros e espelhamentos. Esse resultado

mostra que a escolaridade concorre para uma progressiva diminuição na taxa de espelhamento e de erros no resultado da escrita advinda de ditado.



ANOVA: Design 1 Between Subject Factor idade $F(2,87) = 16.5$ $p=0.000001$ $SS=24.80$ $MSe=0.75$

PAIRWISE COMPARISONS [Q=TukeyHSD: $*=p=0.05$ $**=p=0.01$]
 [6 anos]vs[7 anos] $t(58)=4.79$ $p=0.0001$ $Q=6.3221^{**}$
 [6 anos]vs[8 anos] $t(58)=5.32$ $p=0.0001$ $Q=7.5866^{**}$
 [7 anos]vs[8 anos] $t(58)=0.85$ $p=0.3996$ $Q=1.2644$

Gráfico 7: Incidência de espelhamento e erro no ditado durante a alfabetização e pós-alfabetização: 30 participantes de 6 anos, 30 participantes de 7 anos e 30 participantes de 8 anos.

Notemos, também, que a incidência de espelhamento das crianças de 5 e 6 anos foi exatamente igual (27 itens em 120). Assim, a faixa etária entre imediatamente antes e imediatamente depois da classe de alfabetização é exatamente onde se localiza a transição entre a interpretação da letra como desenho ou como grafema (Figura 8).

Esses achados confirmam a nossa hipótese de que a criança pré-escolar tende a espelhar só quando tem apoio do estímulo visual ou bastante instrução explícita dos parâmetros das letras. Quanto aos erros, estes diminuíram drasticamente nestes participantes e não houve nenhum efeito estatístico na comparação.

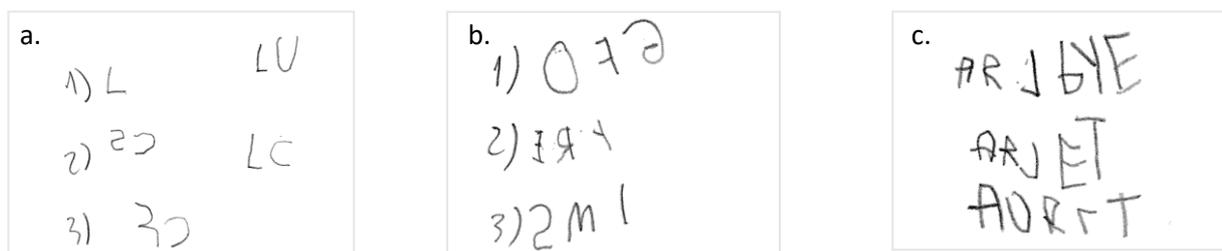


Figura 8 (a), (b), (c): Exemplo das três primeiras palavras ditadas a três participantes de 6 anos em que se nota alta incidência de espelhamento em três participantes de 6 anos. Em 8(a) as palavras ditadas foram *lasca*, *garfo*, *bola*. Existem duas palavras desalinhadas à direita que podem estar querendo mapear *lasca*. Em 8(b) as palavras eram *garfo*, *Neymar*, *janela*. Em 8(c) o ditado foi *árvore*, *Neymar*, *garfo*, mas parece que o participante ficou querendo dar conta de *árvore* em todas as tentativas.

Em resumo foram esses os principais resultados quantitativos aferidos pelo Teste 3:

- Não encontramos diferença estatística significativa de espelhamento entre as faixas etárias pré-escolares ($p=0.337267$), pois as letras não estão ainda representadas no

cérebro e portanto, na situação do ditado, não poderiam mesmo ser espelhadas sem a presença de um modelo visual externo.

- Esses achados confirmam a nossa hipótese de que a criança pré-escolar tende a espelhar só quando tem apoio do estímulo visual ou bastante instrução explícita dos parâmetros das letras.
- Um quadro oposto ocorreu com as crianças em idade escolar de 6 a 8 anos. Encontramos efeito principal de espelhamento, altamente significativo, entre as 3 faixas etárias durante e pós a alfabetização ($p=0.000001$). Mas nas comparações dois a dois podemos captar um decréscimo progressivo na taxa de espelhamento e de erros dos 6 aos 8 anos. Esse resultado indica que a escolaridade concorre para uma progressiva diminuição na taxa de espelhamento e de erros no resultado da escrita advinda de ditado.

3.4 Teste 4: Cópia de letras bastão maiúsculas

Metodologia

Neste teste pedimos aos participantes a cópia de uma sentença escrita com letras do tipo bastão maiúsculas com o objetivo de identificar a incidência de espelhamento. Utilizamos um total de 9 grafemas em caixa alta, assimétricos que, pelo seu formato e orientação, poderiam ser espelhados. São eles: P, R, E, S, J, B, L, D e N. Somando as ocorrências de grafemas que poderiam ser rotacionados nas duas sentenças, levando em conta que os grafemas E, S e D aparecem mais de uma vez, temos o total de 13 letras que poderiam ser espelhadas.

Este teste é bastante semelhante ao Teste 2 em que pedimos cópia de dois desenhos. Nossas hipóteses são semelhantes às do Teste 2. Para os participantes da pré-escola, como as representações de alguns objetos já existem e tendo o apoio visual, os participantes cometeram erros e também espelhamentos. Diferentemente do Teste 2, aqui no Teste 4 os participantes teriam mais apoio do frase impressa que foi oferecida para eles. Mas tenderiam a espelhar bem mais do que nos testes 1 e 3, em que eles escreveram sem apoio visual. Outra hipótese é que haveria pouca adesão à linearização da escrita entre esses participantes, apesar das sentenças modelo. Também supomos por faltas exatamente dos conceitos da escrita como modo de comunicação, não haveria diferença entre a produção das crianças de quatro e cinco anos.

Já em relação aos participantes escolares, nossa hipótese seria a de que os participantes mostrariam uma adesão progressiva às normas do texto escrito, eliminando progressivamente os espelhamentos e tornando a produção progressivamente mais alinhada e melhor espaçada em cada grupo etário.

5.4.3 Material e Procedimentos

Neste quarto teste, o pesquisador pedia que cada participante copiasse as duas sentenças grafadas em letra bastão, caixa alta, numa folha A4, recebida previamente, juntamente com lápis e borracha. Ao terminar a cópia da primeira sentença o pesquisador entregava a segunda sentença. Os papéis com as sentenças–estímulo podem ser vistos nas Figuras 9 (a) e (b):

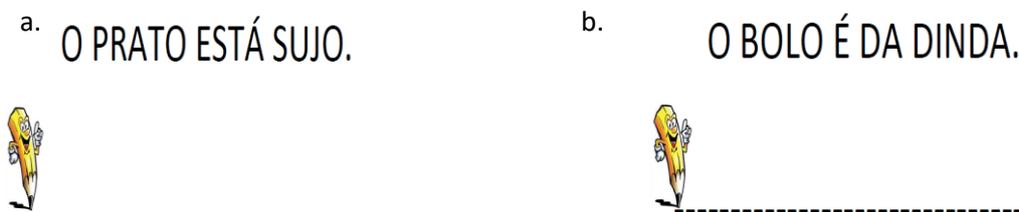


Figura 9 (a) e (b) : Estímulos para cópia do Teste 4 e o local tracejado para a cópia.

Resultados e discussão

Como mostram o Gráfico 12 e a Tabela 8 da ANOVA aplicados aos resultados, houve efeito principal de espelhamento ($p=0.000001$), altamente significativo, entre as 2 faixas etárias, durante a pré escola (quatro e cinco anos) e as primeiras séries escolares (6 e 7 e 8 anos).

Nas comparações dois a dois (PAIRWISE COMPARISONS [Q=TukeyHSD: *= $p=0.05$ **= $p=0.01$], não houve significância estatística entre as faixas etárias de 4 e 5 ([quatro anos]vs[cinco anos] $t(56)=1.55$ $p=0.1257$ $Q=1.6919$). Nessa faixa etária, as crianças na pré-escola espelham cerca de 1 grafema em cada 13 ocorrências espelháveis (respectivamente 1, 2 e 0,9). Este resultado alinha-se perfeitamente à hipótese que levantamos aqui de que o espelhamento acontece mediante o reconhecimento de uma unidade de representação. Quando espelhamos um desenho de cavalo em relação a um cavalo existente como modelo é porque recorremos também a uma representação de cavalo no nosso cérebro e nessa representação não valoramos a orientação do rabo e da cabeça do animal. Por isso o modelo pode apresentar cabeça virada para direita e rabo para esquerda, mas nosso desenho pode mostrar orientação inversa.

Nas Figuras 10 (a), (b), (c), (d) e (e) seguem alguns exemplos característicos de cópia do estímulo em 9 (a) “O PRATO ESTÁ SUJO”, por faixa etária estudada:



Figura 10: (a) produzida por participante de quatro anos; (b) participante de cinco anos; (c), participante de 6 anos; (d) participante de 7 anos; e (e) participante de 8 anos.

Nota-se que nas faixas etárias da pré-escola 10(a) e (b), a cópia se assemelha a cópia de desenhos, com pouca ou nenhuma adesão aos parâmetros das letras ou alinhamento de texto. Assim, ocasionalmente encontra-se espelhamento de letras na pré-escola, estritamente na tarefa de cópia com modelo. Entretanto, vamos defender a idéia de que, como bem ilustra as produções do Teste 4 aqui apresentadas, as letras nessa faixa etária ainda são concebidas como qualquer desenho. Não há representação; só cópia de um modelo.

De fato, temos base estatística para esta afirmação. Comparando as duas faixas etárias na pré-escola, quatro e cinco anos, com a faixa etária de seis anos, correspondente à classe de alfabetização, onde encontramos efeito máximo de espelhamento, temos como resultado um teor significativo (*) e altamente significativo (**): (i) ([quatro anos]vs[seis anos] $t(56)=2.51$ $p=0.0149$ $Q=4.1528^*$) e (ii) ([cinco anos]vs[seis anos] $t(56)=3.43$ $p=0.0012$ $Q=5.8447^{**}$) de contraste com o grupo no processo de alfabetização que espelha muito mais.

Não é de se espantar que exatamente na faixa etária dos seis anos, ou seja o momento em que as letras estão se tornando representações bem caracterizadas no cérebro, que seja também o momento em que se dá o maior índice de espelhamento – aos seis anos: 75 ocorrências no total, no grupo de 29 crianças expostas a 13 ocorrências espelháveis cada, perfazendo uma média de cerca de 2 espelhamentos por criança, o que equivale praticamente ao dobro da taxa de espelhamento aferida para as faixas etárias de quatro e cinco anos.

No Gráfico 8, encontra-se a comparação da taxa de espelhamento nas cinco faixas etárias.

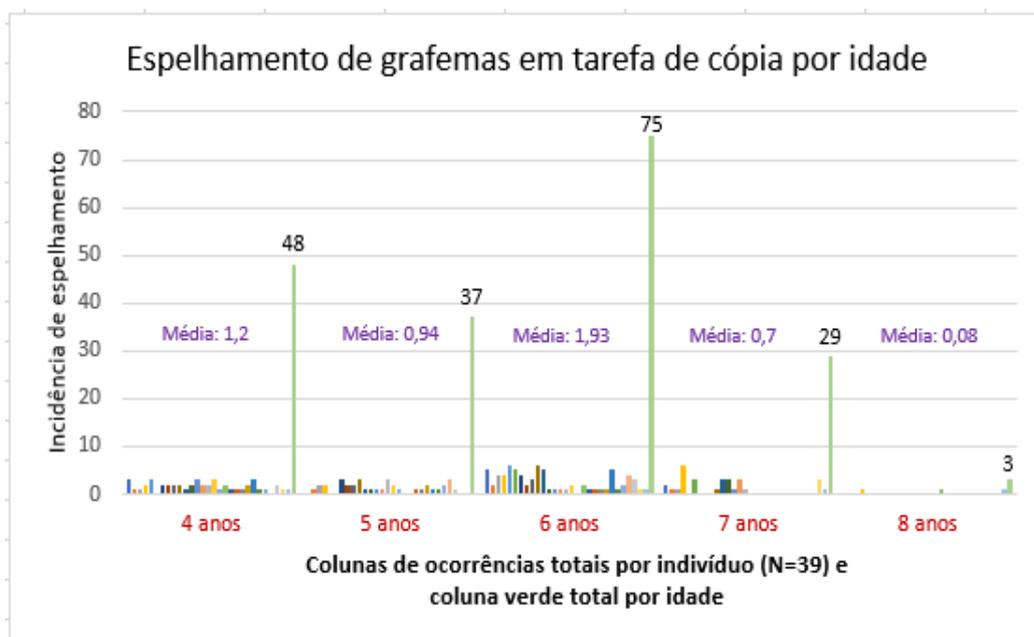


Gráfico 8: Incidência de espelhamento na cópia durante a alfabetização e pós-alfabetização por participante: 29 participantes de quatro anos, 29 participantes de cinco anos, 29 participantes de 6 anos, 29 participantes de 7 anos e 29 participantes de 8 anos. As colunas em verde consolidam todas as ocorrências de espelhamento em cada faixa etária. O ápice do efeito de espelhamento está na faixa dos seis anos (75 ocorrências), e o fim do efeito aos 8 anos (3 ocorrências).

ANOVA: Design 1 Between Subject Factor: Espelhamento de grafema em cópia por idade $F(4,140) = 16.4$ $p=0.000001$ $SS=95.70$; $MSe=1.46$
 PAIRWISE COMPARISONS [Q=TukeyHSD: *= $p=0.05$ **= $p=0.01$]
 [quatro anos]vs[5 anos] $t(56)=1.55$ $p=0.1257$ $Q=1.6919$
 [quatro anos]vs[6 anos] $t(56)=2.51$ $p=0.0149$ $Q=4.1528^*$
 [quatro anos]vs[7 anos] $t(56)=2.05$ $p=0.0446$ $Q=2.9223^*$
 [quatro anos]vs[8 anos] $t(56)=9.17$ $p=0.0001$ $Q=6.9213^{**}$
 [5 anos]vs[6 anos] $t(56)=3.43$ $p=0.0012$ $Q=5.8447^{**}$
 [5 anos]vs[7 anos] $t(56)=0.83$ $p=0.4103$ $Q=1.2305$
 [5 anos]vs[8 anos] $t(56)=6.05$ $p=0.0001$ $Q=5.2294^{**}$
 [6 anos]vs[7 anos] $t(56)=3.65$ $p=0.0006$ $Q=7.0751^{**}$
 [6 anos]vs[8 anos] $t(56)=7.31$ $p=0.0001$ $Q=11.0741^{**}$
 [7 anos]vs[8 anos] $t(56)=3.18$ $p=0.0024$ $Q=3.9990^{**}$

Tabela 8 – Estatística das comparações das faixas etárias duas a duas em relação ao espelhamento de grafema em cópia por idade

Nas comparações dois a dois entre as faixas etárias escolares, isto é aos 6, 7 e 8 anos, houve alta significância estatística nas comparações: (i) ([6 anos]vs[7 anos] $t(56)=3.65$ $p=0.0006$ $Q=7.0751^{**}$) e (ii) ([6 anos]vs[8 anos] $t(56)=7.31$ $p=0.0001$ $Q=11.0741^{**}$). Enquanto aos 6 anos a média de espelhamentos a cada 13 grafemas equivale a 2 grafemas, aos 7 anos a ocorrência média de espelhamento é inferior a 1 (0,7) e aos 8 anos ela praticamente inexistente (0,08).

Finalmente, nas duas faixas etárias pós alfabetização, ou seja aos 7 e 8 anos, o fenômeno do espelhamento passa a percorrer amplo declínio, abrindo uma diferença significativa: [7 anos]vs[8 anos] $t(56)=3.18$ $p=0.0024$ $Q=3.9990^{**}$. Esse resultado mostra que a escolaridade concorre para uma progressiva diminuição na taxa de espelhamento e de erros no resultado da escrita advinda de ditado.

Em resumo foram esses os principais resultados quantitativos aferidos pelo Teste 4:

- Houve efeito principal de espelhamento ($p=0.000001$), altamente significativo, entre as 2 faixas etárias, durante a pré-escola (quatro e cinco anos) e as três faixas etárias escolares (6 e 7 e 8 anos);
- Esses achados confirmam a nossa hipótese de que a criança pré-escolar tende a espelhar só quando tem apoio do estímulo visual ou bastante instrução explícita dos parâmetros das letras;
- Houve um acirramento do espelhamento aos seis anos, exatamente quando os parâmetros visuais das letras estão ficando mais explícitos para as crianças;
- As taxas de espelhamento caem rapidamente entre as três faixas etárias escolares.

4. Considerações finais

Em conclusão, nosso estudo revelou um panorama evolutivo fascinante sobre o espelhamento da escrita em crianças de diferentes idades, evidenciando o intrincado processo de

formação das representações visuais e cognitivas das letras ao longo do desenvolvimento dos 4 aos 8 anos.

No Teste 1, observamos que as crianças de quatro e cinco anos apresentam baixíssima incidência de espelhamento ao tentar escrever seus próprios nomes de memória. Essa fase mostrou uma notável variação interindividual, indo desde crianças com pouca familiaridade em segurar o lápis até outras que já demonstram uma compreensão inicial das formas das letras. Nas idades escolares, (6, 7 e 8 anos) encontramos alguns casos de espelhamento, acompanhados por lapsos de memória, indicando que o reconhecimento de grafemas está em evolução.

Com o Teste 2, investigamos nossa pergunta central: se as crianças de quatro e cinco anos já aplicam a invariância em espelho – essa tendência natural de ver formas refletidas como iguais – ao desenhar. Ou seja, se são cognitivamente capazes de espelhar em suas representações visuais. Os resultados confirmam que o espelhamento depende de uma representação sólida no cérebro, mas apontam também que, aos quatro anos, a criança já utiliza o espelhamento para todos os elementos familiares a ela.

Observamos uma incidência de espelhamento altamente significativa nas cópias de desenhos, sendo que as crianças de quatro anos espelham mais que as de cinco, sugerindo que um conhecimento mais avançado do mundo já começa aos cinco anos inibir a simetrização em situações onde ela não é adequada. Esse achado nos leva a propor que as letras sejam apresentadas às crianças na pré-escola, como vimos defendendo em todo o texto, para forçar o espelhamento também mais cedo antes de começarem a fase da decodificação que parecia grafemas aos fonemas. Sugerimos, com apoio na literatura, de que a dissemetrização seja alcançada ainda quando as letras estariam sendo representadas como forma visual de baixo nível, antes de qualquer associação com fonologia ou semântica (Dehaene et al., 2010).

No Teste 3, que avaliou a produção das crianças a partir de um ditado, aprendemos que, devido ao conhecimento limitado das letras e mais ainda das correspondências grafema-fonema, pelas crianças pré-escolares, elas apresentam muitos erros durante o ditado, e poucos espelhamentos já que não sabem o suficiente para espelhar. Em contraste, as crianças entre seis e oito anos, em idade escolar, mostraram um efeito significativo de espelhamento, com a incidência notadamente maior no grupo de seis anos. Esse achado sugere que a fase inicial de alfabetização aos seis anos, através da introdução da metalinguagem e do ensino explícito sobre a forma das letras e depois a correspondência grafema-fonema, ativa intensamente a tendência ao espelhamento, como resposta natural à incrementação da representação das letras no cérebro.

Por fim, no Teste 4, ao solicitar a cópia de duas sentenças, encontramos uma incidência marcante de espelhamento entre as crianças de seis anos, justamente aquelas que estão construindo a representação mental das letras, conhecem os nomes das letras e iniciam a

instrução formal sobre suas características. Esses três elementos parecem formar a “receita” perfeita para o espelhamento, que atinge um pico nessa faixa etária e, então, começa a declinar progressivamente até os oito anos.

Em resumo, o estudo traz à luz como a combinação de conhecimento visual e formal sobre as letras desencadeia o fenômeno do espelhamento, um processo natural que, ao longo do tempo, vai sendo superado à medida que a criança internaliza as regras de reconhecimento das assimetrias na escrita.

Nossa pesquisa não apenas contribui para o entendimento do espelhamento na escrita durante a alfabetização, mas também oferece *insights* sobre o papel da instrução formal e do desenvolvimento cognitivo no refinamento das habilidades visuais e escritas. Nesse sentido, acreditamos que a introdução da forma dos grafemas mais cedo na Educação Infantil, mesmo antes de se trabalhar com a codificação de grafema-fonema, poderia trazer um ganho imediato para a criança. Os grafemas tornar-se-iam objetos de representação nos cérebros infantis mais cedo e estariam passíveis de sofrer espelhamento mais cedo. Assim, quando as crianças começassem a trabalhar a codificação grafema-fonema, aos 6 anos, o espelhamento estaria já em sua fase final. Com isso, esse fenômeno não traria impactos deletérios para o curso da alfabetização, momento tão sensível na vida das crianças, especialmente em um país que conta com a escolarização e com a capacidade de leitura para o reforço da cidadania.

REFERÊNCIAS

Andrade, I. R.; França, A.I.; Sampaio, T. O. M. Dinâmicas de interação nature-nurture: do imprinting à reciclagem neuronal. *ReVEL*, vol. 16, n. 31, 2018.

Behrmann, M; Thomas, C.; Humphreys, K. Seeing it differently: visual processing in autism *Trends in Cognitive Science -REVIEW ARTICLE VOLUME 10, ISSUE 6, P258-264, JUNE 2006* doi.org/10.1016/j.tics.2006.05.001

Bittner J.L, Gold J.M. The Impact of Symmetry on the Efficiency of Human Face Perception. *Perception*. 2017 Jul;46(7):830-859. Doi: 10.1177/0301006616684230. Epub 2017 Jan 6. PMID: 28056658.

Bornstein, M.H; Ferdinandsen, K.; Gross, C. (1981). Perception of symmetry in infancy. *Developmental Psychology*. 17. 82-86. 10.1037/0012-1649.17.1.82.

Bornstein, M.H.; Gross, C. G.; Wolf, J.Z. Perceptual similarity of mirror images in infancy, *Cognition*, Volume 6, Issue 2, Pages 89-116, 1978. doi.org/10.1016/0010-0277(78)90017-3

Boudreau J, Bushnell E. Spilling thoughts: Configuring attentional resources in infants' goal-directed actions. *Infant Behavior & Development*. v23:543–566, 2000.

Cowan N, Hismjatullina A, AuBuchon AM, Sauls JS, Horton N, Leadbitter K, With development, list recall includes more chunks, not just larger ones. *Developmental Psychology*. 2010;46:1119–1131. doi: 10.1037/a0020618.

- Danziger, E., & Pederson, E. Through the looking glass: Literacy, writing systems and mirror-image discrimination. *Written Language and Literacy*, 1, 153–169, 1998. doi:10.1075/wll.1.2.02dan
- Dehaene, S; Poline, Jb; Le Bihan, D; Cohen, L. The visual word form area: a prelexical representation of visual words in the fusiform gyrus. *Neuroreport* 13(3):p 321-325, March 4, 2002.
- Dehaene, S. *Reading in the Brain: The Science and evolution of a human invention*. New York: Penguin Books, 2005.
- Dehaene, S. *Reading in the Brain: The New Science of How*. USA: Viking, 2010.
- Dehaene, S.; Pegado, F.; Braga, L.W.; Ventura, P. How learning to read changes the cortical networks for vision and language. *Science*(New York, N.Y.), 330(6009), 1359–64, 2010. doi:10.1126/science.1194140.
- Dehaene, S.; Nakamura, K.; Kuroki, C.; Ogawa, S.; Cohen, L. Why do children make mirror errors in reading? Neural correlates of mirror invariance in the visual word form area. *NeuroImage*. 49. 1837-48. 10.1016/j.neuroimage, 2009.
- Dehaene, S. *Os neurônios da leitura: como a ciência explica a nossa capacidade de ler*. Trad. Leonor Scliar-Cabral. Porto Alegre: Penso, 2012.
- Dehaene S. Inside the letterbox: how literacy transforms the human brain. *Cerebrum: the Dana Forum on brain science*, v7, 2013.
- Dehaene, S., Izard, V., Pica, P., & Spelke, E. Core knowledge of geometry in an Amazonian indigene group. *Science*, 311, 381–384, 2006. doi:10.1126/science.1121739
- Dehaene, S., Cohen, L., Morais, J., Kolinsky, R. Illiterate to literate: Behavioural and cerebral changes induced by reading acquisition. *Nature Neuroscience Review*, 16, 234–244, 2015.
- De la Cruz-Pavía, I., Westphal-Fitch, G., Fitch, W. T., & Gervain, J. (2022). Seven-month-old infants detect symmetrical structures in multi-featured abstract visual patterns. *PLoS ONE* 17(5): e0266938. DOI: 10.1371/journal.pone.0266938
- Fernandes T, Leite I. Mirrors are hard to break: A critical review and behavioral evidence on mirror-image processing in developmental dyslexia. *J Exp Child Psychol*, 2017.
- Fernandes, T., Coelho, B., Lima, F., & Castro, S. L. (2017). The handle of literacy: evidence from preliterate children and illiterate adults on orientation discrimination of graspable and non-graspable objects. *Language, Cognition and Neuroscience*, 33(3), 278–292, 2017. doi:10.1080/23273798.2017.1283424
- Fischer, J.P. Children’s mirror writing: 150 years of research *Bulletin de psychologie*. v582, #4, 331-337, 2023.
- Gregory, E., Landau, B., & McCloskey, M. (2011). Representation of object orientation in children: Evidence from mirror-image confusions. *Visual Cognition*, 19(8), 1035–1062. doi:10.1080/13506285.2011.610764
- Grill-Spector, K. The Functional Organization of the Ventral Visual Pathway and its Relationship to object Recognition. 10.1093/oso/9780198528456.003.0008, 2004.
- Grill-Spector K, Kanwisher N. Visual recognition: as soon as you know it is there, you know what it is. *Psychol Sci*. 2005 Feb;16(2):152-60. doi: 10.1111/j.0956-7976.2005.00796.x. PMID: 15686582.

- Grill-Spector, K., Weiner, K. The functional architecture of the ventral temporal cortex and its role in categorization. *Nat Rev Neurosci* 15, 536–548 (2014). <https://doi.org/10.1038/nrn3747>
- Kanwisher, N., McDermott, J., Chun, M. M. The fusiform face area: a module in human extrastriate cortex specialized for face perception. *The Journal of Neuroscience : the official journal of the Society for Neuroscience*, 17(11), 4302–11, 1997.
- Kolinsky, R., Verhaeghe, A., Fernandes, T., Mengarda, E. J., Grimm-Cabral, L., & Morais, J. Enantiomorphy through the Looking-Glass: Literacy effects on mirror-image discrimination. *Journal of Experimental Psychology: General*, 140, 210-238, 2011.
- Kolinsky, R; Fernandes, T. From hand to eye: the role of literacy, familiarity, graspability, and vision-foraction on enantiomorphy. *Acta Psychol. (Amst.)* 142, 51–61, 2013.
- Kolinsky, R; Fernandes, T. A cultural side effect: Learning to read interferes with identity processing of familiar objects. *Psychol.* 5:1224. doi:0.3389/fpsyg, 2014.
- Kolinsky, R; Fernandes, T; Leite, I. Into the Looking Glass: Literacy Acquisition and Mirror Invariance in Preschool and First-Grade Children. *Child Development*, Vol 00, Num 0, Pag1–18, 2016.
- Kolinsky, R; Morais, J; Cohen, L; Dehaene, S. As bases neurais da aprendizagem da leitura. *ReVEL*. vol. 17, n. 33, 2019.
- Morais, J. *A arte de ler*. São Paulo: UNESP, 1996.
- Morais, J. *Criar leitores: para professores e educadores*. São Paulo: Manole, 2013.
- Morais, J; Leite, I; Kolinsky, R. Entre a pré-leitura e a leitura hábil: condições e patamares da aprendizagem. *Albarteização no século XXI: como se aprende a ler e a escrever*. Maria Regina Maluf e Cláudia Cardoso-Martins (orgs), Porto Alegre: Penso, 2013.
- Morais, J. *Alfabetizar para a democracia*. Porto Alegre: Penso, 2014.
- Pederson, E. Mirror-image discrimination among nonliterate, monoliterate, and biliterate Tamil subjects. *Written Language and Literacy*, 6, 71–91, 2003. doi:10.1075/wll.6.1.04ped
- Torres, R. & Fernández, P. *Dislexia, Disortografia e Disgrafia*. Amadora: McGrawHill, 2001.
- Torres, A. R; Mota, N. B; Adamy, N; Naschold, A; Lima, T. Z; Copelli, M; Weissheimer, J; Pegado, F; Ribeiro, S. Selective Inhibition of Mirror Invariance for Letters Consolidated by Sleep Doubles Reading Fluency. *Curr Biol.* 2021 Feb 22;31(4):742-752.e8.
- Yukako, Y. Adaptation of the inferior temporal neurons and efficient visual processing. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, v18, p 235, 2024, DOI=10.3389/fnbeh.2024.1398874, disponível em <https://www.frontiersin.org/journals/behavioral-neuroscience/articles/10.3389/fnbeh.2024.1398874>
- Zorzi, J. L. *Aprendizagem e distúrbios da linguagem da escrita: questões clínicas e educacionais*. Porto Alegre: Artmed, 2003.