

Rita Joana Brito Costa

**Efeito de treino sensoriomotor e fonológico na aprendizagem
de um *script* ortográfico**



Universidade do Algarve

Faculdade de Ciências Humanas e Sociais

2024

Rita Joana Brito Costa

**Efeito de treino sensoriomotor e fonológico na aprendizagem
de um *script* ortográfico**

Dissertação de Mestrado para obtenção de grau de Mestre
em Neurociências Cognitivas e Neuropsicologia

Trabalho efetuado sob orientação de:

Doutor Luís Faísca

Doutora Susana Araújo



Universidade do Algarve

Faculdade de Ciências Humanas e Sociais

2024

**Efeito de treino sensoriomotor e fonológico na aprendizagem de um
script ortográfico**

Declaração de Autoria de Trabalho

Declaro ser a autora deste trabalho, que é original e inédito. Autores e trabalhos consultados estão devidamente citados no texto e constam da listagem de referências incluída.

(Rita Joana Brito Costa)

Copyright, em nome de Rita Joana Brito Costa

“A Universidade do Algarve reserva para si o direito, em conformidade com o disposto no Código do Direito de Autor e dos Direitos Conexos, de arquivar, reproduzir e publicar a obra, independentemente do meio utilizado, bem como de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição para fins meramente educacionais ou de investigação e não comerciais, conquanto seja dado o devido crédito ao autor e editor respetivos”

Nota do Autor

Os conteúdos desta tese de dissertação refletem as perspectivas, o trabalho e a interpretação do autor no momento da submissão da tese. Esta dissertação pode conter incorreções, tanto conceptuais como metodológicas, que foram identificadas após o momento da submissão. Assim, qualquer utilização dos seus conteúdos deve ser feita com cautela. Ao submeter esta tese, o autor declara que é o resultado do seu próprio trabalho, que contém contribuições originais e que todas as fontes utilizadas estão explicitamente reconhecidas, citadas ao longo do texto e listadas nas Referências. O autor também declara que este trabalho não inclui qualquer informação protegida por direitos de autor.

Agradecimentos

Aos meus orientadores que me apoiaram durante este longo percurso e me motivaram a concluir este projeto. À Professora Doutora Susana Araújo, com quem aprendi a olhar com curiosidade o mundo da investigação e incentivou-me a explorar diferentes vertentes da Psicologia. Ao Professor Doutor Luís Faísca, agradeço por todo o apoio, incentivo incansável e por motivar-me a continuar e finalizar esta etapa. Obrigada a ambos por não me largarem a mão e por me ampararem em todos os momentos.

Aos meus pais, ao meu irmão e toda a minha família pelo apoio incondicional ao longo de todo o meu percurso académico.

A todas as pessoas que passaram pela minha vida durante o meu percurso na Universidade do Algarve e na Faculdade de Psicologia da Universidade de Lisboa, levoo-los comigo para sempre.

Às amigas que me apoiaram, respeitaram o meu espaço e me incentivaram sempre a não desistir.

Ao Jorge, por estar sempre ao meu lado e apoiar-me incondicionalmente.

A todos os participantes que fizeram parte deste projeto e contribuíram com o seu tempo em nome da ciência e investigação, muito obrigada.

Resumo

O desenvolvimento dos sistemas de escrita, como os baseados no alfabeto, foi crucial para a evolução das sociedades. A invenção da leitura e da escrita é relativamente recente (cerca de 5500 anos), mas o cérebro é especializado no reconhecimento visual de letras, e capaz de identificar uma letra em apenas 200 milissegundos. A aprendizagem da leitura e da escrita provoca alterações estruturais e funcionais no cérebro, conduzindo à emergência de uma rede neural especializada para letras e palavras no córtex occipitotemporal ventral, a *Visual Word Form Area* (VWFA). O impacto das experiências de aprendizagem na formação desta rede tem sido amplamente estudado. A literatura indica que o reconhecimento visual de letras beneficia do treino sensoriomotor através da escrita à mão, em comparação com treino visual passivo.

Neste estudo, investigamos a eficácia do treino com escrita à mão na automatização do processamento de letras e na leitura. Utilizando um alfabeto artificial, pedimos a 34 participantes adultos que aprendessem 12 pseudoletas, e os seus sons, durante 4 dias através de duas modalidades de aprendizagem: treino visuo-motor (ver e escrever) e treino visual passivo (apenas ver). Antes e após a aprendizagem, os participantes realizaram tarefas para avaliar o reconhecimento visual e a leitura, assim como o tipo de processamento utilizado (analítico versus global).

Os resultados mostram que ambos os grupos aprenderam o novo código alfabético, com melhorias nas tarefas de reconhecimento visual de letras e evocação por memória. Contudo, o grupo visuo-motor cometeu menos erros no reconhecimento visual de letras, sugerindo uma vantagem da experiência grafomotora. Contrariamente ao esperado, após o treino, não houve evidência de um processamento específico observado tipicamente para letras reais, em nenhum dos grupos, possivelmente devido ao curto período de treino, que pode não ter sido suficiente para estabelecer um reconhecimento automatizado das pseudoletas aprendidas.

Palavras-chave: reconhecimento visual de letras, leitura, treino visuo-motor, treino visual passivo

Abstract

The development of writing systems, such as the alphabet, played a crucial role in societal evolution. The invention of reading and writing is relatively recent (around 5500 years), but the brain has developed a highly efficient specialization for letter recognition, identifying letters in just 200 milliseconds. This is possible because learning to read and write induces structural and functional changes in the brain, leading to the emergence of a specialized neural network for letters in the ventral occipitotemporal cortex, the Visual Word Form Area (VWFA). The impact of specific learning experiences on this neural network has garnered significant scientific interest. Research shows that handwriting provides an advantage in visual letter recognition compared to passive visual training.

This study investigates the effectiveness of handwriting training in automating letter processing and reading. Using an artificial alphabet of 12 pseudoletters, we asked 34 adult participants to learn the new script over four days through two learning modalities (between-subjects design): visuomotor training (seeing and writing by hand) and passive visual training (just seeing). To assess the training benefit, participants completed behavioral tasks both before and after the learning phase, evaluating visual recognition and reading, along with the type of processing adopted (analytical vs. global).

The results indicate that both groups effectively learned the new alphabet, as shown by improved performance in visual recognition and memory recall tasks throughout the training. However, the visuomotor group made fewer errors in the visual recognition task, suggesting an advantage in establishing more robust representations of the pseudoletters through graphomotor experience. Opposing to expectations, after training, participants did not adopt specific processing, as typically observed for real letters, in any of the groups, which could be explained by the short training period that may not have been sufficient for the establishment of automated processing for newly learned pseudoletters.

Keywords: visual letter recognition, reading, visual-motor training, passive visual training

Índice

1. Introdução.....	1
a) Especialização neuronal na aprendizagem da leitura	1
b) O impacto da aprendizagem da literacia nas representações visuais para a leitura.....	3
c) O efeito do treino de escrita à mão no reconhecimento visual de letras e na aprendizagem da leitura	6
d) Objetivo e hipóteses do presente estudo	10
2. Material e Método	11
2.1. Participantes	11
2.2. Estímulos e Procedimento	12
2.3. Protocolo de Treino	13
2.4. Avaliação Comportamental.....	15
2.4.1. Processamento Específico de Letras	15
2.4.3. Tarefas de Leitura.....	19
3. Resultados	20
3.1. Pré-treino.....	20
3.1.1. Tarefa de <i>Navon</i>	20
3.1.2. Tarefa de Congruência	21
3.2. Eficácia do Treino	22
3.3. Comparação entre os períodos Pré- e Pós-Treino	22
3.3.1. Tarefa de <i>Navon</i>	23
3.3.2. Tarefa de Reconhecimento.....	24
3.3.3. Tarefa de Leitura I.....	26
3.3.4. Tarefas de Leitura I (Dia 2) e Tarefa de Leitura II (Dia 5)	27
4. Discussão	28
6. Referências Bibliográficas	33
7. Anexos	37
Consentimento Informado.....	38
Questionário do Participante	41
Teste de idade de leitura.....	43
Treino de Produção	46
Tarefa de leitura I e II.....	48

Índice de Figuras

Figura 1. <i>Silabário representando os diferentes tipos de letras novas aprendidas (pseudoletras).</i>	12
Figura 2. <i>Desenho do Estudo. A figura ilustra as diferentes tarefas realizadas durante o estudo longitudinal com treino.</i>	13
Figura 3. <i>Exemplo de letras compostas para as diferentes condições: Alvo presente; alvo ausente e alvo presente a um nível irrelevante.</i>	17
Figura 4. <i>Exemplos de Estímulos Congruentes e Incongruentes.</i>	18
Figura 5. <i>Sequência de eventos da Tarefa de Reconhecimento.</i>	19
Figura 6. <i>Exemplo de palavras reais escritas com as pseudoletras com 1, 2 e 3 sílabas.</i>	20
Figura 7. <i>Interação entre os fatores Material e Tipo de Ensaio, no Pré (Dia 1) e Pós-treino (Dia 5).</i>	24
Figura 8. <i>Interação entre os fatores Tipo de letra e Fase de teste.</i>	25
Figura 9. <i>Interação entre os fatores Tipo de Erro e Grupo.</i>	25
Figura 10. <i>Interação entre os fatores Fase de teste e Grupo.</i>	26
Figura 11. <i>Interação entre a Tarefa de leitura I (Dia 2), Tarefa de leitura II (Dia 5) e o fator Grupo.</i>	27

1. Introdução

a) Especialização neuronal na aprendizagem da leitura

O desenvolvimento dos sistemas de escrita e a aquisição da literacia nas sociedades modernas representam uma parte fundamental da evolução humana. A capacidade para ler e escrever envolve processos perceptivos e cognitivos complexos e que têm vindo a ser amplamente estudados no domínio cognitivo da leitura, desde a discriminação visual dos traços que compõem uma letra até à sua decodificação fonológica através do mapeamento entre símbolos visuais e representações de som (Dehaene et al., 2015; Hulme & Snowling, 2013). Apesar de a leitura fazer parte de uma herança cultural de extrema relevância, trata-se de uma aquisição relativamente recente em termos evolutivos, com aproximadamente apenas 5500 anos (Dehaene & Cohen, 2007). Tal facto implica que não houve tempo suficiente para o genoma humano codificar uma rede cerebral especializada para suportar a leitura, isto é, o nosso cérebro não possui estruturas pré-definidas biologicamente para acomodar a aquisição da leitura e da escrita. Paradoxalmente, o cérebro de uma pessoa alfabetizada contém uma rede neural altamente especializada e universal (i.e., reprodutível) dedicada ao processamento de letras e palavras escritas (e.g., Dehaene, Pegado, et al., 2010; Feng et al., 2020; Hervais-Adelman et al., 2019).

Uma das teorias mais proeminentes para explicar a emergência desta especialização neural para a leitura é a Hipótese de Reciclagem Neuronal, proposta por Stanislas Dehaene (Dehaene, 2005; Dehaene & Cohen, 2007). O autor defende que aprender a ler resulta da reorganização de circuitos neurais previamente alocados a uma função evolutivamente mais antiga e suficientemente próxima para permitir que parte dos seus recursos neurocognitivos sejam realocados para a aprendizagem da leitura, nomeadamente o reconhecimento visual de objetos e de faces (Dehaene & Cohen, 2011). É devido à exposição e à educação formal da leitura e da escrita que estruturas localizadas no córtex visual ventral se reorganizam funcionalmente para acomodar a nova função. Estudos com adultos neurotípicos iletrados e com crianças pré-letradas apoiam esta ideia, ao mostrarem que nestas populações a região cerebral que se especializa para letras tem uma atividade mais intensa quando exposta a estímulos pertencentes a categorias visuais familiares tais como faces e ferramentas (Dehaene et al., 2015; Dehaene-Lambertz et al., 2018; Hervais-Adelman et al., 2019).

Em particular, a rede neural da leitura inclui uma área no córtex occipito-temporal esquerdo conhecida como a *visual word form area* (VWFA), localizada no giro fusiforme do hemisfério esquerdo, e que se pensa ser responsável pelo reconhecimento automático e discriminação fina de letras (por exemplo, b≠d apesar de possuírem a mesma forma visual e diferirem apenas quanto à orientação). Em leitores letrados, a VWFA mostra uma ativação mais intensa para letras do sistema de escrita aprendido comparativamente a outros estímulos visuais (para uma revisão, ver Dehaene et al., 2015).

Através de técnicas de neuroimagem, Dehaene e colegas (2010) compararam a ativação cerebral de adultos com diferentes níveis de literacia (iletrados, adultos ex-iletrados que aprenderam a ler durante a idade adulta, e adultos letrados que aprenderam a ler e escrever na infância) quando expostos a diferentes estímulos: material verbal, como palavras e letras, e material não-verbal, como faces e casas. Os resultados deste estudo forneceram evidências robustas sobre o impacto da aquisição da literacia na reorganização e especialização cerebral, designadamente em áreas visuais primárias e na VWFA, que mostrou maior ativação perante letras comparativamente a não-letras, mas apenas nos leitores (letrados e ex-iletrados). O facto de neste estudo se observar simultaneamente uma menor ativação da VWFA nos leitores para outros estímulos visuais, como por exemplo faces, dá crédito à proposta de reorganização cortical e de competição por recursos neuronais, produto da aprendizagem da leitura. Adicionalmente, os resultados observados sugerem um aprimoramento no sistema do processamento da linguagem oral nos leitores, através de um processo *top-down* que inclui a ativação do código ortográfico perante a exposição a estímulos auditivos (ouvir discurso oral). De salientar que tais mudanças na organização e resposta cortical se verificaram mesmo em participantes que aprenderam a ler e a escrever já na idade adulta (ex-iletrados), o que reforça o papel da educação formal e da experiência na plasticidade cerebral, independentemente da fase em que esta aquisição ocorra (Dehaene, Pegado, et al., 2010).

Assim, os resultados ilustram o impacto da aprendizagem da literacia na estrutura e funcionamento cerebral, onde se destaca a emergência de uma especialização perceptiva para letras na VWFA e o estabelecimento de conexões privilegiadas desta região com áreas da linguagem, mais concretamente nas regiões temporais e frontais, recrutadas durante o processamento fonológico para a compreensão e a produção oral. De facto, a aquisição da literacia envolve uma complexa interação entre os sistemas visual e auditivo, resultante da plasticidade cerebral que permite ao indivíduo acomodar novas aprendizagens (Dehaene, Pegado, et al., 2010; Pegado, Comerlato, et al., 2014).

No entanto, ler e escrever ocorrem frequentemente de forma simultânea, tornando a aprendizagem da leitura uma experiência multissensorial que não só associa as letras visuais aos sons da fala, mas também aos gestos motores envolvidos na escrita à mão. Consequentemente, as letras possuem representações multimodais (visual, auditiva, motora; Rothlein & Rapp, 2014) e a leitura envolve uma orquestração neural que inclui não apenas os sistemas visual e da linguagem falada, mas também o sistema motor envolvido na escrita (Martin et al., 2015; Pegado, Comerlato, et al., 2014). Nesta linha, os resultados do estudo de Nakamura e colaboradores sugerem que dois sistemas neuronais se conjugam para permitir a leitura hábil: um sistema de reconhecimento visual da forma, localizado no córtex ventral occipitotemporal esquerdo (incluindo a VWFA), e um sistema de descodificação de gestos motores, no córtex pré-motor dorsal esquerdo (área de Exner) (Nakamura et al., 2012). Neste estudo, os autores exploraram as potenciais diferenças culturais nos circuitos neurais associados à leitura, comparando participantes chineses e franceses numa tarefa de categorização semântica. Os resultados revelaram que ambos os grupos demonstraram padrões de ativação similares nas áreas corticais referidas (VWFA e área de Exner), regiões que parecem integrar uma rede altamente interligada e sensível a estímulos ortográficos e transversal a vários sistemas alfabéticos, mesmo quando esses estímulos são apresentados de forma inconsciente ao participante (Nakamura et al., 2012). Outros estudos de neuroimagem sugerem também um fortalecimento da conectividade funcional entre os sistemas visual e motor com a aquisição da literacia (Vinci-Booher et al., 2016). Estes resultados evidenciam o benefício da escrita manual no reconhecimento posterior de letras, tópico que iremos explorar no presente trabalho e que será abordado adiante mais detalhadamente.

b) O impacto da aprendizagem da literacia nas representações visuais para a leitura

Aprender a ler é uma tarefa visualmente exigente que requer a capacidade de distinguir com precisão símbolos visuais que correspondem a letras diferentes, mas que são muito semelhantes entre si. Na verdade, duas letras diferentes podem mesmo apresentar a mesma forma visual, diferenciando-se apenas na sua orientação, como é o caso das rotações planares (por exemplo, “b” versus “p”) ou das imagens em espelho (por exemplo, “b” versus “d”). De facto, a discriminação visual fina é um dos principais desafios que o leitor aprendiz enfrenta no início da aprendizagem da leitura (Pegado, Comerlato, et al., 2014; Torres et al., 2021). Apesar da complexidade deste processo, estima-se que o reconhecimento e identificação de

letras por um leitor fluente não ultrapasse os 200 milissegundos (Pegado, Comerlato, et al., 2014). Esta perícia perceptiva é adquirida através da aprendizagem formal e do treino intensivo, que desencadeiam processos de adaptação e reorganização dos circuitos neuronais no sistema visual ventral, um sistema com propriedades originalmente destinadas ao reconhecimento de objetos, conforme descrito pela Hipótese da Reciclagem Neuronal (Dehaene, Pegado, et al., 2010; Dehaene & Cohen, 2007).

Em particular, a confusão de símbolos visuais (letras) em espelho (por exemplo, b = d), e a necessidade de os discriminar, representa um enorme obstáculo para a fluência na leitura em alunos do primeiro ano (Torres et al., 2021). Tal acontece por ocorrer um conflito entre uma característica original do córtex occipitotemporal ventral, designada “invariância em espelho”, e as exigências da nova competência adquirida, o reconhecimento visual de letras e a leitura. A invariância em espelho é uma capacidade espontânea (Pegado et al., 2011) para reconhecer visualmente uma imagem como idêntica, mesmo quando esta se apresenta numa orientação diferente (por ex., uma inversão esquerdo-direito ou imagem em espelho). Esta é uma propriedade intrínseca da via visual ventral herdada da evolução, permitindo a identificação rápida de objetos familiares, cuja imagem em espelho é frequentemente uma vista de perfil do mesmo objeto (para uma revisão, ver Corballis, 2018). Nos sistemas de escrita alfabéticos, existe a necessidade de distinguir letras em espelho, como o “p” e o “q” e o “d” e o “b” do alfabeto latino, pelo que, durante a aprendizagem da leitura, é necessário suprimir, em certa medida, a invariância em espelho por forma a ser possível discriminar eficientemente as diferentes rotações em espelho esquerdo-direito, evitando assim confundir palavras como *bata* e *data*.

É possível identificar a interferência da invariância em espelho quando as crianças iniciam a educação formal e cometem, frequentemente, erros na identificação de letras em espelho, diminuindo estes erros rapidamente à medida que se tornam leitores mais proficientes (Dehaene, Nakamura, et al., 2010). Tendo em conta a forma como esta interferência pode impactar a aquisição da leitura, Torres e colaboradores (2021) realizaram um estudo com crianças do 1º ano para analisar o impacto da combinação de um treino multissensorial-motor (focado na distinção entre letras em espelho) e sono após o treino (de forma a potencializar a consolidação da aprendizagem) na capacidade em discriminar letras em espelho e na leitura dos participantes. Após o período de treino, verificaram-se ganhos significativos na perceção visual das letras, na escrita e na fluência de leitura dos participantes, que se prolongaram após um período de quatro meses. Estes resultados revelam como a plasticidade do cérebro humano

permite, num curto espaço de tempo, ajustar o mecanismo de invariância em espelho, através da sua supressão, para responder às exigências da aquisição da leitura (Torres et al., 2021).

O estudo de Fernandes e colaboradores (2016) explorou o efeito da aprendizagem da leitura no processamento de imagens onde a orientação (imagem em espelho ou rotação no plano) podia ou não ser relevante para o desempenho da tarefa. Os autores analisaram o desempenho de crianças no pré-escolar e no primeiro ano de escolaridade e compararam dois tipos de estímulos diferentes (letras e formas geométricas). Quando a orientação era relevante para a tarefa, os alunos do primeiro ano tiveram um desempenho superior aos participantes do pré-escolar, que manifestaram dificuldade acrescida a distinguir pares de imagens em espelho. Já na tarefa onde a orientação não era relevante, ou seja, quando era pedido para atender apenas à forma do estímulo, os participantes do primeiro ano foram mais lentos a desempenhar a tarefa, especialmente para pares de imagens em espelho. O desempenho destes participantes foi pior para as letras e quando era necessário identificar pares de letras em espelho (b-d) e rotações planares (b-q) reversíveis do que para as letras não-reversíveis (e-ə), o que indica uma dificuldade em ignorar contrastes de orientação importantes para a identificação de letras (mesmo quando não é algo relevante para a tarefa). No seu conjunto, estes resultados reforçam o impacto que a aquisição da literacia exerce no processamento visual da orientação dos estímulos, (Fernandes et al., 2016).

Mas como se adapta o cérebro às exigências desta nova função (reconhecimento visual de letras e leitura), suprimindo a propriedade natural de invariância em espelho? Pegado e colaboradores enfatizam a leitura como um produto da interação entre múltiplos sistemas, em que a informação *top-down* proveniente do sistema fonológico reverbera para o sistema visual e para a VWFA, auxiliando o processo de discriminação das letras (Pegado, Nakamura, et al., 2014). Tem também sido discutida a possível influência da informação proveniente do sistema motor na discriminação de letras em espelho. Por exemplo, Longcamp e colaboradores argumentam que durante o processamento visual de letras ocorre uma ativação automática dos planos grafomotores, ativação essa que facilitaria o reconhecimento e discriminação de letras em espelho (Longcamp et al., 2006, 2008). Antes do estabelecimento deste automatismo, os programas motores para as formas associadas às letras vão sendo memorizados através da escrita, exaustivamente praticada nas fases iniciais da aprendizagem do alfabeto, levando gradualmente ao estabelecimento de uma representação multimodal das letras onde informações visuais e motoras são agregadas e consolidadas, facilitando a discriminação das letras (James, 2010, 2017; James & Gauthier, 2006). A identificação de letras, nomeadamente a discriminação entre letras em espelho, parece ser facilitada graças a uma espécie de simulação

motora que ocorre interna e automaticamente durante o processamento visual e que não seria sensível à invariância em espelho típica do processamento visual (Longcamp et al., 2008). O papel da experiência motora no processamento visual de letras será detalhado na seção seguinte.

c) O efeito do treino de escrita à mão no reconhecimento visual de letras e na aprendizagem da leitura

Uma linha de investigação que tem recebido crescente interesse na última década sugere que a ação motora de escrever à mão auxilia na implementação neural das letras e, conseqüentemente, a aquisição da leitura (para uma revisão, ver Araújo et al., 2022). Aprender a escrever a forma visual associada a cada letra promove um mapeamento entre o sistema visual e o sistema motor, criando uma ligação entre as representações visuais das letras e o plano motor para a escrita manual (Pegado, Nakamura, et al., 2014). Este facto é corroborado por estudos que utilizam técnicas de neuroimagem, os quais revelam uma maior ativação na área de Exner, localizada na zona dorsal do córtex pré-motor mesmo em condições onde não é pedido para ler ou escrever. Acredita-se que esta região contenha os planos grafomotores para a escrita de letras, sendo por isso conhecida como o “*graphic motor image center*” (para uma revisão mais detalhada, cf. Roux et al., 2010). Notavelmente, a ativação desta região ocorre quer durante a escrita quer durante a visualização passiva de letras, ou seja, mesmo quando não é exigida uma ação motora por parte do leitor (Longcamp et al., 2003, 2008; Nakamura et al., 2012). Especificamente, observa-se uma resposta cerebral mais intensa na área do córtex pré-motor contralateral à mão dominante para a escrita (Longcamp, Anton, et al., 2005). Os resultados destes estudos reforçam o impacto que o estabelecimento de ligações entre os sistemas visual e motor tem na aquisição das capacidades de leitura e escrita (Pegado, Nakamura, et al., 2014).

Diversos estudos investigaram a relação estreita entre leitura e escrita utilizando designs longitudinais para analisar a influência do tipo de treino durante a aprendizagem das letras no seu posterior reconhecimento visual. Esses estudos compararam os benefícios de aprender através de treino com escrita à mão com outras modalidades de treino que não envolvam ação grafomotora das letras. Por exemplo, James e Atwood (2009) analisaram a ativação neuronal em adultos alfabetizados antes e depois da aprendizagem de letras novas artificiais (pseudoletras) via diferentes modalidades de treino: a) treino sensoriomotor (escrita à mão); b)

treino através de escrita em teclado, e c) treino puramente visual (exposição visual passiva às pseudoletras). Os autores verificaram que, após o período de treino, os participantes que realizaram o treino sensoriomotor manifestaram padrões de ativação cortical mais semelhantes ao padrão normalmente encontrado para letras reais (i.e., uma resposta cerebral mais intensa no córtex occipitotemporal ventral esquerdo), quando comparado com as condições de treino visual passivo e de escrita em teclado (James & Atwood, 2009). Num outro estudo com crianças em idade pré-escolar, James (2010) explorou o efeito do treino de escrita manual de letras comparativamente a um treino com exposição visual passiva. Os resultados de ressonância magnética funcional obtidos após o treino durante a percepção de letras mostraram um viés de ativação no hemisfério esquerdo para o processamento de letras, e uma resposta cerebral mais intensa no córtex de associação visual apenas no grupo de crianças que realizou o treino com escrita manual de letras. Tal parece sugerir que a experiência sensoriomotora associada à escrita manual de letras conduz a alterações no padrão de ativação funcional do sistema visual em pré-leitores, por outras palavras, induz a uma especialização neural para letras na VWFA, favorecendo o reconhecimento visual das letras (James, 2010). Estes resultados fornecem dados importantes sobre quais os tipos de experiência e métodos de aprendizagem que facilitam a aquisição da leitura, uma vez que a capacidade de processar e reconhecer de forma proficiente uma letra é descrita como precursora da competência de leitura.

Também ao nível comportamental, estudos com diferentes paradigmas experimentais têm demonstrado que o treino sensoriomotor envolvendo a escrita manual das letras facilita o seu reconhecimento e discriminação visual (Longcamp et al., 2003, 2008; Longcamp, Zerbato-Poudou, et al., 2005). O ato motor de escrever os traços que compõe uma letra promove o estabelecimento de conexões entre o perceto visual da letra e o plano motor necessário para o executar, proporcionando uma experiência sensorial que facilita o posterior reconhecimento visual da letra e, conseqüentemente, a aquisição da leitura (Araújo et al., 2022). De facto, numa meta-análise recente incluindo 50 estudos independentes, Araújo e colaboradores (2022) determinaram que o benefício da escrita manual no reconhecimento visual de letras, comparativamente a outros tipos de treino sem atividade grafomotora, tem um impacto moderado a grande no reconhecimento visual de letras, efeito esse que é robusto em diferentes sistemas de escrita, em diferentes modalidades de escrita à mão (escrita por ditado, por cópia, ou seguindo um traçado), e independente da idade dos aprendizes (pré-leitores a aprender letras reais ou leitores adultos a aprenderem um alfabeto artificial).

Estes resultados meta-analíticos apoiam, assim, a ideia de que a escrita manual facilita o reconhecimento visual de letras. Mas como emerge esse benefício? Quais são os mecanismos subjacentes que explicam a especial vantagem do treino com escrita manual em comparação com outras formas de treino?

Existem algumas linhas teóricas que propõem diferentes mecanismos que podem estar na base da vantagem da escrita manual aquando da aprendizagem de letras. Duas destas hipóteses serão abordadas de seguida: (i) o treino de escrita manual permite a construção de representações grafomotoras associadas à letra e a ativação do plano motor (através da simulação interna da escrita da letra) sempre que alguma tarefa exija o processamento visual de letras (Longcamp, Anton, et al., 2005; Longcamp et al., 2006, 2008); (ii) o treino através da escrita manual permite a aprendizagem percetiva e detalhada das letras, conduzindo ao estabelecimento de uma representação abstrata que engloba todas as características distintivas associadas a processamento visual das letras.

O estudo de Wiley e Rapp (2021) testou três tipos de formas de aprendizagem de letras e palavras árabes com adultos sem conhecimento prévio sobre o sistema de escrita árabe, nomeadamente através da escrita à mão, da exposição visual e com recurso ao teclado. O efeito diferencial dos tipos de treino foi avaliado pelo reconhecimento e identificação dos estímulos aprendidos, mas também pela transferência para experiências não treinadas (como ler e soletrar). O grupo que realizou o treino através da escrita manual demonstrou resultados superiores nas tarefas não treinadas, que implicavam ler e soletrar. Os autores relataram ainda a vantagem deste grupo no desenvolvimento de representações simbólicas das letras aprendidas, o que facilitou posteriormente a perceção visual das mesmas. Esta aprendizagem mais robusta no grupo que fez o treino de escrita não foi, segundo os autores, fruto de fatores como o tempo de exposição, maior familiaridade com os estímulos mas deveu-se sim a uma utilização mais eficiente das representações adquiridas pela escrita das letras aprendidas e à transferência desta aprendizagem para outras tarefas (Wiley & Rapp, 2021). Este estudo fornece evidências importantes sobre a importância da experiência grafomotora (escrita) no estabelecimento de representações multidimensionais das letras a nível visual e motor da sua representação simbólica (Wiley & Rapp, 2021).

Seyll e colaboradores (2020) defendem que a escrita à mão obriga a uma análise visual mais detalhada do que outro tipo de experiências, como por exemplo selecionar uma tecla do teclado. Considerando este argumento, conceberam um tipo de treino semelhante em termos de análise visual requerida, a que chamaram “aprendizagem por composição” e que envolvia uma análise visual do estímulo aprendido sem, no entanto, implicar atividade grafomotora-

escrita. Este treino foi então comparado com o treino à mão e o treino com teclado. Se a vantagem da escrita à mão decorrer de uma análise visual detalhada inerente ato de escrever e não devido à ativação dos programas motores (simulação interna da escrita da letra), a aprendizagem por composição deveria conduzir a resultados semelhantes aos da escrita manual (Seyll et al., 2020, 2022). Na discussão dos resultados obtidos, os autores relataram uma ausência de diferença significativa na tarefa de reconhecimento das letras entre o grupo que realizou o treino de escrita à mão e o grupo de treino de composição, favorecendo a ideia de que a vantagem da escrita à mão resulta mais da hipótese da análise visual detalhada do que da hipótese grafomotora (Seyll et al., 2020, 2022). Na verdade, os resultados obtidos nos estudos de Seyll e colaboradores suportam o argumento de que a vantagem do treino de escrita manual de letras surge de processos de análise perceptiva detalhada exigidos pelo ato de escrever. O benefício da experiência motora no reconhecimento visual de letras pode ser explicado pela necessidade atencional, perceptiva e exigência visual implicada na aprendizagem e escrita de letras, com todos os seus traços, orientações e características associadas. Estes argumentos parecem também explicar as diferenças encontradas em paradigmas experimentais que compararam treino motor e treino através do teclado, no sentido em que clicar no teclado (como forma de aprender estímulos semelhantes a letras ou letras) não recruta um processamento visual tão detalhado quanto o exigido pelo treino motor (Seyll et al., 2020, 2022).

Mais recentemente, Fernandes e Araújo (2021) explanaram diferentes propostas teóricas sobre os mecanismos cognitivos envolvidos no benefício da escrita manual para o reconhecimento visual de letras. De forma sucinta, as autoras acreditam que a aprendizagem perceptiva e a análise detalhada dos traços que constituem uma letra são os processos que mais contribuem para a vantagem da escrita manual na emergência de representações ortográficas abstratas, e posteriormente o reconhecimento visual de letras (para uma revisão, ver Fernandes & Araújo, 2021). Similarmente, Araújo e Fernandes (2022) reportaram através de uma meta-análise que o treino com escrita manual tem um benefício moderado a grande no reconhecimento visual de letras e que esta vantagem se associa à aprendizagem perceptiva e não ao ato motor associado, *per se* (Araújo et al., 2022).

Em suma, apesar de ser hoje consensual na comunidade científica que o treino com escrita manual facilita o reconhecimento visual de letras, os mecanismos neurocognitivos subjacentes a este benefício são ainda pouco claros. Paradoxalmente, alguns autores têm vindo a anunciar a “morte da caligrafia” na Era Digital (Heuer, 2016). É, por isso, fundamental continuar a fornecer evidências científicas sobre o impacto dos diferentes tipos de treino durante a aprendizagem das letras, e sobre os mecanismos que lhes estão subjacentes,

contribuindo assim para a prática de estratégias de alfabetização mais eficazes. A literatura carece ainda, em particular, de evidências obtidas através de tarefas independentes que explorem a emergência de um processamento específico de letras após o treino, assim como a transferência dos benefícios do treino para além do processamento individual de letras. São ainda poucos os estudos que incluem tarefas de leitura, e, quando o fazem, não consideram marcadores comportamentais de automatização da leitura. O presente estudo pretendeu colmatar essas lacunas.

d) Objetivo e hipóteses do presente estudo

No presente estudo pretendeu-se explorar que tipo de experiências de aprendizagem facilitam o reconhecimento visual de letras e a leitura. Especificamente, procurou-se investigar se a experiência sensoriomotora proporcionada pela ação motora durante a escrita manual, ao discriminar as propriedades essenciais de cada letra e a construir uma representação ortográfica mais exata, se revela mais benéfica do que um treino sem ação grafomotora.

Para tal, foi implementado um paradigma de aprendizagem de um alfabeto artificial, onde participantes adultos foram expostos e instruídos a aprender símbolos grafo-fonológicos novos (pseudoletras) através de uma de duas modalidades de treino: treino por exposição visual passiva à forma dos símbolos *versus* treino com ação grafomotora (i.e., escrita manual da forma das letras). Para além das sessões de treino realizadas ao longo de quatro dias consecutivos, os participantes realizaram tarefas comportamentais antes e após o treino, com o objetivo de (i) caracterizar a curva de aprendizagem ao longo do treino, (ii) avaliar o impacto do tipo de treino no reconhecimento e discriminação (visual e fonética) das pseudoletras aprendidas; (iii) analisar se ocorre modificação no modo de processamento (local *versus* global) das pseudoletras em consequência do treino (indicativo de que as pseudoletras adquiriram o estatuto de “letra” com o treino), e (iv) avaliar efeitos de transferência para a leitura.

Primeiramente, esperamos observar vantagem dos participantes que receberam treino de escrita manual no reconhecimento e aprendizagem de letras, em comparação com os participantes submetidos a treino de exposição visual passiva. Prevemos também que essa vantagem se estenda a tarefas de leitura não treinadas, refletindo-se em marcadores comportamentais associados a uma maior automatização da leitura resultante do treino, como, por exemplo, a diminuição do conhecido efeito de comprimento da palavra durante a leitura. Hipotetizamos ainda que essa automatização se traduza numa mudança da estratégia de

processamento das pseudoletas aprendidas, semelhante ao que ocorre na aprendizagem de letras reais durante a alfabetização. Especificamente, esperamos a predominância de processamento de natureza mais analítica com o progresso da automatização.

2. Material e Método

2.1. Participantes

Neste estudo participaram voluntariamente 34 indivíduos adultos (24 mulheres), falantes nativos do Português Europeu, com idades compreendidas entre os 20 e 33 anos (idade média [\pm DP] = 22.9 \pm 3.3 anos; média de anos de escolaridade [\pm DP] = 13.7 \pm 1.9 anos). Todos os participantes reportaram apresentar acuidade auditiva e visual normal ou corrigida e ausência de historial de doenças neurológicas ou dificuldades de aprendizagem, de leitura ou escrita. Antes da experiência, foi dado a todos os participantes uma breve explicação acerca do estudo e pedido que assinassem o respetivo consentimento informado (Anexo I). Como forma de compensação pela participação na investigação, foram oferecidos aos participantes “cartão oferta” da FNAC.

Os participantes foram distribuídos aleatoriamente por dois grupos experimentais, que diferiam apenas na modalidade de treino durante a aprendizagem do novo alfabeto artificial. O *Grupo Visuo-Motor* (GVM) era constituído por 17 participantes com uma idade média de 25,7 anos, enquanto o *Grupo Visual Passivo* (GVP) incluía 17 participantes com uma idade média de 23,3 anos. Os dois grupos experimentais não diferiam significativamente em idade e nível de escolaridade ($p > .2$).

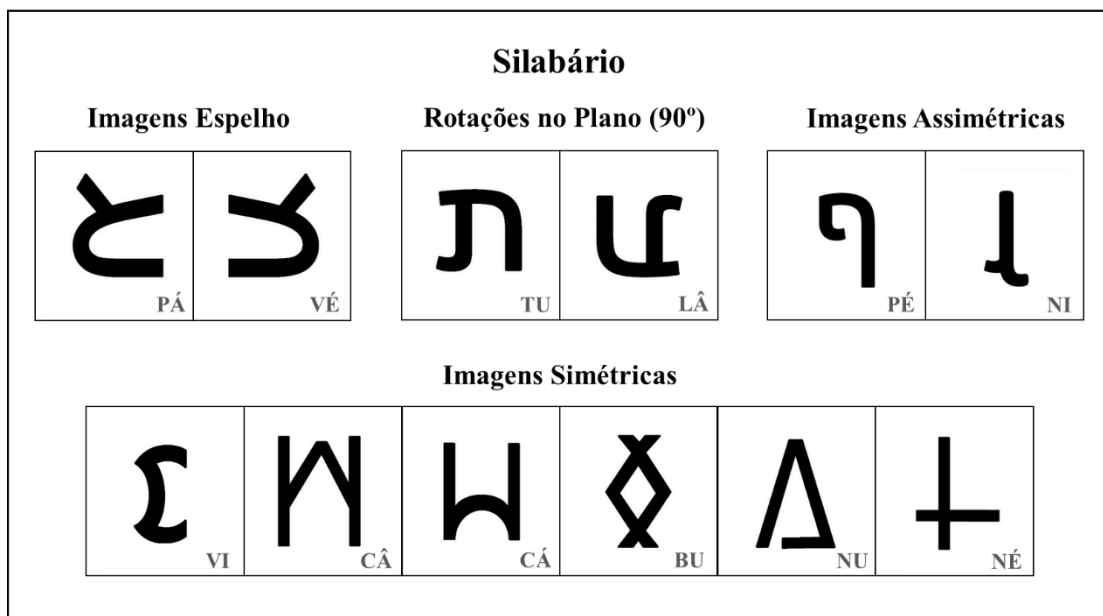
De modo a caracterizar o nível de leitura dos participantes, foi aplicado o Teste de Idade de Leitura (TIL) adaptado para adultos na população portuguesa. O TIL é um teste que avalia compreensão de leitura e descodificação, sendo um bom instrumento de rastreio de dificuldades de leitura. É um teste de papel e lápis, onde é pedido ao participante que complete frases incompletas, por escolha forçada de uma entre cinco opções. Esta prova foi originalmente adaptada para crianças portuguesas por Sucena e Castro (2008) e a versão aferida para adultos tem a duração de 1 minuto (Fernandes et al., 2017). Todos os participantes incluídos no estudo, apresentaram um resultado no TIL igual ou superior a 13 [intervalo 13-24], que corresponde ao ponto-de-corte sugerido por Fernandes e colaboradores (2017) como indicativo de potencial

défice de leitura. O desempenho médio no TIL não diferiu entre os dois grupos experimentais ($p > .1$).

2.2. Estímulos e Procedimento

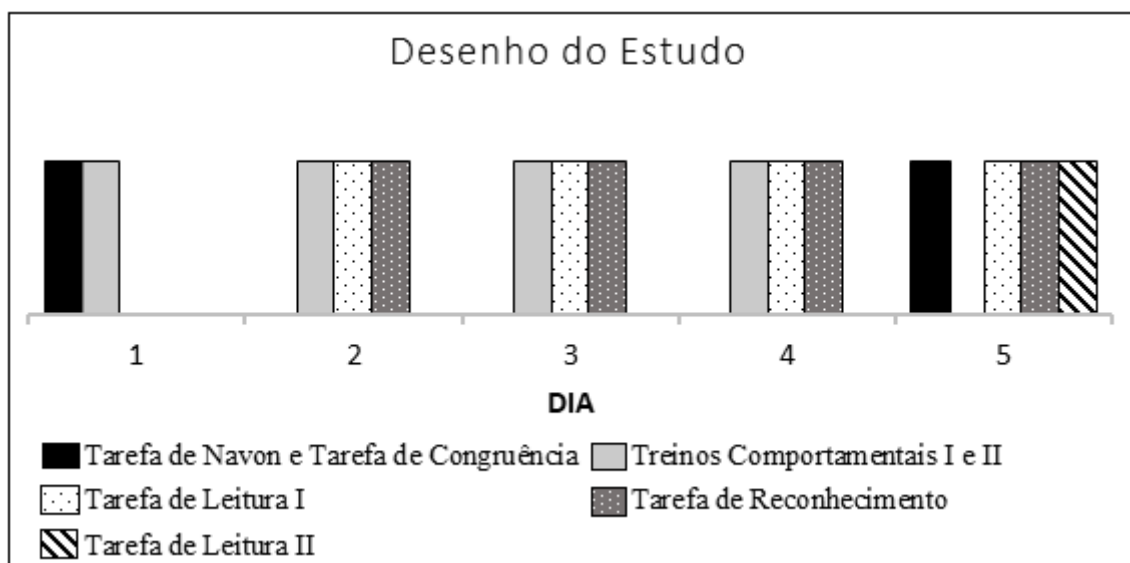
Os estímulos consistiam em 12 símbolos semelhantes a letras, chamados pseudoletras, cuidadosamente selecionados para imitar as características visuais do alfabeto latino. Ao utilizar um alfabeto artificial, garantimos que os participantes não tivessem conhecimento prévio das pseudoletras e controlámos a exposição fora do laboratório. As novas pseudoletras foram criados através da reorganização dos traços elementares de letras maiúsculas reais, exceto para uma pseudo letra escolhida do alfabeto kana e a sua imagem em espelho. Desta forma, foram preservadas as propriedades físicas e o número de traços das letras reais. As pseudoletras variavam em simetria e algumas em orientação: foram construídas duas imagens em espelho, duas rotações planares (90°), seis imagens simétricas e duas imagens assimétricas, à semelhança das letras do alfabeto (figura 1). Para cada pseudo letra nova foi atribuído um som, que correspondia a uma sílaba do português.

Figura 1. Silabário representando os diferentes tipos de letras novas aprendidas (pseudoletras).



Os participantes foram submetidos a um treino grafo-fonológico no alfabeto novo durante cinco dias consecutivos. A fase de aprendizagem consistiu em sessões de treino (do Dia 1 ao Dia 4), seguidas de testes comportamentais para avaliar os benefícios do treino ao longo do tempo. Na primeira e última sessão (Dia 1 e Dia 5), os participantes realizaram ainda provas comportamentais que visavam obter um indicador externo do tipo de processamento usado no reconhecimento das novas letras aprendidas. A figura 2 apresenta uma ilustração do desenho do estudo.

Figura 2. *Desenho do Estudo.* A figura ilustra as diferentes tarefas realizadas durante o estudo longitudinal com treino.



2.3. Protocolo de Treino

Os participantes foram distribuídos aleatoriamente por dois grupos experimentais, que diferiam apenas no tipo de treino realizado: o treino visuo-motor consistia na aprendizagem através da escrita manual das letras, enquanto o treino visual se baseava na exposição visual passiva às formas gráficas das letras.

A ambos os grupos foi indicado que seriam expostos a um alfabeto novo que os participantes teriam de aprender, e que seriam testados no seu conhecimento das pseudoletas após a fase de aprendizagem. Cada grupo foi exposto a duas situações de treino diferentes, de modo a criar diversidade no processo e experiência de aprendizagem (doravante denominado Treino I e Treino II). As sessões de treino (fase de aprendizagem) foram realizadas ao longo

de quatro dias consecutivos (Dia1 ao Dia 4). De notar que esta duração do treino é suficiente para que se observem ganhos de aprendizagem, de acordo com a meta-análise realizada por Araújo e colaboradores (2022). Garantiu-se que o tempo de exposição a cada uma das pseudoletas novas fosse o mesmo para ambos os grupos de treino, minimizando assim diferenças entre grupos quanto à familiaridade dos estímulos.

Treino I

O Treino I foi realizado com recurso a um tablet, sendo composto por cinco blocos de estímulos. Em cada bloco, cada pseudo letra nova era apresentada visualmente duas vezes consecutivas, associada ao seu respetivo som, perfazendo um total de 120 exposições por cada sessão de treino.

Grupo Visuo-motor (GVM)

No primeiro bloco de treino, os participantes do grupo visuo-motor eram expostos durante 250 ms a uma demonstração dinâmica da forma escrita da pseudo letra (i.e., como escrever a pseudo letra). Após a demonstração, era-lhes pedido que traçassem a pseudo letra sobre um modelo, com um tempo limite de 5000 ms. De seguida, os participantes eram instruídos a copiar a pseudo letra (também com um limite de 5000 ms). Nos blocos seguintes (Blocos 2 a 5), os participantes eram apenas expostos à demonstração dinâmica, seguida da cópia da pseudo letra, desta vez com um tempo máximo de 4000 ms. Em todos os blocos, era também apresentado o respetivo som da letra, uma vez durante a demonstração dinâmica e novamente durante o período de cópia. Aos participantes foi dada a seguinte instrução:

“De seguida vais ver cada uma das letras do alfabeto novo. Vais ouvir também o seu som.

Para cada letra nova, vais ver uma demonstração da sua escrita. Presta atenção para depois reproduzires corretamente a sua forma escrita. Primeiro vais traçar cada uma das letras, e de seguida terás de copiar a sua forma.”

Grupo Visual passivo (GVP)

Os participantes do grupo visual passivo realizaram um treino semelhante ao do grupo visuo-motor, diferenciando-se apenas pela ausência da demonstração dinâmica da forma escrita da pseudo letra. O desenho do treino, o número de repetições, e o tempo de exposição aos estímulos foram semelhantes em ambos os grupos. No entanto, o treino no grupo visual

passivo era meramente passivo, com os participantes instruídos a prestar atenção à associação entre cada pseudo letra e o som correspondente. Aos participantes foi dada a seguinte instrução:

“Para cada letra nova, vais aprender a sua forma e também o som que lhe está associado.

De seguida vais ver cada uma destas letras duas vezes consecutivas. Vais ouvir também o seu som. Deves prestar atenção, fixando o estímulo que está a ser apresentado, de modo a memorizar cada letra – a forma e o som.”

Treino II

Imediatamente após o Treino I, realizou-se o Treino II, envolvendo uma reprodução das novas pseudo letras de memória. Este treino era constituído por três blocos, sendo cada pseudo letra apresentada duas vezes em cada um dos blocos, perfazendo um total de 72 exposições por sessão de treino.

Grupo Visuo-motor

No grupo visuo-motor, o estímulo apresentado era sonoro, i.e., o som associado a cada uma das pseudo letras era reproduzido durante 2000 ms com recurso a um computador, após o qual era pedido ao participante que reproduzisse de memória a sua representação gráfica associada, com um tempo máximo de resposta de 4000 ms. Após a resposta, fornecia-se feedback para evitar a perpetuação de erros, caso ocorressem. A medida de interesse era a exatidão da resposta.

Grupo Visual passivo

No grupo visual passivo, o estímulo apresentado era visual, i.e., a representação gráfica de cada uma das pseudo letras novas aprendidas era apresentada visualmente, sendo pedido aos participantes para que escrevessem o som associado ao estímulo visualizado. À semelhança do Treino I, o desenho do grupo visual passivo no Treino II foi semelhante ao do grupo visuo-motor no que respeita aos tempos de exposição, ordem e repetição dos estímulos, diferindo apenas no tipo de resposta exigida aos participantes.

2.4. Avaliação Comportamental

2.4.1. Processamento Específico de Letras

Previamente à primeira sessão de treino, foi pedido aos participantes que realizassem duas tarefas comportamentais, construídas com o objetivo de avaliar as estratégias perceptivas utilizadas no reconhecimento de letras e de não-letras (de natureza analítica ou global/gestáltica): a Tarefa de *Navon* e a Tarefa de Congruência. A escolha destas tarefas foi motivada pelo facto de serem tarefas clássicas para estudar estilos de processamento (no caso da Tarefa de *Navon*) e por terem sido validadas em estudos anteriores (p.ex., Lachmann et al., 2014; Poirel et al., 2008a). Para estas tarefas, foram utilizadas letras reais do alfabeto latino e as mesmas pseudoletas que integravam o novo alfabeto aprendido nas sessões de treino. Os dois tipos de estímulos usados tinham a mesma complexidade visual e diferiam apenas na disposição dos traços.

Ambas as tarefas foram também aplicadas no final da última sessão de treino (Dia 5), com o intuito de avaliar se, após o treino, as novas pseudoletas aprendidas tinham adquirido um estatuto de “letra” e, conseqüentemente, se as estratégias de processamento se assemelhavam para ambos os tipos de materiais (letras reais do alfabeto e pseudoletas aprendidas).

As tarefas foram apresentadas num computador portátil utilizando o programa *E-prime*, com os participantes posicionados a cerca de 60 centímetros do ecrã.

Tarefa de Navon

Nesta tarefa, foram utilizados dois tipos de estímulos hierárquicos de Navon (Navon, 2003): uma letra/pseudoleta grande (nível global) composta por uma letra/pseudoleta pequena (nível local). No total, foram construídos 120 estímulos compostos, ajustados de acordo com o tamanho da imagem projetada na retina. O tamanho do estímulo global correspondia a um ângulo visual aproximado de $6,5^\circ \times 5,5^\circ$ e o estímulo local a um ângulo de $0,5^\circ$ (i.e., próximo ao campo visual funcional ótimo para a leitura de palavras inteiras e de letras individuais, respetivamente), à semelhança do estudo de (Lachmann et al., 2014).

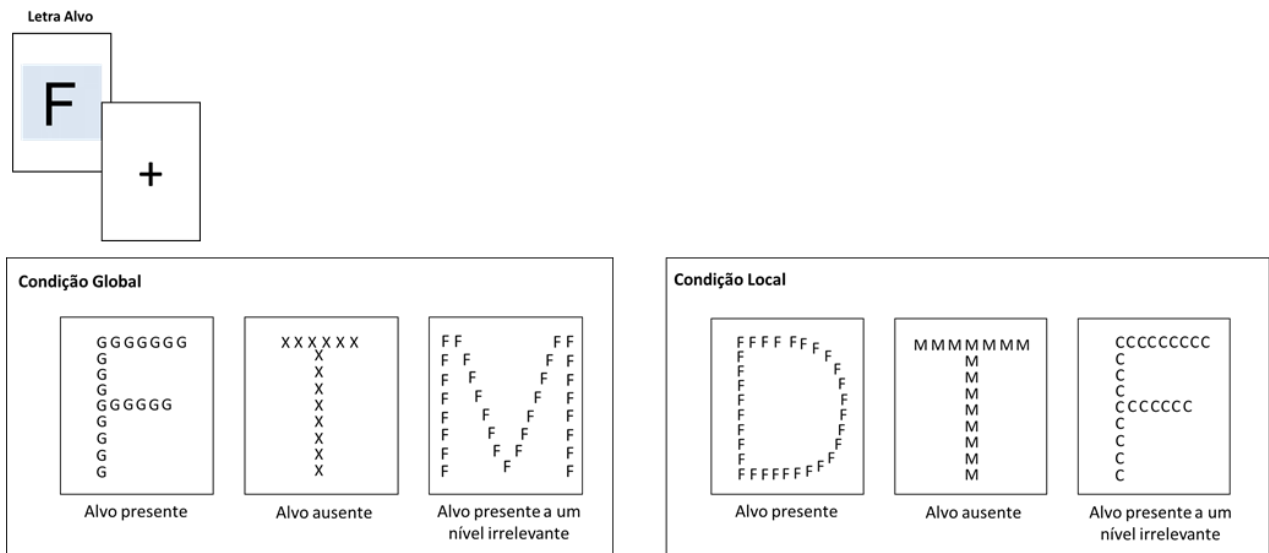
Cada participante realizou quatro blocos, que diferiam quanto à natureza do estímulo apresentado (letra vs. pseudoleta) e ao nível a que deveriam atender (global vs. local): condições “letra global”, “letra local”, “pseudoleta global” e “pseudoleta local”. No início de cada bloco, o participante era instruído relativamente ao nível a que deveria atender (nível global ou local). Em cada ensaio, era apresentada uma (pseudo)letra alvo durante 500 ms, seguida de quatro (pseudo)letras compostas, uma de cada vez, que permaneciam visíveis no

ecrã até o participante responder. Era pedido ao participante para responder o mais rápida e corretamente possível quanto à presença do estímulo-alvo no nível previamente indicado (global ou local), pressionando uma de duas teclas do teclado (teclas 1 e 9, correspondentes à resposta “sim” e “não”).

Todos os estímulos compostos eram incongruentes, ou seja, a letra global diferia sempre da letra local que a constituía. Os ensaios foram modelados com base no estudo de Poirel e colegas (Poirel et al., 2008): em 50% dos ensaios, o estímulo-alvo estava presente; em 25%, o estímulo-alvo estava ausente; e em 25%, o estímulo-alvo estava presente, mas a um nível irrelevante (Figura 3). Cada uma das 12 letras e pseudoletas repetia três vezes em ordem não-consecutiva, resultando num total de 72 estímulos ao longo da tarefa (36 Pseudoletas e 36 Letras).

A ordem de apresentação dos blocos e a tecla de resposta foram contrabalançadas entre os participantes. Antes de iniciar a tarefa experimental, os participantes realizavam um treino para familiarização.

Figura 3. Exemplo de letras compostas para as diferentes condições: Alvo presente; alvo ausente e alvo presente a um nível irrelevante.



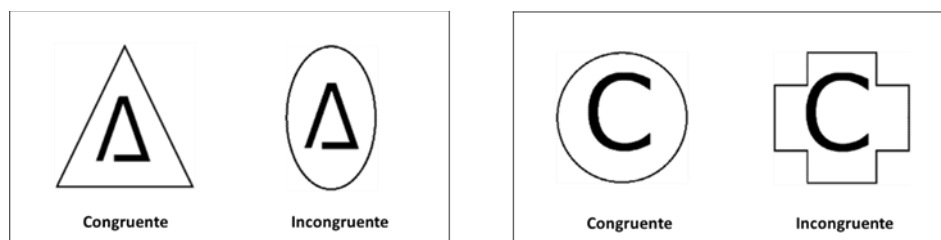
Tarefa de Congruência

Esta tarefa foi baseada no paradigma utilizado nos estudos de Lachmann e colaboradores (2014) e Fernandes e colaboradores (2014), desenhado para examinar o impacto do contorno global no processamento de letras e de pseudoletas (Fernandes et al., 2014; Lachmann et al., 2014). A tarefa era constituída por dois blocos: um de letras e outro de

pseudoletras, cada um composto por 192 ensaios, perfazendo um total de 384 ensaios experimentais. No início de cada bloco, eram apresentados cinco ensaios de treino, onde era fornecido feedback ao participante, após a resposta.

Os estímulos utilizados nesta tarefa incluíam seis letras e seis pseudoletras, cada uma apresentada 32 vezes de forma aleatória. Em ambos os blocos existiam duas condições experimentais: “congruente” e “incongruente”, definidas pela congruência ou incongruência da forma geométrica que circundava a letra ou pseudoletra-alvo (figura 4).

Figura 4. *Exemplos de Estímulos Congruentes e Incongruentes.*



Foi pedido aos participantes que realizassem uma tarefa de comparação mesmo-diferente de duas letras/pseudoletras apresentadas consecutivamente. O primeiro estímulo era apresentado isoladamente durante 500 ms, seguido do segundo estímulo, que aparecia rodeado por um contorno (uma forma geométrica) e permanecia no ecrã até ser dada uma resposta. Era pedido ao participante que ignorasse o contorno e indicasse se os dois estímulos apresentados consecutivamente eram iguais ou diferentes, utilizando duas teclas previamente indicadas.

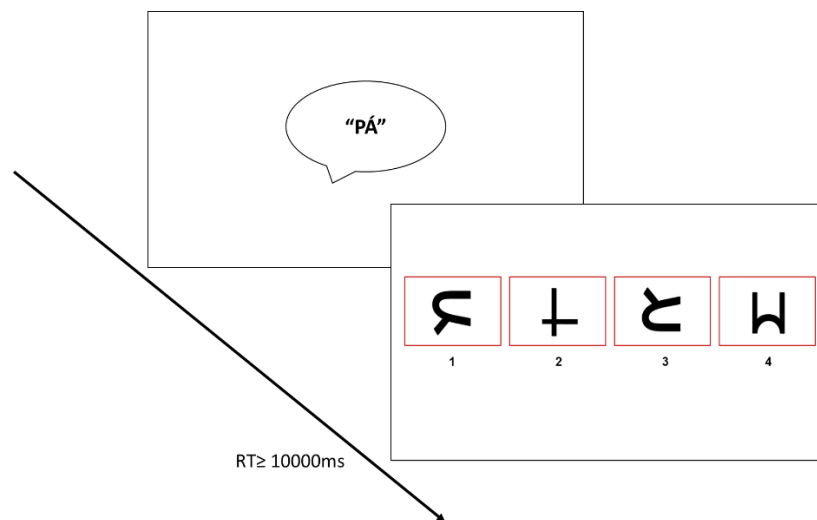
2.4.2. Tarefa de Reconhecimento

A tarefa de reconhecimento foi incluída neste estudo para examinar a evolução da curva de aprendizagem ao longo do tempo e avaliar os benefícios do treino na discriminação fina, (visual e fonética) das pseudoletras aprendidas. Esta tarefa foi realizada da segunda à última sessão (Dia 2 ao Dia 5).

Nesta tarefa, foi utilizado um paradigma de escolha forçada com quatro alternativas. Em cada ensaio, os participantes ouviam o som de uma das pseudoletras aprendidas e, em seguida, apareciam no ecrã do computador quatro opções gráficas de resposta, que permaneciam visíveis até o participante responder ou até atingir o limite máximo de 5 segundos. Para cada estímulo-alvo apresentado, foram manipuladas as opções de resposta, que incluíam: o estímulo alvo, um distrator visualmente semelhante ao alvo (que podia ser a

imagem em espelho do alvo ou uma rotação planar), um distrator fonologicamente semelhante ao alvo (diferendo apenas num som mínimo, por exemplo /pá/ e /cá/) e um estímulo totalmente diferente, mas do mesmo alfabeto aprendido (figura 5). A tarefa incluiu dois ensaios para cada pseudoaletra-alvo, totalizando 24 ensaios. O participante era instruído a decidir qual dos símbolos visuais apresentava correspondência ao som ouvido, usando o teclado do computador, e a responder o mais rapidamente e corretamente possível. Antes da tarefa, o participante realizava três ensaios de treino com feedback, para se familiarizar com a prova.

Figura 5. Sequência de eventos da Tarefa de Reconhecimento.



2.4.3. Tarefas de Leitura

Este estudo incluiu ainda duas tarefas de leitura. A primeira foi realizada desde a segunda até à última sessão (Dia 2 ao Dia 5; Leitura I), enquanto a segunda tarefa de leitura ocorreu apenas na última sessão (Dia 5; Leitura II). Com estas tarefas, pretendíamos avaliar o impacto do treino na decodificação de palavras e na automatização da leitura, refletida por marcadores comportamentais clássicos, como o efeito do comprimento da palavra (i.e., leitura mais eficiente para palavras mais curtas) (Barton et al., 2014). A tarefa de leitura introduzida apenas no último dia (Leitura II) pretendia avaliar a capacidade dos participantes de transferir o conhecimento acerca das relações letra-som aprendidas para a decodificação de novas palavras não treinadas.

Leitura I: A tarefa incluiu três listas de estímulos que variavam em comprimento, nomeadamente sílabas (as pseudoaletras), palavras reais e pseudopalavras (12 estímulos em

cada lista), escritas com o novo alfabeto (Figura 6). As (pseudo)palavras variavam em comprimento, entre duas e três sílabas. As diferentes listas foram apresentadas em blocos. Para cada lista, o estímulo era apresentado individualmente no ecrã do computador e permanecia visível até o participante responder ou até decorrer o tempo limite de 6000 ms. O participante era instruído a ler em voz alta a sílaba ou palavra, e ao terminar, devia carregar na tecla “ESPAÇO”. Após a leitura ou esgotado o tempo limite, era fornecido o feedback da resposta correta. Foram registadas a exatidão das respostas dadas e rapidez da leitura.

Leitura II: O procedimento desta tarefa foi semelhante ao da Leitura I, com a exceção de incluir apenas duas listas (não se solicitava a leitura de sílabas individuais) e de não haver feedback após a leitura de cada estímulo. A tarefa incluía 12 palavras e 12 pseudopalavras novas, que não tinham sido treinadas previamente. Foram registadas as respostas e o tempo de leitura.

Figura 6. Exemplo de palavras reais escritas com as pseudoletas com 1, 2 e 3 sílabas.



3. Resultados

3.1. Pré-treino

Foi realizada uma análise inicial dos resultados obtidos nas diferentes tarefas aplicadas durante o pré-treino, com o objetivo de garantir que os dois grupos experimentais não diferiam quanto às estratégias de processamento de letras que adotavam preferencialmente (de natureza analítica versus global), refletidas no desempenho nas tarefas de *Navon* e de *Congruência*. Consequentemente, qualquer impacto do treino observado na fase de pós-treino não poderá ser atribuído a diferenças já existentes de partida entre os dois grupos.

3.1.1. Tarefa de *Navon*

Para avaliar o desempenho na tarefa de *Navon*, restringiu-se a análise à condição Local, uma vez que é a condição que permite estimar o efeito da interferência Global-Local. As análises estatísticas referentes a esta tarefa seguiram o exemplo das apresentadas no artigo de Poirel (Poirel et al., 2008). Tendo em conta que a taxa de acertos foi de aproximadamente 98%, optou-se por analisar apenas os tempos de resposta. Deste modo, efetuou-se uma ANOVA mista com design $2 \times 2 \times 2$ para os tempos de resposta, com os fatores intra-sujeitos Material (Letras e Pseudoletras) e Tipo de ensaio (Alvo ausente e Alvo presente ao nível irrelevante) e o fator entre-sujeitos Grupo (Visuo-motor e Visual passivo).

Observou-se um efeito principal do fator Tipo de ensaio, $F(1,32) = 50.56, p < .001, \eta^2_p = .612$, e uma interação entre Material \times Tipo Ensaio, $F(1,32) = 9.92, p = .004, \eta^2_p = .237$. As análises *post hoc* (Teste de Tukey) revelaram que a magnitude da interferência, devido à presença do alvo ao nível irrelevante, é maior para as Pseudoletras ($p < .001$) do que para as Letras ($p = .06$). Ou seja, o efeito de precedência global manifestou-se mais acentuadamente para as Pseudoletras. Assim, os resultados obtidos foram os esperados e replicaram o efeito clássico descrito na literatura (Lachmann et al., 2014; Poirel et al., 2008): confirmámos uma maior interferência do nível global quando os participantes se concentravam no nível local, em comparação com o inverso (vantagem do processamento global). Além disso, este efeito foi mais acentuado para as pseudoletras em comparação com as letras, provavelmente porque ambos os tipos de materiais recorrem a estratégias de processamento diferentes (mais holísticas para pseudoletras e mais flexíveis para letras). Por este motivo, esta tarefa será usada nas análises seguintes como marcador externo para avaliar a emergência de um processamento específico de letras após o treino.

Não se observou efeito do Grupo ou qualquer interação envolvendo o fator Grupo ($F_s < 1$), o que garante que eventuais indícios de aprendizagem sejam atribuíveis unicamente ao impacto do treino e não a diferenças já existentes entre os grupos.

3.1.2. Tarefa de Congruência

Para analisar a capacidade de discriminação dos estímulos (valores d'), realizou-se uma análise de variância mista (ANOVA) $2 \times 2 \times 2$, com os fatores intra-sujeitos Material (Letras e Pseudoletras) e Congruência (Congruente e Incongruente) e o fator entre-sujeitos Grupo (visuo-motor e visual passivo).

Foram observados efeitos principais dos fatores Material e Congruência, $F(1,31) = 17.90, p < .001, n^2_p = .366$; $F(1,31) = 16.33, p < .001, n^2_p = .345$, respetivamente. Estes efeitos indicam uma vantagem dos participantes na discriminação das Letras comparativamente às Pseudoletras, assim como um melhor desempenho na tarefa para os estímulos rodeados por uma forma Congruente (*vs.* Incongruente). Contrariamente ao que era esperado, não se verificou interação entre os fatores Material e Congruência, $F < 1$, tendo-se observado um efeito de congruência tanto para as Letras como para as Pseudoletras. Assim, uma vez que não foi possível replicar o efeito clássico descrito na literatura, optou-se por não considerar esta tarefa nas análises seguintes.

De realçar que a análise do desempenho nesta tarefa revelou ainda que não existe um efeito significativo do Grupo ($F < 1$), ou de qualquer interação envolvendo o fator Grupo (Congruência \times Grupo: $F(1,31) = 1.39, p = .248, n^2_p = .043$; todas as restantes interações, $F_s < 1$), indicando que ambos os grupos tiveram um desempenho semelhante na fase de pré-treino.

O mesmo padrão de resultados foi observado na análise dos tempos de respostas, onde se observou efeitos principais dos fatores Material, $F(1,31) = 15.47, p < .001, n^2_p = .333$, e Congruência, $F(1,31) = 13.76, p = .001, n^2_p = .307$, mas não foi replicada a interação entre ambos os fatores, $F(1,31) = 2.70, p = .110, n^2_p = .080$. E tal como na análise da exatidão, o efeito do Grupo não foi significativo, $F(1,31) = 1.40, p = .245, n^2_p = .043$ bem como as interações envolvendo o fator Grupo ($F_s < 1$).

3.2. Eficácia do Treino

Para avaliar a curva de aprendizagem ao longo do treino, procedeu-se a uma análise do desempenho dos participantes na prova de treino com evocação por memória (Treino II). Os resultados da exatidão demonstraram um desempenho equivalente em ambos os grupos, com uma percentagem de acertos, no último dia de treino, em torno dos 100% (Grupo visuo-motor: 98% e Grupo visual passivo: 99%), o que demonstra que houve efetivamente aprendizagem do novo alfabeto por parte dos participantes.

3.3. Comparação entre os períodos Pré- e Pós-Treino

Finalmente, para examinar os efeitos de treino e de transferência, comparou-se o desempenho dos dois grupos nas tarefas independentes realizadas antes e após o treino (correspondendo ao Dia 1 e ao Dia 5, respetivamente).

3.3.1. Tarefa de Navon

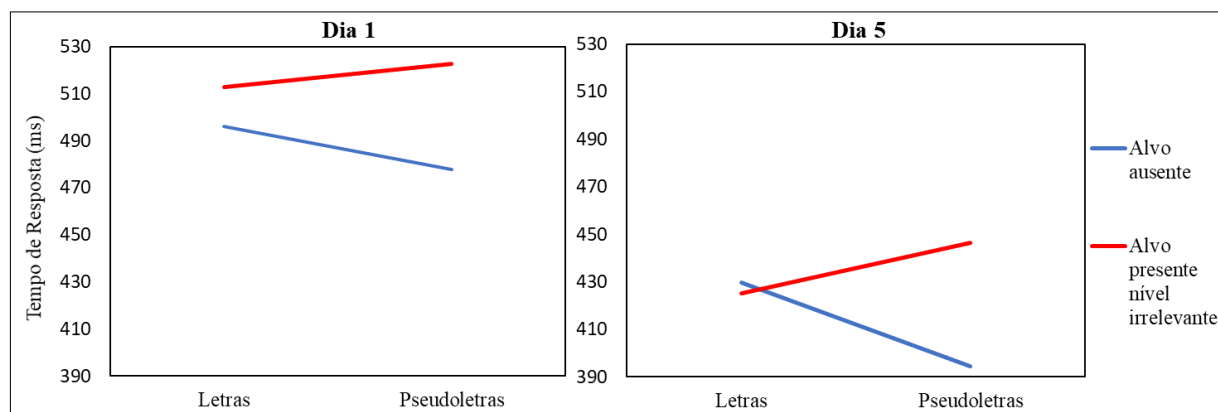
Não se verificou a presença de *speed-accuracy trade off*, tanto para o Dia 1 $r(32) = -0.01$, $p = .967$, como para o Dia 5 $r(32) = 0.30$, $p = .080$. Nas análises seguintes apenas foram considerados os tempos de resposta, analisados através de uma ANOVA mista com design $2 \times 2 \times 2$, com os fatores intra-sujeitos Material (Letras e Pseudoletas), Tipo de ensaio (Alvo ausente e Alvo presente a nível irrelevante) e Fase de teste (pré-treino e pós-treino) e fator entre-sujeitos o Grupo (Visuo-motor e Visual passivo).

Observou-se um efeito da Fase de teste, $F(1,32) = 66.00$, $p < .001$, $\eta^2_p = .673$, uma vez que os participantes apresentaram tempos de resposta mais longos no Dia 1 (vs. Dia 5). Também se encontrou um efeito do Tipo de ensaio, $F(1,32) = 79.43$, $p < .001$, $\eta^2_p = .713$, que mostrou que os tempos de resposta foram mais curtos para os ensaios em que o alvo está ausente comparativamente aos ensaios onde o alvo está presente mas a um nível irrelevante. Foi ainda observada uma interação entre os fatores Material e Tipo de ensaio, $F(1,32) = 47.11$, $p < .001$, $\eta^2_p = .596$, onde o efeito de interferência do nível global, devido à presença do alvo ao nível irrelevante, apenas se observa para as Pseudoletas.

Verificou-se ainda uma interação de terceira ordem, entre Material \times Tipo de ensaio \times Fase de Teste, $F(1,32) = 5.57$, $p = .025$, $\eta^2_p = .148$. Para decompor esta interação, procedeu-se então a uma análise separada por Fase de teste. Os resultados indicaram que, quer no Dia 1, $F(1,32) = 9.92$, $p = .004$, $\eta^2_p = .237$, quer no Dia 5, $F(1,32) = 48.26$, $p < .001$, $\eta^2_p = .601$, existe uma interação entre o Material e o Tipo de ensaio, porque o efeito de interferência do nível global, devido à presença do alvo ao nível irrelevante, é observável para as Pseudoletas em ambas as fases (p 's $< .001$) mas não é encontrado nas Letras ($p = .06$ e $p = .86$, no Dia 1 e Dia 5 respetivamente). Tal como se pode observar na figura 7, para as Letras, o efeito de interferência diminui ligeiramente no Dia 5, provavelmente devido a efeitos de teste-reteste.

Não se observou efeito principal ou qualquer interação envolvendo o fator Grupo ($F_s < 1$).

Figura 7. Interação entre os fatores Material e Tipo de Ensaio, no Pré (Dia 1) e Pós-treino (Dia 5).



3.3.2. Tarefa de Reconhecimento

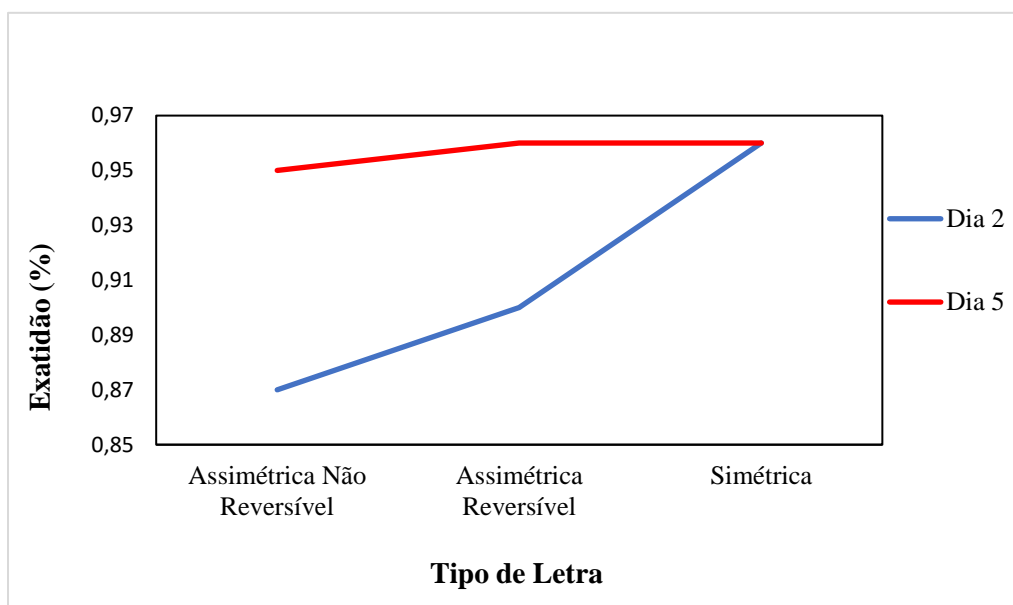
Análise da Exatidão

Com o objetivo de avaliar de forma mais fina o efeito do treino na aprendizagem do alfabeto novo e na capacidade de discriminação precisa das pseudoletras novas (discriminação fonética e discriminação de contrastes de orientação do tipo imagem em espelho e rotação planar), foi realizada uma ANOVA $2 \times 3 \times 2$, incluindo os fatores Fase de Teste (Dia 2 e Dia 5), Tipo de pseudoletra (Simétrica, Assimétrica não reversível e Assimétrica reversível) e Grupo (visuo-motor e visual passivo).

Verificou-se um efeito principal do Fase de teste, $F(1,32) = 8.55, p = .006, n^2_p = .211$ e uma interação marginalmente significativa Fase de teste \times Tipo de Letra $F(2,64) = 2.99, p = .057, n^2_p = .085$. Como se pode observar na figura 8, tal como era esperado no Dia 2 o desempenho dos participantes foi melhor na discriminação de pseudoletras simétricas comparativamente às pseudoletras assimétricas não reversíveis, $F(1,32) = 6.18, p = .018$, e às pseudoletras assimétricas reversíveis, $F(1,32) = 3.50, p = .071$, que por sua vez não diferem entre si ($F < 1$). No dia 5 não se verificaram diferenças no desempenho em função do Tipo de pseudoletra.

Não se observou nenhuma interação envolvendo o fator Grupo, ($F_s < 1$).

Figura 8. Interação entre os fatores Tipo de letra e Fase de teste.

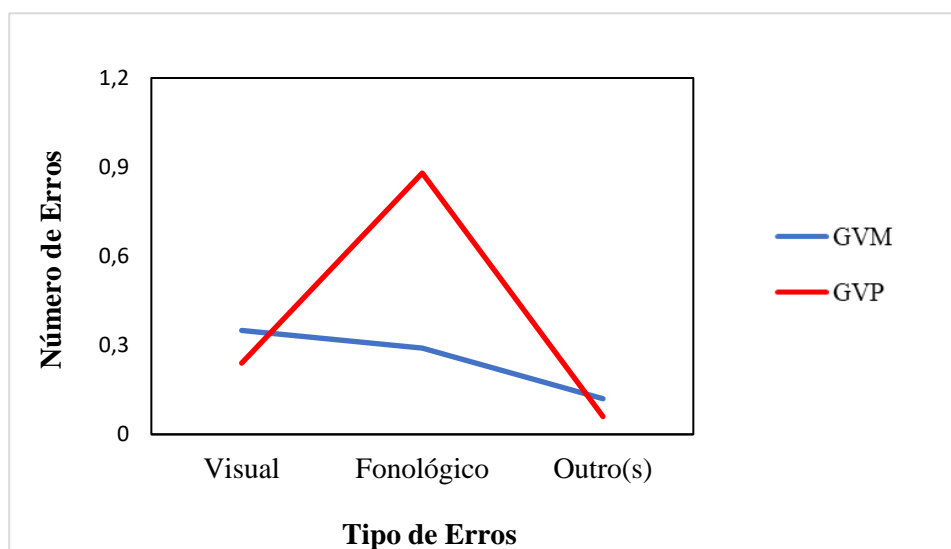


Análise dos Erros

Para analisar eventuais diferenças entre grupos no que diz respeito ao tipo de erros cometidos na tarefa de reconhecimento no final do treino, foi ainda realizada uma ANOVA 3×2 , tendo como fatores o Tipo de Erros (Visual, Fonológico e Outros) e o Grupo (visuo-motor e visual passivo).

Considerando o Dia 5, observou-se uma interação entre Tipo de Erro e o Grupo, $F(2,64) = 3.16, p = .049, \eta^2_p = .090$. Como se observa na Figura 9, o grupo visual passivo cometeu mais erros do tipo fonológico, quer comparando com os outros tipos de erros, quer na comparação entre grupos.

Figura 9. Interação entre os fatores Tipo de Erro e Grupo.



3.3.3. Tarefa de Leitura I

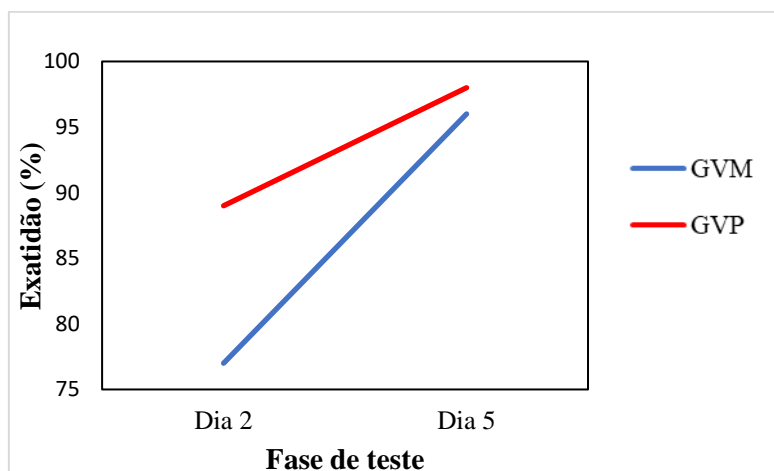
A exatidão das respostas foi analisada através de uma ANOVA com medidas repetidas com design $2 \times 3 \times 2$, incluindo os fatores Fase de teste (Dia 2 e Dia 5), Comprimento da palavra (1, 2 e 3 sílabas) e Grupo (visuo-motor e visual passivo).

Tal como é possível observar na figura 10 verificou-se um efeito principal da Fase de teste, $F(1, 32) = 43.71, p < .001, n^2_p = .577$, que revelou que ambos os grupos melhoraram o desempenho ao longo das sessões de treino, e do fator Comprimento, $F(2, 64) = 21.85, p < .001, n^2_p = .406$, uma vez que os participantes demoraram mais tempo a ler as palavras de maior comprimento. A interação significativa entre os fatores Fase de teste e Comprimento, $F(2, 64) = 11.52, p < .001, n^2_p = .265$, é explicada pela observação de um efeito do comprimento no dia 2, revelando que o desempenho dos participantes é melhor quando as pseudoletas são lidas individualmente ($p < .001$) do que nas palavras com duas ou três sílabas ($p > .9$), ao passo que este efeito do Comprimento desaparece no último dia da tarefa (Dia 5, $p > .5$). Este resultado parece sugerir um automatismo da leitura com o treino.

Observou-se também uma interação entre os fatores Fase de teste e Grupo, $F(1, 64) = 5.78, p = .022, n^2_p = .153$, revelando que o grupo visuo-motor, no primeiro contacto com a tarefa (Dia 2), comete mais erros comparativamente ao grupo visual passivo ($p = .003$), no entanto, esta diferença esbate-se no Dia 5 ($p > .9$), obtendo os grupos o mesmo nível de desempenho.

No entanto, não se observou interação entre os fatores Fase de teste, Comprimento e Grupo, $F < 1$.

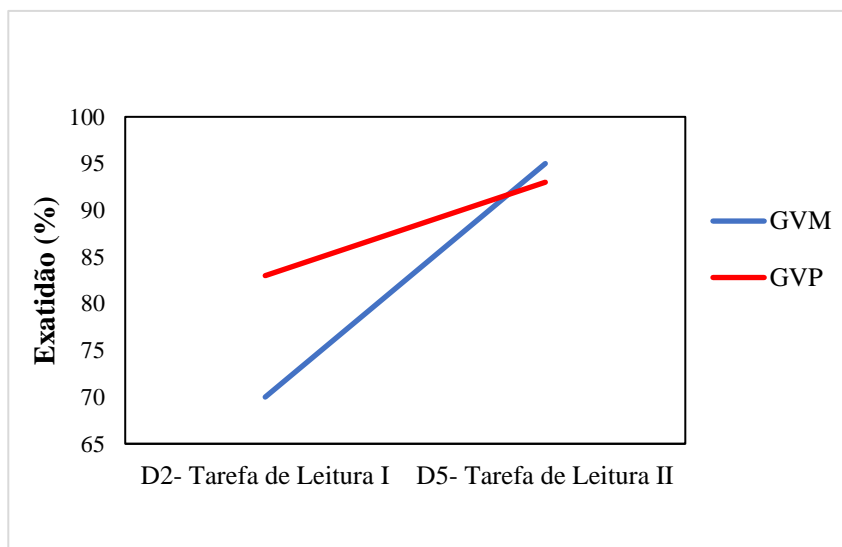
Figura 10. Interação entre os fatores Fase de teste e Grupo.



3.3.4. Tarefas de Leitura I (Dia 2) e Tarefa de Leitura II (Dia 5)

Para explorar se os efeitos obtidos na tarefa de leitura I (i.e., melhoria do desempenho do dia 2 para o dia 5) não são meramente atribuíveis a uma memorização das pseudoletas do novo alfabeto, fomos analisar se esses efeitos se transferiam para uma tarefa nova de leitura (leitura II, apenas aplicada no dia 5). Assim, procedeu-se a uma análise do desempenho em ambas as tarefas de leitura (leitura I e leitura II) considerando os fatores intra-sujeitos a Fase de teste (dia 2 e dia 5) e o Comprimento da palavra (2 e 3 sílabas). Mais uma vez verificou-se um efeito principal do fator Fase de teste, $F(1,32) = 31.94, p < .001, n^2_p = .500$, que é modulado pelo fator Grupo, $F(1,32) = 6.27, p = .018, n^2_p = .164$. Não se verificou interação significativa entre os fatores: Fase de teste \times Comprimento \times Grupo, $F(1,32)=2.35, p = .135, n^2_p = .068$. As análises *post hoc* (teste *Tukey*) indicam que o grupo visuo-motor é menos exato do que o grupo visual passivo no primeiro dia da tarefa ($p = .011$), contudo no Dia 5 o desempenho encontra-se ao mesmo nível ($p > .9$) tal como é possível visualizar na figura 11. Além disso, ambos os grupos apresentam melhorias do primeiro para o último dia da tarefa, o que indica que ocorreu aprendizagem e que estas tarefas com um alfabeto artificial estão efetivamente a medir processos semelhantes aos usados na leitura. De salientar, no entanto, que o ganho observado na aprendizagem foi maior no grupo visuo-motor ($p < .001$) do que no grupo visual passivo ($p = .138$).

Figura 11. Interação entre a Tarefa de leitura I (Dia 2), Tarefa de leitura II (Dia 5) e o fator Grupo.



4. Discussão

Aprender a ler é uma capacidade fulcral para os indivíduos e para a evolução das sociedades. O estudo dos processos cognitivos subjacentes à identificação de letras e ao reconhecimento visual das palavras, alicerces da leitura, bem como das experiências de aprendizagem que otimizam esse processo, é, assim, fundamental para o desenvolvimento de estratégias de ensino eficazes e adaptadas aos desafios da atualidade. Com a emergência e crescente adoção das novas tecnologias na área da educação surgem questões sobre o impacto que as mudanças na forma de aprender a ler e a escrever – em particular o desuso da escrita manual – podem ter no desenvolvimento cognitivo da literacia e na emergência de um sistema neural especializados para letras (Heuer, 2016).

Com o presente estudo pretendemos contribuir para o debate sobre a importância da escrita à mão no reconhecimento visual de letras e na aprendizagem da leitura. Assim, tivemos como objetivo explorar em que medida uma experiência de aprendizagem envolvendo a escrita manual de letras é mais benéfica do que uma experiência de aprendizagem sem treino grafomotor, e se facilita a emergência de um processamento específico para as letras. Para este fim, implementamos um estudo longitudinal com adultos expostos a duas estratégias distintas para a aprendizagem de um alfabeto artificial, composto por símbolos semelhantes a letras (pseudoletras): 1) um treino baseado na escrita manual das pseudoletras e correspondente representação fonológica (grupo visuo-motor); e 2) um treino sem ação grafomotora, focado apenas na aprendizagem do símbolo visual associado à representação fonológica das pseudoletras (grupo visual passivo). Para explorar os potenciais efeitos do treino, foram utilizadas diferentes medidas comportamentais para avaliar a evolução da curva de aprendizagem, o reconhecimento visual de pseudoletras e a extensão do benefício para a leitura, assim como a mudanças decorrentes do treino no tipo de processamento (mais holístico ou mais analítico) utilizado pelos sujeitos para identificar as pseudoletras.

Os resultados obtidos na fase de pré-treino revelaram um desempenho idêntico entre os dois grupos, tanto no nível de leitura no código nativo como nas tarefas comportamentais desenhadas especificamente para avaliar o impacto do treino. Estes resultados permitem-nos assegurar que a existência de quaisquer diferenças entre grupos após o treino se deve exclusivamente às características específicas do treino implementado e não a diferenças pré-existentes entre os dois grupos no modo de processar letras, por exemplo.

Para explorar o impacto do tipo de treino na identificação e discriminação fina das pseudoletras novas, usámos uma tarefa de reconhecimento visual onde eram apresentadas as

pseudoletras entre diferentes distratores. A análise do desempenho revelou uma interação marginal entre a fase de teste e o tipo de pseudoletra, uma vez que ambos os grupos tiveram mais facilidade em discriminar pseudoletras simétricas comparativamente a pseudoletras assimétricas (reversíveis e não-reversíveis) no primeiro contacto com esta tarefa (Dia 2), mas um nível de desempenho semelhante para ambos os materiais após o último dia de treino (Dia 5). Este resultado era esperado à luz dos estudos que mostram maior eficiência e rapidez do sistema visual no reconhecimento de objetos simétricos, princípio que também se estende às letras do alfabeto (Wagemans, 1997), e que pode ser particularmente relevante para o leitor que está a aprender a ler.

Mais interessante, a análise dos erros cometidos na tarefa de reconhecimento, no final do período de treino, revelou que o grupo visual passivo foi especialmente afetado (i.e., cometeu mais erros) pela interferência provocada pela semelhança fonológica entre a pseudoletra-alvo e o distrator, quando comparado com os outros tipos de distratores (visual e distrator totalmente diferente) e com o desempenho do grupo visuo-motor. Neste último, não se verificaram diferenças significativas no desempenho em função do tipo de distrator. Estes resultados parecem sugerir uma vantagem do grupo visuo-motor no estabelecimento de representações mais estáveis das pseudoletras novas aprendidas, que se tornam, assim, imunes à interferência causada pela semelhança com outras pseudoletras do mesmo código aprendido. Foi surpreendente, contudo, que tal vantagem do grupo visuo-motor (comparativamente ao grupo visual passivo) não se tenha refletido também numa melhor discriminação visual fina de pseudoletras com a mesma forma visual e que diferiam apenas em orientação (imagens em espelho), tal como sugere uma meta-análise recente (Araújo et al., 2022). Num estudo semelhante, usando medidas *online* mais finas, como o registo dos movimentos oculares, tal benefício foi de facto evidente (Araújo et al., 2024), pelo que podemos especular que a ausência de efeitos no nosso estudo se deva a uma falta de sensibilidade das medidas usadas.

A identificação e reconhecimento de letras são processos basilares na aquisição da leitura, sendo descritos como precursora da capacidade de leitura (Zemlock et al., 2018). Neste sentido, no presente estudo explorámos também se o benefício do treino no processamento de letras se estendia para a leitura de palavras, e para a sua automatização, colmatando assim uma lacuna na maioria dos estudos prévios. Sabemos que, nas fases iniciais da aquisição da leitura, as palavras são lidas sobretudo por meio de um mecanismo de decodificação serial, ou seja, letra a letra, mas que essa estratégia (morosa) deixa de ser utilizada com a prática e a expansão do léxico ortográfico em detrimento de um processamento mais holístico da palavra, indicativo da automatização na leitura (Barton et al., 2014; Coltheart, 2006; Gerth & Festman, 2021).

Tal como esperado, a aprendizagem do novo alfabeto foi verificada pela progressiva facilidade manifestada nas tarefas de leitura, manifesta numa maior acuidade e velocidade da leitura ao longo das várias sessões. No primeiro contacto com a tarefa (Leitura I, Dia 2), o tempo de leitura foi maior em função do comprimento da palavra, ou seja, verificou-se o efeito clássico de comprimento da palavra (Barton et al., 2014) em ambos os grupos de treino (melhor desempenho em palavras mais pequenas). Esse efeito de comprimento atenuou-se com o treino e, no último dia da tarefa, não se verificaram diferenças entre as palavras com uma-a-três sílabas, sugerindo esta diminuição do efeito do comprimento um processamento mais automático das palavras (Barton et al., 2014). Importa ainda salientar que a transferência observada no benefício do treino para a leitura de palavras também se verificou para palavras novas não treinadas (tarefa de Leitura II, realizada apenas após o último dia de treino), o que mostra que tal benefício do treino não é explicado por efeitos de teste-reteste e de memorização das palavras lidas. Quando comparámos as duas tarefas de leitura, observou-se um efeito da fase de teste; ou seja, no último dia de treino, todos os participantes revelaram um desempenho significativamente superior ao do primeiro dia. Um resultado a salientar é o facto de que, apesar de ambos os grupos melhorarem na leitura com o decorrer do treino, tal ganho foi estatisticamente superior no grupo visuo-motor, o que sugere uma vantagem deste grupo na leitura.

Relativamente à tarefa de *Navon*, usada para explorar o tipo de processamento utilizado pelos participantes na identificação das pseudoletas, verificou-se que durante a fase de pré-treino o efeito da precedência global foi mais acentuado para as pseudoletas novas do que para letras reais. Este resultado vai ao encontro da literatura existente (Lachmann et al., 2014), e sugere um processamento holístico preferencial para estímulos não-letras, tais como objetos e pseudoletas. Mais importante, pretendeu-se com o presente estudo verificar se, após o treino do novo alfabeto e em função da modalidade de aprendizagem, ocorria uma mudança no tipo de processamento das pseudoletas aprendidas. Era expetável que, após o treino, o processamento das pseudoletas se assemelhasse ao processamento que ocorre para letras reais, sinalizado por uma diminuição do efeito de precedência global (i.e., uma diminuição do efeito de interferência do nível global para o nível local) (Lachmann et al., 2014; Schmitt et al., 2017), e em especial no grupo visuo-motor. No entanto, tal não se verificou. Após o treino, observou-se um efeito da fase de teste, com tempos de resposta mais curtos para ambos os tipos de material (pseudoletas novas e letras reais), provavelmente devido à aprendizagem e familiaridade com os estímulos e com a tarefa. Contudo, não se verificou qualquer efeito ou interação envolvendo o fator grupo de treino. Especificamente, a interferência do nível global

para o nível local, devido à presença do alvo ao nível irrelevante, manteve-se significativa após o treino para as pseudoletas novas aprendidas. ou seja, em nenhum dos grupos de treino houve uma diminuição do efeito de interferência, resultado que esperávamos se o treino tivesse encorajado a emergência de uma representação com o estatuto de letra e a um processamento mais flexível (com predominância de uma estratégia analítica) como se observa para letras automatizadas (Lachmann et al., 2014; Schmitt et al., 2017). Num estudo prévio, Schmitt e colaboradores também não encontraram diferenças significativas no processamento de pseudoletas após um treino com associação fonológica (Schmitt et al., 2017). Os autores concluíram que a familiaridade com os estímulos não foi suficiente para a emergência de um processamento específico tal como observado para letras reais, o que poderá também ser uma razão explicativa dos resultados do presente estudo.

Em suma, de um modo geral, os resultados do presente estudo, em combinação com estudos recentes (por exemplo, Araújo et al., 2024), apoiam a ideia de que o treino com escrita manual durante a aprendizagem favorece a integração audiovisual-motora, facilitando o reconhecimento preciso das letras, benefício este que se estende para a leitura. Estudos anteriores com neuroimagem mostraram também que a emergência da especialização neural para letras é mais robusta quando estas são aprendidas através da escrita manual, comparativamente a um treino puramente visual ou com escrita em teclado (Longcamp et al., 2008), observando-se uma maior ativação funcional das áreas cerebrais envolvidas na identificação e reconhecimento de letras (giro fusiforme e giro dorsal precentral esquerdo) (James & Atwood, 2009).

O presente estudo não permite, contudo, clarificar qual é o mecanismo cognitivo chave na origem de tal benefício. Estudos recentes parecem sugerir fortemente que não é a ação motora por si só o mecanismo responsável, apontando para a possibilidade de que o benefício da escrita manual acontece por meio de um mecanismo de aprendizagem perceptiva devido, por exemplo, à análise segmental da letra, potenciada naturalmente durante a escrita à mão, que assiste na afinação para as características distintivas das letras (para uma revisão, ver Araújo et al., 2022, e Fernandes & Araújo, 2021). De facto, estudos recentes mostraram um benefício equivalente no reconhecimento visual de letras do treino com escrita manual e de um treino sem ação grafomotora, mas com análise visual segmental “equivalente” à escrita manual (treino de composição) (Seyll et al., 2020, 2022). Estes estudos vieram reforçar a ideia de que a vantagem da escrita à mão pode não estar diretamente relacionada com o ato motor por si só, sugerindo que processos atencionais envolvidos na análise da forma e dos traços que compõem uma letra durante a aprendizagem podem estar na origem do benefício do treino com escrita

manual, facilitando uma memorização mais eficiente, e conseqüentemente, um melhor reconhecimento visual das letras especialmente nas fases iniciais de aprendizagem (Seyll et al., 2020). É possível que os resultados obtidos no presente estudo, no que diz respeito ao maior benefício do grupo viso-motor na tarefa de reconhecimento visual das pseudoletas, por exemplo, se devam (pelo menos em parte) a um maior envolvimento da atenção no grupo visuo-motor.

Limitações

Este estudo possui várias limitações. A primeira, frequente em estudos longitudinais com vários grupos experimentais, diz respeito ao número reduzido de participantes. Uma amostra de dimensão mais alargada poderia ter permitido obter resultados mais robustos. Uma segunda limitação remete para o facto de o paradigma experimental adotado (adultos a aprender um alfabeto artificial) não representar um contexto de aprendizagem natural. Idealmente, teríamos de replicar os processos de aquisição da leitura de forma mais semelhante possível ao que acontece na aprendizagem formal na infância. Ao implementar este paradigma com uma amostra de adultos letrados, temos de ter em consideração uma série de competências linguísticas já adquiridas previamente com a alfabetização, assim como o facto de a rede neural para letras do código nativo já estar implementada, o que pode ter influenciado a forma como as pseudoletas novas foram processadas e aprendidas.

Por último, e apesar de os resultados revelarem que os participantes aprenderam eficientemente as pseudoletas novas, a duração da fase de treino (apenas quatro dias) poderá explicar os resultados nulos no que refere aos marcadores comportamentais associados ao processamento específico de letras. No contexto de aprendizagem formal, especificamente quando se aprendem as letras do alfabeto, a automatização no processo de aquisição da leitura apenas se manifesta em estádios mais tardios. Assim, o treino realizado neste estudo poderá ter sido insuficiente em termos de intensidade e duração para despoletar um processamento específico característicos das letras para as pseudoletas novas aprendidas.

6. Referências Bibliográficas

- Araújo, S., Domingues, M., & Fernandes, T. (2022). From Hand to Eye: A Meta-Analysis of the Benefit from Handwriting Training in Visual Graph Recognition. *Educational Psychology Review*, *34*(3), 1577–1612. <https://doi.org/10.1007/s10648-021-09651-4>
- Araújo, S., Reis, A., Faísca, L., Catronas, D., & Fernandes, T. (2024, 10-13 Jul.). Multisensory integration in reading acquisition: Can eye movements unveil the role of handwriting practice? *Thirty-First Annual Meeting of Scientific Studies of Reading (SSSR)*, Copenhagen, Denmark.
- Barton, J. J. S., Hanif, H. M., Eklinder Björnström, L., & Hills, C. (2014). The word-length effect in reading: A review. *Cognitive Neuropsychology*, *31*(5–6), 378–412. <https://doi.org/10.1080/02643294.2014.895314>
- Coltheart, M. (2006). Dual route and connectionist models of reading: An overview. *London Review of Education*, *4*(1). <https://doi.org/10.1080/13603110600574322>
- Corballis, M. C. (2018). Mirror-Image Equivalence and Interhemispheric Mirror-Image Reversal. *Frontiers in Human Neuroscience*, *12*, 140. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2018.00140>
- Dehaene, S. (2005). Evolution of Human Cortical Circuits for Reading and Arithmetic: The «Neuronal Recycling» Hypothesis. Em S. Dehaene, J.-R. Duhamel, M. D. Hauser, & G. Rizzolatti (Eds.), *From Monkey Brain to Human Brain* (pp. 133–158). The MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/3136.003.0012>
- Dehaene, S., & Cohen, L. (2007). Cultural Recycling of Cortical Maps. *Neuron*, *56*(2), 384–398. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2007.10.004>
- Dehaene, S., & Cohen, L. (2011). The unique role of the visual word form area in reading. *Trends in Cognitive Sciences*, *15*(6), 254–262. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2011.04.003>
- Dehaene, S., Cohen, L., Morais, J., & Kolinsky, R. (2015). Illiterate to literate: Behavioural and cerebral changes induced by reading acquisition. *Nature Reviews Neuroscience*, *16*(4), 234–244. <https://doi.org/10.1038/nrn3924>
- Dehaene, S., Nakamura, K., Jobert, A., Kuroki, C., Ogawa, S., & Cohen, L. (2010). Why do children make mirror errors in reading? Neural correlates of mirror invariance in the visual word form area. *NeuroImage*, *49*(2), 1837–1848. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.09.024>
- Dehaene, S., Pegado, F., Braga, L. W., Ventura, P., Filho, G. N., Jobert, A., Dehaene-Lambertz, G., Kolinsky, R., Morais, J., & Cohen, L. (2010). How Learning to Read Changes the Cortical Networks for Vision and Language. *Science*, *330*(6009), 1359–1364. <https://doi.org/10.1126/science.1194140>
- Dehaene-Lambertz, G., Monzalvo, K., & Dehaene, S. (2018). The emergence of the visual word form: Longitudinal evolution of category-specific ventral visual areas during reading acquisition. *PLOS Biology*, *16*(3), e2004103. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.2004103>

- Feng, X., Altarelli, I., Monzalvo, K., Ding, G., Ramus, F., Shu, H., Dehaene, S., Meng, X., & Dehaene-Lambertz, G. (2020). A universal reading network and its modulation by writing system and reading ability in French and Chinese children. *eLife*, *9*, e54591. <https://doi.org/10.7554/eLife.54591>
- Fernandes, T., & Araújo, S. (2021). From Hand to Eye With the Devil In-Between: Which Cognitive Mechanisms Underpin the Benefit From Handwriting Training When Learning Visual Graphs? *Frontiers in Psychology*, *12*, 736507. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.736507>
- Fernandes, T., Araújo, S., Sucena, A., Reis, A., & Castro, S. L. (2017). The 1-min Screening Test for Reading Problems in College Students: Psychometric Properties of the 1-min TIL. *Dyslexia*, *23*(1), 66–87. <https://doi.org/10.1002/dys.1548>
- Fernandes, T., Leite, I., & Kolinsky, R. (2016). Into the Looking Glass: Literacy Acquisition and Mirror Invariance in Preschool and First-Grade Children. *Child Development*, *87*(6), 2008–2025. <https://doi.org/10.1111/cdev.12550>
- Fernandes, T., Vale, A. P., Martins, B., Morais, J., & Kolinsky, R. (2014). The deficit of letter processing in developmental dyslexia: Combining evidence from dyslexics, typical readers and illiterate adults. *Developmental Science*, *17*(1), 125–141. <https://doi.org/10.1111/desc.12102>
- Gerth, S., & Festman, J. (2021). Reading Development, Word Length and Frequency Effects: An Eye-Tracking Study with Slow and Fast Readers. *Frontiers in Communication*, *6*, 743113. <https://doi.org/10.3389/fcomm.2021.743113>
- Hervais-Adelman, A., Kumar, U., Mishra, R. K., Tripathi, V. N., Guleria, A., Singh, J. P., Eisner, F., & Huettig, F. (2019). Learning to read recycles visual cortical networks without destruction. *Science Advances*, *5*(9), eaax0262. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aax0262>
- Heuer, H. (2016). Technologies shape sensorimotor skills and abilities. *Trends in Neuroscience and Education*, *5*(3), 121–129. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2016.06.001>
- Hulme, C., & Snowling, M. J. (2013). Learning to Read: What We Know and What We Need to Understand Better. *Child Development Perspectives*, *7*(1), 1–5. <https://doi.org/10.1111/cdep.12005>
- James, K. H. (2010). Sensori-motor experience leads to changes in visual processing in the developing brain. *Developmental Science*, *13*(2), 279–288. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2009.00883.x>
- James, K. H. (2017). The Importance of Handwriting Experience on the Development of the Literate Brain. *Current Directions in Psychological Science*, *26*(6), 502–508. <https://doi.org/10.1177/0963721417709821>
- James, K. H., & Atwood, T. P. (2009). The role of sensorimotor learning in the perception of letter-like forms: Tracking the causes of neural specialization for letters. *Cognitive Neuropsychology*, *26*(1), 91–110. <https://doi.org/10.1080/02643290802425914>

- James, K. H., & Engelhardt, L. (2012). The effects of handwriting experience on functional brain development in pre-literate children. *Trends in Neuroscience and Education*, *1*(1), 32–42. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2012.08.001>
- James, K. H., & Gauthier, I. (2006). Letter processing automatically recruits a sensory–motor brain network. *Neuropsychologia*, *44*(14), 2937–2949. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.06.026>
- Lachmann, T., Schmitt, A., Braet, W., & Van Leeuwen, C. (2014). Letters in the forest: Global precedence effect disappears for letters but not for non-letters under reading-like conditions. *Frontiers in Psychology*, *5*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00705>
- Longcamp, M., Anton, J.-L., Roth, M., & Velay, J.-L. (2003). Visual presentation of single letters activates a premotor area involved in writing. *NeuroImage*, *19*(4), 1492–1500. [https://doi.org/10.1016/S1053-8119\(03\)00088-0](https://doi.org/10.1016/S1053-8119(03)00088-0)
- Longcamp, M., Anton, J.-L., Roth, M., & Velay, J.-L. (2005). Premotor activations in response to visually presented single letters depend on the hand used to write: A study on left-handers. *Neuropsychologia*, *43*(12), 1801–1809. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2005.01.020>
- Longcamp, M., Boucard, C., Gilhodes, J.-C., Anton, J.-L., Roth, M., Nazarian, B., & Velay, J.-L. (2008). Learning through Hand- or Typewriting Influences Visual Recognition of New Graphic Shapes: Behavioral and Functional Imaging Evidence. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *20*(5), 802–815. <https://doi.org/10.1162/jocn.2008.20504>
- Longcamp, M., Boucard, C., Gilhodes, J.-C., & Velay, J.-L. (2006). Remembering the orientation of newly learned characters depends on the associated writing knowledge: A comparison between handwriting and typing. *Human Movement Science*, *25*(4–5), 646–656. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2006.07.007>
- Longcamp, M., Zerbato-Poudou, M.-T., & Velay, J.-L. (2005). The influence of writing practice on letter recognition in preschool children: A comparison between handwriting and typing. *Acta Psychologica*, *119*(1), 67–79. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2004.10.019>
- Martin, A., Schurz, M., Kronbichler, M., & Richlan, F. (2015). Reading in the brain of children and adults: A meta-analysis of 40 functional magnetic resonance imaging studies. *Human Brain Mapping*, *36*(5), 1963–1981. <https://doi.org/10.1002/hbm.22749>
- Nakamura, K., Kuo, W.-J., Pegado, F., Cohen, L., Tzeng, O. J. L., & Dehaene, S. (2012). Universal brain systems for recognizing word shapes and handwriting gestures during reading. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *109*(50), 20762–20767. <https://doi.org/10.1073/pnas.1217749109>
- Navon, D. (2003). What does a compound letter tell the psychologist's mind? *Acta Psychologica*, *114*(3), 273–309. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2003.06.002>
- Pegado, F., Comerlato, E., Ventura, F., Jobert, A., Nakamura, K., Buiatti, M., Ventura, P., Dehaene-Lambertz, G., Kolinsky, R., Morais, J., Braga, L. W., Cohen, L., & Dehaene, S. (2014). Timing the impact of literacy on visual processing. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *111*(49). <https://doi.org/10.1073/pnas.1417347111>

- Pegado, F., Nakamura, K., Cohen, L., & Dehaene, S. (2011). Breaking the symmetry: Mirror discrimination for single letters but not for pictures in the Visual Word Form Area. *NeuroImage*, *55*(2), 742–749. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.11.043>
- Pegado, F., Nakamura, K., & Hannagan, T. (2014). How does literacy break mirror invariance in the visual system? *Frontiers in Psychology*, *5*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00703>
- Poirel, N., Pineau, A., & Mellet, E. (2008). What does the nature of the stimuli tell us about the Global Precedence Effect? *Acta Psychologica*, *127*(1), 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2006.12.001>
- Rothlein, D., & Rapp, B. (2014). The similarity structure of distributed neural responses reveals the multiple representations of letters. *NeuroImage*, *89*, 331–344. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.11.054>
- Roux, F.-E., Draper, L., Köpke, B., & Démonet, J.-F. (2010). Who actually read Exner? Returning to the source of the frontal “writing centre” hypothesis. *Cortex*, *46*(9), 1204–1210. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2010.03.001>
- Schmitt, A., Van Leeuwen, C., & Lachmann, T. (2017). Connections are not enough for membership: Letter/non-letter distinction persists through phonological association learning. *Acta Psychologica*, *176*, 85–91. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2017.03.015>
- Seyll, L., Salamin, A.-L., & Content, A. (2022). Attentional engagement in letter-like shape learning. *Journal of Experimental Psychology: General*, *151*(8), 1762–1771. <https://doi.org/10.1037/xge0001160>
- Seyll, L., Wyckmans, F., & Content, A. (2020). The impact of graphic motor programs and detailed visual analysis on letter-like shape recognition. *Cognition*, *205*, 104443. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2020.104443>
- Torres, A. R., Mota, N. B., Adamy, N., Naschold, A., Lima, T. Z., Copelli, M., Weissheimer, J., Pegado, F., & Ribeiro, S. (2021). Selective Inhibition of Mirror Invariance for Letters Consolidated by Sleep Doubles Reading Fluency. *Current Biology*, *31*(4), 742-752.e8. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2020.11.031>
- Vinci-Booher, S., James, T. W., & James, K. H. (2016). Visual-motor functional connectivity in preschool children emerges after handwriting experience. *Trends in Neuroscience and Education*, *5*(3), 107–120. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2016.07.006>
- Wagemans, J. (1997). Characteristics and models of human symmetry detection. *Trends in Cognitive Sciences*, *1*(9), 346–352. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(97\)01105-4](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(97)01105-4)
- Wiley, R. W., & Rapp, B. (2021). The Effects of Handwriting Experience on Literacy Learning. *Psychological Science*, *32*(7), 1086–1103. <https://doi.org/10.1177/0956797621993111>
- Zemlock, D., Vinci-Booher, S., & James, K. H. (2018). Visual–motor symbol production facilitates letter recognition in young children. *Reading and Writing*, *31*(6), 1255–1271. <https://doi.org/10.1007/s11145-018-9831-z>

7. Anexos

Anexo I

Consentimento Informado

CONSENTIMENTO INFORMADO

Contacto do Investigador Responsável: smaraujo@psicologia.ulisboa.pt

Esta declaração certifica que eu,, aceito de livre vontade participar numa experiência científica (*A emergência da especialização neuronal para letras*) coordenada pela Doutora Susana Araújo e devidamente integrada nas actividades de investigação do Grupo Memória e Linguagem (Centro de Investigação em Ciência Psicológica, CICPSI) da Universidade de Lisboa.

Uma explicação breve sobre a experiência na qual vou participar foi-me dada e estou esclarecido (a) sobre a mesma. Tive oportunidade de colocar questões sobre a experiência, e estou satisfeito(a) com as respostas. Compreendo que a minha participação no estudo é voluntária e que posso interrompê-la a qualquer momento, sem fornecer qualquer explicação.

ASSINATURA DO PARTICIPANTE

DATA

A ser preenchido pelo investigador

O participante supramencionado foi informado sobre a natureza da experiência. O participante foi informado que a experiência será imediatamente interrompida se requerido e que isso não afectará o cuidado que merece.

Assinatura e Data:

A emergência da especialização neuronal para letras

Objetivo do Estudo

A experiência na qual vai participar tem como objetivo investigar os mecanismos e experiências de aprendizagem que assistem na emergência de uma especialização neuronal para letras.

Procedimentos

Irá participar em cinco sessões em dias consecutivos que envolverão a aprendizagem de um alfabeto novo. Na primeira e última sessão (Dia 1 e 5), que terá a duração aproximada de 1:45 hora cada, ser-lhe-á pedido que realize uma tarefa de leitura implícita, durante a qual será registada continuamente a atividade eletrofisiológica (EEG). Após esta tarefa ser-lhe-á ainda pedido que realize algumas tarefas que visam avaliar o tipo de processamento usado para o alfabeto novo aprendido. Estas requerem que responda, verbalmente ou num teclado, a itens apresentados no ecrã do computador. Nas sessões 2-a-4, que terão a duração aproximada de 45 minutos, estará envolvido num treino no qual será exposto e ser-lhe-á pedido que aprenda um alfabeto novo, apresentado com recurso a um tablet. De seguida ser-lhe-á pedido que realize algumas tarefas em computador que visam avaliar a curva de aprendizagem ao longo do tempo.

Eletroencefalograma (EEG)

Um eletroencefalograma consiste no registo da actividade eléctrica do cérebro. Para a sua realização procede-se à colocação de uma touca no couro cabeludo e de vários eléctrodos (pequenos discos metálicos) em posições pré-definidas, que permitirão registar a actividade cerebral durante a realização de uma tarefa. A sua realização não apresenta quaisquer contra-indicações ou riscos, sendo uma técnica não invasiva.

Informação Recolhida

Durante a sua participação será medida a exatidão e velocidade das suas respostas, bem como a atividade eletrofisiológica despoletada pelos itens apresentados na 1ª e 5ª sessão. O seu nome não será associado de forma alguma à informação recolhida sobre si ou aos resultados obtidos no estudo. Geralmente, os dados de todos os participantes são agregados e analisados. Caso seja necessário analisar os dados individuais de um participante específico, os investigadores usarão um número atribuído ao estudo e ao participante ao invés do seu nome. Toda a informação recolhida será analisada ou cedida apenas por membros do Grupo Memória e Linguagem (CICPSI) da Universidade de Lisboa e que colaboram no respetivo projeto de investigação.

A sua responsabilidade como participante é de participar activamente e com empenho. Se não estiver disponível para o fazer, poderá exercer o seu direito de desistir em qualquer momento, sem por isso ser penalizado/penalizada.

Caso o deseje, poderá vir a solicitar um sumário dos resultados do estudo.

Anexo II

Questionário do Participante

Nome: _____ Grupo _____ Subj. nº _____

Data de nascimento: ___/___/___ (___ anos e ___ meses) - Escolaridade: ___º ano

Problemas de visão:	Sim	<input type="checkbox"/>	Não	<input type="checkbox"/>
Problemas de audição:	Sim	<input type="checkbox"/>	Não	<input type="checkbox"/>
Lateralidade:	Esquerda	<input type="checkbox"/>	Direita	<input type="checkbox"/>

Dificuldades gerais de aprendizagem:	Sim	<input type="checkbox"/>	Não	<input type="checkbox"/>
Dificuldades de leitura e de escrita? (Se sim, tem diagnóstico?):	Sim	<input type="checkbox"/>	Não	<input type="checkbox"/>

OBSERVAÇÕES:

Provas Realizadas		
Dia 1 Data ___/___/___	Leitura: Teste TIL	
	Congruence Task	Letters1-> Pseudoletters1 ___ Letter2 -> Pseudoletters2 ___ Pseudoletters1->Letters1 ___ Pseudoletters2 ->Letters2 ___
	Navon Task	Set1 ___ Set 2 ___ Set 3 ___ Set 4 ___
	Treino I	-----
	Treino II	-----
Dia 2-3 Data ___/___/___	Treino I	-----
	Treino II	-----
	ReadTask I	
Dia 4 Data ___/___/___	Treino I	-----
	Treino II	-----
	ReadTask I	
	ReadTask II	
	Recognition Task	
	Congruence Task	
	Navon Task	

Anexo III

Teste de idade de leitura

NOME: DATA: .../.../...
Data de Nascimento: .../.../... Ano Escolar: Nome do(a) Professor(a):

Jogo de Treino

1. Vou lavar a louça amanhã de manhã porque estou cansado e prefiro ir para a (fila, cola, rádio, cama, cara).
2. O meu irmão fez uma viagem a África e trouxe uma (vila, estátua, maria, estrada, estação).
3. É Primavera e os jardins estão floridos com (rotas, rosalinas, rodas, rosas, folhas).
4. Um homem que conduz um veículo chama-se (mecânico, companheiro, afinador, condutor, cantor).

TIL/ Ana Sucena & São Luís Castro

1. Pega na saca e vai-me comprar (artes, laranjas, sombras, lâminas, lavatórios)
2. Não comas já o bolo porque ainda está (mente, lento, quente, bom, doce).
3. Todos os cães têm quatro (bocas, patas, pinças, pêras, orelhas).
4. Ele ligou o rádio e ouviu as (notícias, delícias, natas, noites, nervuras).
5. Ele fugiu a correr porque viu um (loto, porco, lago, lado, lobo).
6. Eu gostava de ir para a praia e tomar banho no (nenúfar, mar, marté, morto, muro).
7. A estação é no meio da (piedade, cidade, seriedade, tarde, vontade).
8. Ele partiu a loiça e por isso foi (levado, cortado, premiado, querido, castigado).
9. Um local onde se guardam livros chama-se (pêra, cozinha, divisão, biblioteca, porta).
10. Veste o casaco antes de saíres porque está (calor, frio, freio, fogo, tio).
11. Eles trabalham o dia inteiro, e à noite (olham, quebram, penteiam, descartam, descansam).
12. Podias limpar a sala com uma (tesoura, vassoura, vela, taça, caneta).
13. Ele saiu para ir à caça e por isso levou a sua (guarda, estrela, espingarda, parte, estaca).
14. Ele inclinou-se sobre o poço e caiu ao (fundo, fulo, freio, fato, forno).
15. O meu tio, depois de muito estudar, tornou-se um (médio, médico, maior, senhor, meio).
16. Se tens frio na cama porque é que não pões um (coberto, lenço, cobertor, coelho, coração).
17. Quando se anda na rua é preciso ter muita atenção aos carros para não se ser (dado, transportado, partido, empurrado, atropelado).
18. Durante a noite, espero que tenhas bons (sonhos, olhos, lápis, sorrisos, peixes).

19. Aconteceu uma coisa engraçada a um pescador: pescou uma (carpa, pescada, sapatilha, truta, sardinha).
20. Ele trilhou a mão na porta e desatou a chorar aos (bolos, ditos, aritos, gritos, golos).
21. Todos saíram de casa para ir ver os estragos provocados pela (explosão, exposição, ascensão, expedição, excepção).
22. Os frigoríficos impedem a comida de se (apagar, escaldar, manchar, gelar, estragar).
23. Eles combinaram ir assistir à corrida no próximo domingo porque gostam de ver os carros a correr na (pista, lista, mata, rota, mina).
24. Qual é o teu jogo favorito? Ping-pong, bilhar, dominó ou (camisas, cartas, malas, focas, mãos).
25. Da cratera do vulcão vão saindo ondas de (vaga, lava, fava, cave, lapa).
26. Porque é que não usas a faca para comer o (bico, baile, bife, brinco, bibe).
27. Um amigo empurrou-o e ele caiu pelas (cadeiras, escadas, manadas, camadas, mesas).
28. Os nossos vizinhos compraram um cão grande e mau para ficar à porta de casa, de (corda, fuga, coleira, grade, guarda).
29. É Inverno e de noite choveu muito; as gotas de água eram (gemadas, tiradas, geladas, pinheiros, socos).
30. Fomos passear ao Parque e apanhámos (cascavéis, castanhas, castelos, camelos, cachimbos).
31. Se pusermos o rádio muito alto, arriscamo-nos a incomodar os (peixinhos, dedinhos, azevinhos, vizinhos, adivinhos).
32. Quando lhe ralham e a castigam, ela fica (contente, grande, amável, alerta, triste).
33. O faquir, ao pôr uma faca na palma da mão, deixou-nos (pagos, adiados, escavados, amedrontados, magoados).
34. As pessoas gostam do que é novidade porque isso satisfaz a sua (bondade, amizade, curiosidade, vaidade, justiça).
35. O marido de uma filha é para a mãe dessa filha o (gigante, agente, genro, gesso, gente).
36. Fomos de carro até ao pinhal e depois sentámo-nos a comer a nossa (eleição, rola, refeição, cal, feição).

IV

Treino de Produção

Grupo: _____ Subj. nº _____ Dia: _____

Treino de Produção II

Anexo V
Tarefa de leitura I e II

Nome: _____

Grupo: _____ Subj. nº _____

(Reading Task I)	Resposta		
	Dia 2	Dia 3	Dia 4
Tu			
Pá			
Nu			
Pé			
Cá			
Vi			
Né			
Lâ			
Vé			
Ni			
Bu			
Câ			
Pato			
Cabo			
Bula			
Nuca			
Pála			
Vila			
Bonito			
Canino			
Boneca			
Novela			
Capela			
Tucano			
Butu			
Cáni			
Nuvi			
Pábu			
Páni			
Vivé			
Bovitu			
Bunuca			
Canica			
Tunéla			
Nupéla			
Cavéca			

Reading Task II	Resposta
Pano	
Cano	
Tubo	
Neto	
Cacto	
Véla	
Bovino	
Caneca	
Túnica	
Lapela	
Cábula	
Canela	
Páca	
Cávi	
Tuca	
Néni	
Cáni	
Vénu	
Bupéla	
Canuca	
Túvéca	
Lanuto	
Pátula	
Canibu	