

**ERICK FRANCISCO QUINTAS CONDE**

**MODULAÇÃO DO EFEITO SIMON VERTICAL E HORIZONTAL ATRAVÉS  
DE ASSOCIAÇÕES DA MEMÓRIA VISUOMOTORA**

**DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE  
VISANDO A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM NEUROIMUNOLOGIA**

**Orientador: Luiz de Gonzaga Gawryszewski**

**UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE**

**2007**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**MODULAÇÃO DO EFEITO SIMON VERTICAL E HORIZONTAL ATRAVÉS  
DE ASSOCIAÇÕES DA MEMÓRIA VISUOMOTORA**

***ERICK FRANCISCO QUINTAS CONDE***

Dissertação apresentada ao Curso de  
Mestrado em Neuroimunologia da  
Universidade Federal Fluminense, como  
parte dos requisitos necessários para  
obtenção do grau de Mestre

**Orientador:**

**Professor: Luiz de Gonzaga Gawryszewski**

**Aprovada em \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2007**

**Coordenador (a) do curso**

\_\_\_\_\_ Profa.

Elizabeth Giestal de Araújo

**Banca Examinadora:**

Prof. \_\_\_\_\_

Prof. \_\_\_\_\_

Prof. \_\_\_\_\_

**Revisor:**

Prof. \_\_\_\_\_

Este trabalho foi realizado no Laboratório de Neurobiologia da Atenção e do Controle Motor do Instituto de Biologia da Universidade Federal Fluminense (UFF), sob a orientação do Professor Luiz de Gonzaga Gawryszewski com apoio financeiro da Coordenação de Apoio ao Pessoal de Ensino Superior (CAPES), do CNPq, da FAPERJ, do PIBIC/UFF-CNPq e da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação (PROPP) da UFF.

**CONDE, E. Q.** Modulação do efeito Simon vertical através de links bidimensionais da memória visuomotora. Niterói: UFF, 2007

xxxx f.

Dissertação - Mestrado

1. Compatibilidade Estímulo-Resposta 2. Tempo de Reação Manual (TRM) 3. Memória visuomotora 4. Associações de curto e longo prazo 5. Teses

I. Universidade Federal Fluminense II. Título

**“Num axioma que aplicais às vossas ciências, não há efeito sem causa. O Universo existe, logo tem uma causa. Duvidar da existência de Deus é negar que todo efeito tem uma causa e avançar que o nada pôde fazer alguma coisa.”**

**Allan Kardec**

## **DEDICATÓRIA**

**A Deus, minha família e a todos  
que ajudaram no meu  
desenvolvimento pessoal e  
profissional.**

## ***AGRADECIMENTOS***

Agradeço a DEUS por estar sempre presente em minha vida e oferecer sempre o suporte que necessito.

Aos Professores do curso de pós-graduação em Neuroimunologia, pela transmissão do conhecimento e pela contribuição na minha formação.

Ao Professor Luiz de Gonzaga Gawryszewski, pela sua orientação e transmissão de sua sabedoria.

Aos amigos Sabrina Guimarães Silva, Allan Pablo, Altieri Carvalho, Fernanda Ferreira, Rodrigo Rocha, Germano Martins e Júlio César, agradeço pela amizade e pela contribuição na minha jornada científica.

Aos meus pais e demais familiares pelo apoio, amor e dedicação que sempre me ofereceram, meus sinceros agradecimentos.

Ao meu filho, João Pedro que motivou-me a um empenho e a uma dedicação ainda maior.



## SUMÁRIO

|   |      |
|---|------|
| LISTA DE ABREVIATURAS   | XI   |
| LISTA DE FIGURAS  | XI   |
| LISTA DE FIGURAS  | XII  |
| RESUMO  | XIII |
| ABSTRACT  | XIV  |
| <br>  |      |
| 1 – INTRODUÇÃO  | 15   |
| 1.1- COMPATIBILIDADE ESTÍMULO-RESPOSTA                                      | 16   |
| 1.2- TAREFA DE COMPATIBILIDADE ESPACIAL                                     | 17   |
| 1.3- EFEITO SIMON   | 18   |
| 1.4- POTENCIAL DE PRONTIDÃO LATERALIZADO - PPL                              | 19   |
| 1.5- PROCESSAMENTO DE ESTÍMULOS E RESPOSTAS                                 | 21   |
| 1.6- ASPECTOS RELEVANTES DA MEMÓRIA VISUOMOTORA                             | 23   |
| 1.6.1- O ESTUDO DA MEMÓRIA VISUOMOTORA ATRAVÉS DO<br>TEMPO DE REAÇÃO MANUAL | 26   |
| 1.7 – OBJETIVOS   | 30   |
| <br>  |      |
| 2 - EXPERIMENTO 1: O EFEITO SIMON VERTICAL                                  | 31   |
| 2.1- MATERIAIS E MÉTODOS  | 31   |
| 2.1.1 – SUJEITOS  | 31   |
| 2.1.2 – ESTÍMULOS   | 31   |
| 2.1.3 - APARATO EXPERIMENTAL  | 32   |
| 2.1.4 – ANÁLISE ESTATÍSTICA   | 34   |
| 2.2 – RESULTADOS  | 35   |

|  |    |
|--|----|
| 2.2.1 - MEDIDA DE TENDÊNCIA CENTRAL (MEDIANA)        | 35 |
| 2.2.2 – ANÁLISE DISTRIBUCIONAL                       | 36 |
| 2..3 – DISCUSSÃO                                     | 37 |
| 3 - EXPERIMENTO 2: COMPATIBILIDADE ESPACIAL VERTICAL | 39 |
| 3.1- MATERIAIS E MÉTODOS                             | 39 |
| 3.1.1 – SUJEITOS                                     | 39 |
| 3.1.2 - ESTÍMULOS                                    | 39 |
| 3.1.3 - APARATO EXPERIMENTAL                         | 40 |
| 3.1.4 – ANÁLISE ESTATÍSTICA                          | 41 |
| 3.2 – RESULTADOS                                     | 42 |
| 3.2.1 - MEDIDA DE TENDÊNCIA CENTRAL (MEDIANA)        | 42 |
| 3.2.2 – ANÁLISE DISTRIBUCIONAL                       | 42 |
| 3.3 – DISCUSSÃO                                      | 44 |
| 4 - EXPERIMENTO 3: TESTES NA DIMENSÃO VERTICAL       | 46 |
| 4.1- MATERIAIS E MÉTODOS                             | 46 |
| 4.1.1 – SUJEITOS                                     | 46 |
| 4.1.2 – ESTÍMULOS                                    | 46 |
| 4.1.3 - APARATO EXPERIMENTAL                         | 47 |
| 4.1.4 – ANÁLISE ESTATÍSTICA                          | 49 |
| 4.2 – RESULTADOS                                     | 50 |
| 4.2.1 - MEDIDA DE TENDÊNCIA CENTRAL (MEDIANA)        | 50 |
| 4.2.1.1 - GRUPO C                                    | 50 |
| 4.2.1.2 - GRUPO I                                    | 50 |
| 4.2.2 - ANÁLISE DISTRIBUCIONAL                       | 52 |
| 4.2.2.1 - GRUPO C                                    | 52 |

|   |    |
|---|----|
| 4.2.2.2 - GRUPO I                                   | 52 |
| 4.3 – DISCUSSÃO                                     | 54 |
| 5 - EXPERIMENTO 4: 1º TESTE EM DIMENSÕES ORTOGONAIS | 56 |
| 5.1- MATERIAIS E MÉTODOS                            | 56 |
| 5.1.1 – SUJEITOS                                    | 56 |
| 5.1.2 – ESTÍMULOS                                   | 57 |
| 5.1.3 - APARATO EXPERIMENTAL                        | 57 |
| 5.1.4 – ANÁLISE ESTATÍSTICA                         | 59 |
| 5.2 – RESULTADOS                                    | 60 |
| 5.2.1 - MEDIDA DE TENDÊNCIA CENTRAL (MEDIANA)       | 60 |
| 5.2.1.1 - GRUPO C                                   | 60 |
| 5.2.1.2 - GRUPO I                                   | 60 |
| 5.2.2 - ANÁLISE DISTRIBUCIONAL                      | 62 |
| 5.2.2.1 - GRUPO C                                   | 62 |
| 5.2.2.2 - GRUPO I                                   | 62 |
| 5.3 – DISCUSSÃO                                     | 64 |
| 6 - EXPERIMENTO 5: 2º TESTE EM DIMENSÕES ORTOGONAIS | 67 |
| 6.1- MATERIAIS E MÉTODOS                            | 67 |
| 6.1.1 – SUJEITOS                                    | 67 |
| 6.1.2 – ESTÍMULOS                                   | 67 |
| 6.1.3 - APARATO EXPERIMENTAL                        | 68 |
| 6.1.4 – ANÁLISE ESTATÍSTICA                         | 70 |
| 6.2 – RESULTADOS                                    | 71 |
| 6.2.1 - MEDIDA DE TENDÊNCIA CENTRAL                 | 71 |
| 6.2.1.1 - GRUPO C                                   | 71 |
| 6.2.1.2 - GRUPO I                                   | 71 |
| 6.2.2 - ANÁLISE DISTRIBUCIONAL                      | 73 |

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 6.2.2.1 - GRUPO C              | 73 |
| 6.2.2.2 - GRUPO I              | 73 |
| 6.3 – DISCUSSÃO                | 75 |
| 7 - DISCUSSÃO GERAL            | 77 |
| 8 – CONCLUSÃO                  | 83 |
| 9 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 86 |

## ***LISTA DE ABREVIATURAS***

**TRM** – Tempo de Reação Manual

**PPL** – Potencial de Prontidão Lateralizado

**PF** – Ponto de Fixação

## ***LISTA DE FIGURAS***

**FIGURA 1** – Tarefa de Compatibilidade espacial

**FIGURA 2** – Tarefa Simon

**FIGURA 3** – Posição dos estímulos no experimento 1

**FIGURA 4** – Ilustração das teclas em um alinhamento vertical

**FIGURA 5** – Gráfico mostrando o efeito de correspondência (exp. 1)

**FIGURA 6** – Gráfico da análise distribucional feita no experimento 1

**FIGURA 7** – Posição dos estímulos no experimento 2

**FIGURA 8** – Gráfico mostrando o efeito de compatibilidade (exp. 2)

**FIGURA 9** – Gráfico da análise distribucional feita no experimento 2

**FIGURA 10** – Posição dos estímulos no experimento 3

**FIGURA 11** – Gráfico do efeito de correspondência nos dois grupos do experimento 3

**FIGURA 12** – Gráfico da interação encontrada na análise distribucional (exp. 3)

**FIGURA 13** – Posição dos estímulos no experimento 4

**FIGURA 14** – Gráfico do efeito de correspondência nos dois grupos do experimento 4

**FIGURA 15** – Gráfico da interação encontrada na análise distribucional (exp. 4)

**FIGURA 16** – Posição dos estímulos no experimento 5

**FIGURA 17** - Gráfico do efeito de correspondência nos dois grupos do experimento 5

**FIGURA 18** – Interações encontrada na análise distribucional (exp. 5)

**FIGURA 19** - Ilustração da hipótese de Hebb sobre a assembléia de células neurais

**FIGURA 20** – Atividade de reverberação dos circuitos neurais, segundo Hebb

## **LISTA DE TABELAS**

**TABELA 1** – Médias dos TRM (divididos em cinco intervalos) para cada condição no experimento 1

**TABELA 2** – Médias dos TRM (divididos em cinco intervalos) para cada condição no experimento 2

**TABELA 3** – Médias dos TRM (divididos em cinco intervalos) para cada condição no experimento 3

**TABELA 4** – Médias dos TRM (divididos em cinco intervalos) para cada condição no experimento 4

**TABELA 5** – Médias dos TRM (divididos em cinco intervalos) para cada condição no experimento 5

## **RESUMO**

Tanto a tarefa de Simon quanto a tarefa de compatibilidade espacial apresentam Tempos de Reação Manual mais rápidos quando existe correspondência espacial entre a posição do estímulo e a da tecla de resposta (efeito Simon e efeito de compatibilidade espacial). Nos experimentos 1 (tarefa de Simon) e 2 (tarefa de compatibilidade espacial) reproduzimos esse efeito em um alinhamento vertical. No experimento 3 demonstramos que o treino incompatível na vertical modula o efeito Simon na mesma dimensão. Nos experimentos 4 e 5 as tarefas de compatibilidade espacial e Simon foram alinhadas ortogonalmente. Os resultados mostraram que a prática prévia em testes incompatíveis é capaz de modular o efeito Simon, mesmo se realizados em dimensões diferentes. Dessa forma, o presente trabalho traz contribuições importantes sobre a representação espacial da memória visuomotora.

## **ABSTRACT**

Results of spatial compatibility task and Simon task depend on the relationship between stimulus position and location of response key. The Manual Reaction Time is faster when position of stimulus and of response key correspond than when they are not. The aim of the present work was to study the modulation of the Simon effect in the vertical and horizontal dimension by the previous execution of a spatial compatibility task in the same (only in the vertical dimension) or in the orthogonal dimension. In two control experiments, we characterized the occurrence of both the Simon effect and the compatibility effect in the vertical dimension (Exp.I and II). In the third experiment, we measured the performance of the participants in the Simon task subsequent to the performance in a spatial compatibility task along the same vertical dimension. The results showed that the prior incompatible task extinguish the Simon effect. To ascertain whether this modulation is restricted to the tested dimension (vertical) or if it is transferred to the orthogonal dimension, we conducted Experiments IV and V. We found, in both experiments, that after a incompatible spatial compatibility task the Simon effect was abolished. This indicates that a short incompatible task influences the associations of memories already consolidated (and responsible for the Simon effect) in the same dimension or in different dimensions.



## 1) INTRODUÇÃO

A Neurociência constitui hoje um campo muito vasto que serve como ponto de interseção para várias áreas científicas, entre elas as áreas biomédicas (Medicina, Biologia, Fisioterapia, etc.), humanas (Psicologia, Comunicação, Sociologia e Marketing, entre outras) e exatas (Física, Química, etc.). Assim, vemos as técnicas de neuroimagem, como a ressonância magnética, perpassar pelas propriedades físico-químicas (pois se baseia na mensuração do efeito provocado por alterações do campo eletromagnético sobre os átomos de hidrogênio); o PET-Scan (técnica que avalia a atividade cerebral através da medida do fluxo sanguíneo empregando compostos radioativos) e até mesmo, dados surpreendentes, frutos do advento tecnológico, como os achados da ressonância magnética funcional que permite, através de premissas biofísicas, detectar a atividade do sistema nervoso central durante os processamentos sensoriais, motores e cognitivos. Todo esse crescimento da Neurociência se deve ao fato da compreensão de uma necessidade em utilizar uma abordagem interdisciplinar, possibilitando o entendimento morfo-funcional do sistema nervoso e suas conseqüências na expressão subjetiva do sujeito nas atividades corriqueiras do cotidiano.

No entanto, apesar desse crescimento estrondoso, para o estudo dos processos cognitivos dos seres humanos podem ser utilizadas técnicas mais simples, como a Cronometria Mental, realizando pesquisas através de técnicas que permitem o estudo sobre a organização do sistema nervoso (como a especialização hemisférica, a atenção visual, o tempo de reação, a percepção, a memória e o aprendizado, entre outros mais), contando para isso com uma tecnologia que necessita apenas de computadores que apresentam estímulos visuais e programas que medem os tempos de reação manual (TRM) e ocular aos estímulos (Anzola et al., 1977; Umiltá & Nicoletti, 1985; Tagliabue, et al., 2000; Guimarães-Silva, et al., 2004; Gawryszewski, et al, 2006).

Os achados que exploram a questão da percepção visual e da reação motora aos estímulos apresentados podem prover informações preciosas sobre uma série de aspectos cognitivos ainda desconhecidos. Tagliabue e colaboradores (2000), por exemplo, conseguiram criar um paradigma para o estudo das associações de memória visuomotora utilizando dois testes de compatibilidade estímulo-resposta: o teste da compatibilidade espacial e o teste de Simon. O presente trabalho também utilizará esses

dois testes em seu desenho experimental com o intuito de continuar explorando peculiaridades da memória visuomotora. A elucidação das características da memória de procedimentos é de grande importância pois pode influenciar conceitos teóricos e até mesmo a prática da reabilitação (psicomotora) e também de atividades relacionadas à performance esportiva, como o treinamento tático, técnico, físico e psicológico.

### **1.1) COMPATIBILIDADE ESTÍMULO - RESPOSTA**

Os efeitos da compatibilidade entre estímulos visuais e respostas motoras são algumas das questões que vem sendo exploradas há muito tempo no mundo científico. Atualmente, seu estudo é realizado através de métodos que medem o tempo de reação motora dos participantes a partir da apresentação de estímulos na tela de um computador. No entanto, alguns estudos sobre os efeitos da compatibilidade estímulo-resposta antecedem a utilização dos computadores.

A compatibilidade consiste na influência que determinadas características do estímulo podem exercer sobre as respostas motoras (Umiltá & Nicoletti, 1985). Existem vários tipos de compatibilidade descritos na literatura. Podemos citar, como ilustração, o efeito de correspondência espacial entre estímulo e tecla de resposta. De acordo com Umiltá e Nicoletti (1985), quando existe alguma correspondência entre a localização espacial do estímulo e a posição das teclas de respostas, o sujeito tende a apresentar tempos de reação menores e respostas mais acuradas do que quando não existe correspondência. Desta forma, quando um estímulo visual aparece no hemisfério esquerdo da tela do computador e a tarefa é pressionar a tecla esquerda, o sujeito é mais rápido do que se a tarefa fosse apertar a tecla direita para o estímulo aparecendo na esquerda. De uma forma ou de outra, estamos mais habituados a realizar as tarefas cotidianas utilizando os membros efetores que correspondem espacialmente com a fonte de estimulação, ou seja, durante a leitura de um livro, por exemplo, é natural que a mão esquerda segure o canto esquerdo do livro e a mão direita atue na parte da direita.

Existem diferentes tipos de testes acessando a questão da compatibilidade estímulo – resposta, podendo variar na apresentação de estímulos, na execução da resposta e na instrução relevante à execução do teste. Em determinados testes, o aspecto relevante pode ser o local onde aparece o estímulo, solicitando-se ao sujeito que pressione determinada tecla sempre que o estímulo aparecer em um local indicado,

enquanto que em outros testes a relevância pode ser em função de propriedades intrínsecas ao estímulo, como exemplo a instrução de se responder com a tecla da esquerda sempre quando aparecer na tela a figura de um quadrado e com a tecla da direita sempre que aparecer a figura de um círculo. Quando a localização do estímulo é o que determina a resposta, o teste é denominado de **Compatibilidade Espacial** (Anzola et al, 1977), enquanto que, quando a resposta é realizada de acordo com alguma característica do estímulo, temos a **tarefa de Simon** e a **tarefa Stroop espacial** (Umiltá & Nicoletti, 1990).

## **1.2) TAREFA DE COMPATIBILIDADE ESPACIAL**

O efeito de compatibilidade espacial foi descrito inicialmente por Fitts e Seeger em 1953 (Fitts e Seeger apud Washer et al., 2001), utilizando um paradigma experimental ainda sem os recursos dos computadores. Esse efeito se caracteriza pelo fato de que determinados pareamentos entre estímulos visuais e respostas manuais resultam em uma performance mais rápida e mais acurada do que outras associações. Esse fenômeno está intimamente relacionado com a posição espacial do estímulo visual e das teclas de resposta. Dessa forma, considerando a dimensão horizontal, teríamos duas possibilidades para a execução da tarefa de compatibilidade espacial: a) respondendo ao estímulo visual com uma tecla que corresponde espacialmente à posição do estímulo; b) respondendo ao estímulo visual com uma tecla localizada no lado oposto ao hemisfério em que o estímulo apareceu. A primeira possibilidade foi denominada de condição compatível, pois existe uma correspondência entre a posição da tecla de resposta e da posição do estímulo. A segunda possibilidade denomina-se de condição incompatível.

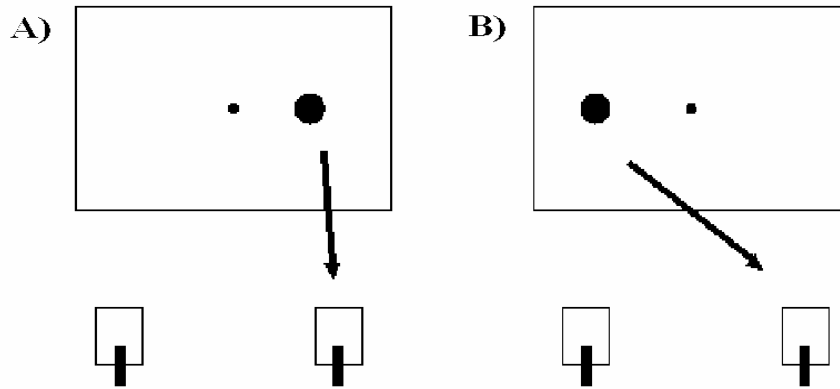


FIGURA 1: Tarefa de Compatibilidade Espacial. A condição compatível (A) apresenta latências menores e respostas mais acuradas do que a condição incompatível (B).

Os pareamentos compatíveis geralmente são mais rápidos e apresentam um menor número de erros do que as associações incompatíveis. Dessa forma, quando a resposta a um estímulo que aparece na esquerda é pressionar a tecla da esquerda (condição compatível), o sujeito é mais rápido e erra menos do que se a tarefa fosse pressionar a tecla da esquerda para estímulos aparecendo no campo direito (condição incompatível). O mesmo ocorreria nas respostas com a tecla da direita para os estímulos compatíveis e incompatíveis. Assim, pode-se concluir que o aspecto relevante da tarefa de compatibilidade espacial é a posição relativa do estímulo e da resposta. Nicoletti e Umiltá (1984) também descreveram esse efeito acontecendo na dimensão vertical, apesar de terem identificado um efeito maior na dimensão horizontal do que na vertical.

### 1.3) EFEITO SIMON

Em contrapartida, no efeito Simon, o aspecto relevante da tarefa passa a ser características não espaciais do estímulo (cor ou forma), ou seja, a posição do estímulo não determina a resposta (De Jong et al., 1994). Dessa forma, podemos, por exemplo, instruir um sujeito a responder com a tecla esquerda para um estímulo vermelho, independente do lado em que ele aparecer e com a tecla direita sempre que surgir um estímulo verde em qualquer um dos hemisférios. O efeito se baseia na diferença dos tempos de reação na condição em que estímulo e tecla de resposta não correspondem espacialmente (mais lenta) em comparação à condição em que eles se correspondem

especialmente (mais rápida) Portanto, se a resposta a um estímulo vermelho é pressionar a tecla da esquerda, ela é mais rápida para um estímulo aparecendo no campo esquerdo (posição correspondente) do que no campo direito (posição não correspondente). O mesmo efeito ocorre para um estímulo verde cuja resposta é pressionar a tecla direita. É importante salientar que o mesmo efeito ocorre quando utilizamos figuras geométricas ao invés de cores.

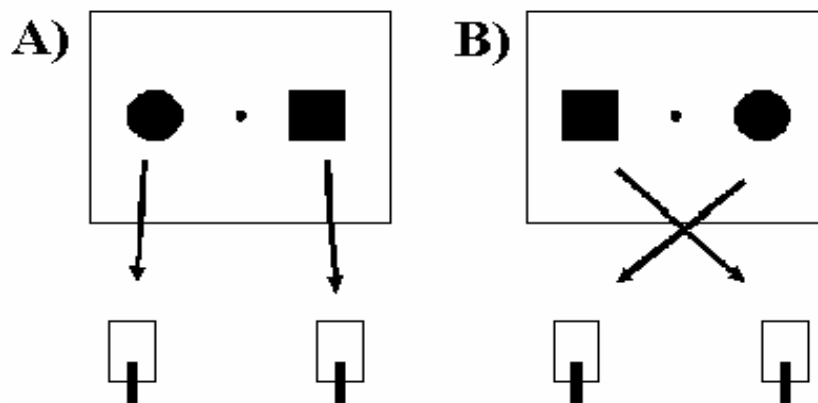


FIGURA 2: Tarefa de Simon. A condição correspondente (A) apresenta tempos de reação mais rápidos do que a condição não-correspondente (B).

Apesar do efeito se estender para um arranjo vertical das teclas de resposta e do estímulo, algumas diferenças foram encontradas entre as duas dimensões em um estudo realizado por Vallesi et al. (2005). Nesse trabalho, os pesquisadores utilizaram a eletroencefalografia para medir diferenças entre as duas dimensões durante a preparação da resposta motora (descrito abaixo – item 1.4).

#### **1.4) POTENCIAL DE PRONTIDÃO LATERALIZADO (PPL)**

Empregando-se técnicas eletroencefalográficas é possível registrar potenciais elétricos que precedem o movimento, especialmente quando se registra sobre as áreas motoras do córtex. Estes potenciais ocorrem antes do movimento e mostram uma distribuição assimétrica sobre o crânio. Eles tendem a ser maiores nos locais de registro que são contralaterais ao lado do movimento do corpo. Isto indica que estes potenciais podem ser úteis para monitorar os aspectos encobertos da preparação motora (ver revisão em Rugg e Coles, 1995, capítulo 4). Todavia, simultaneamente, existem outras

atividades elétricas do córtex que não estão relacionadas com a preparação motora. A identificação daquelas atividades elétricas relacionadas com a preparação motora é realizada empregando-se duas etapas. Inicialmente, calcula-se separadamente a atividade assimétrica que precede o movimento dos lados direito e esquerdo do corpo subtraindo-se a atividade no hemisfério ipsilateral da atividade no hemisfério contralateral (CONTRA - IPSI). Por exemplo, a atividade elétrica sobre hemisfério esquerdo que precede uma resposta com a mão esquerda (condição ipsilateral) é subtraída da atividade elétrica sobre hemisfério esquerdo que precede uma resposta com a mão direita (condição contralateral) e vice-versa para o hemisfério direito. Em segundo lugar, calcula-se a média das assimetrias observadas nos 2 tipos de movimento. Este procedimento elimina todas as assimetrias que permanecem constantes quando o lado do movimento se modifica, isto é, este procedimento remove todas as assimetrias que não são motoras. Acredita-se que a medida resultante, o Potencial de Prontidão Lateralizado (PPL), reflete a ativação conjunta das respostas motoras esquerda e direita.

No estudo de Vallesi e colaboradores (2005), observou-se na dimensão horizontal, que quando o estímulo e a resposta eram correspondentes, por exemplo, após um estímulo à direita, aparecia sobre o hemisfério esquerdo um Potencial de Prontidão Lateralizado, o qual correspondia à preparação da resposta motora com a mão direita. Por outro lado, na condição não correspondente aparecia inicialmente uma atividade com um escore negativo, a qual evoluía para um potencial positivo tal como na situação correspondente. Isto permitiu hipotetizar que, na dimensão horizontal, o estímulo que aparece do lado oposto à tecla de resposta correta (estímulo à esquerda - tecla correta à direita), gera uma tendência motora inicial de se responder do mesmo lado da fonte de estimulação (com a tecla esquerda).

No mesmo estudo, os resultados obtidos em uma análise distribucional do efeito Simon ao longo dos tempos de reação nessa dimensão mostraram que o efeito de correspondência (diferença entre os TRM da condição não correspondente para a correspondente) só está presente nos TRM mais rápidos. Isto corrobora a hipótese de que existiria uma ativação automática da resposta logo após a estimulação visual na dimensão horizontal.

Na dimensão vertical, o efeito se manteve ao longo dos testes mais rápidos e também dos testes mais lentos. Na análise do PPL foi verificado apenas um atraso para o início da preparação da resposta na condição não correspondente. Vallesi e seus

colaboradores (2005) propõem uma explicação baseada nas teorias de translação para o efeito de correspondência do teste de Simon na vertical (ver abaixo).

## **1.5) PROCESSAMENTO DE ESTÍMULOS E RESPOSTAS**

A busca do entendimento sobre peculiaridades à respeito do processamento de estímulos e respostas, permitiu o desenvolvimento de teorias, modelos e hipóteses sobre mecanismos que estariam envolvidos com os fenômenos já descritos na bibliografia.

Segundo uma dessas teorias mencionadas, existiria uma tendência automática natural de se responder na mesma direção da fonte de estimulação com o efator correspondente (Simon apud Tagliabue et al., 2000). O código espacial de um estímulo ativaria uma resposta congruente de forma rápida, espontânea e incondicional. Segundo Wascher, e colaboradores (2001), dois fenômenos suportam essa teoria, denominada Teoria da Ativação: a) a grande maioria dos neurônios do córtex motor são ativados tanto para a execução do movimento quanto para estímulos sensoriais. Os neurônios envolvidos apenas com aspectos motores e apenas com aspectos sensoriais são muito menos freqüentes do que esses neurônios visuomotores (Wascher et al., 2001); b) células presentes no córtex pré-motor dorsolateral e no córtex motor primário são inicialmente sensíveis para a posição do estímulo e em seguida à direção do movimento. Suas características temporais, indicam que o tempo de atividade neuronal relacionada ao processamento do estímulo não necessariamente reflete apenas o processamento sensorial, mas pode também estar relacionado à fase inicial de seleção de resposta (Wascher et al, 2001). Aliado a esses dados, temos ainda as evidências de que a via dorsal (uma via neural que se estende dorsalmente pelo encéfalo, do córtex visual, perpassando por áreas parietais, ao córtex motor) constitui a via fisiológica para a transmissão da informação visuomotora, ou seja, esta via não só processaria a localidade da informação mas também estaria envolvida na transformação da informação visual em ação (Rizzolati & Matelli, 2003, Jeannerod & Jacob, 2005).

Como foi explicado anteriormente, os estudos com o potencial de prontidão lateralizado (PPL) ao longo da via dorsal, demonstram uma atividade hemisférica contralateral logo após o aparecimento do estímulo, mas antes da resposta motora, o que tem sido correlacionado com a preparação da atividade motora.

Uma outra corrente teórica (Teoria da Translação) defende a idéia de que tanto a posição do estímulo quanto a posição da resposta seriam cognitivamente representados por meio de códigos (ex: esquerda / direita). Esses códigos seriam comparados durante a geração da resposta e a correspondência entre os códigos influenciaria os tempos de resposta: em situações correspondentes, os tempos de resposta seriam acelerados e nas não correspondentes, retardados.

Alguns estudos que fornecem embasamento para essa teoria foram realizados através de um paradigma que testou o efeito do cruzamento manual para as respostas motoras em testes de compatibilidade espacial (Anzola et al. 1977; Riggio et al., 1986). O axioma que sustenta essa teoria seria que, se o efeito de correspondência fosse devido a um aumento da ativação de um hemisfério, logo, com as mãos cruzadas (mão esquerda atuando na tecla direita e vice e versa) as respostas com a mão esquerda ao estímulo aparecendo na esquerda deveriam ser mais rápidas do que para os estímulos aparecendo na direita. No entanto, Anzola e colaboradores (1977) e Riggio e colaboradores (1986) demonstraram um efeito contrário (respostas mais rápidas para a tecla correspondente e não para o membro efetor correspondente), o que confirma a necessidade de uma codificação para a localidade da tecla de resposta, gerando assim uma contradição às idéias de que ocorreria uma ativação automática do efetor correspondente.

De Jong e colaboradores (1994) propuseram um modelo (Modelo das Duas Rotas) onde os parâmetros do estímulo poderiam influenciar a resposta de 2 formas diferentes: a) evocando uma tendência automática para responder na direção do estímulo (assim como na teoria da ativação automática). Essa tendência pode ser considerada incondicional ou automática, pois é independente do processamento de informações ou instruções relevantes para o teste. Tagliabue e colaboradores (2000) acreditam que essa tendência estaria baseada em associações de memória de longo prazo em função da habituação dos seres humanos em agir manualmente na direção do estímulo de interesse; b) transformando ou recodificando o código espacial do estímulo e do local da resposta (assim como na translação). Seria um efeito condicional, pois ele depende das informações / instruções do teste, as quais seriam relacionadas ao código espacial do estímulo. Esse acesso às informações relevantes para a execução do teste, fornecidas momentos antes da prática, permite pensar que esse efeito estaria correlacionado com links da memória de curto prazo (Tagliabue et al., 2000).



Em virtude da tendência automática ser o efeito habitual que conduz nossas práticas diárias durante as atividades corriqueiras, (como utilizar talheres em uma refeição) sem precisar acessar as associações da memória de curto prazo, as respostas em um teste de compatibilidade entre estímulo e resposta seriam mais rápidas em comparação a testes que necessitem da utilização de associações da memória de curto prazo, que são definidas pelo experimentador.

## **1.6) ASPECTOS RELEVANTES DA MEMÓRIA VISUOMOTORA**

Antes de analisar a questão da memória visuomotora propriamente dita, convém explorar determinados conceitos básicos e alguns achados experimentais importantes na área. Para muitos, a memória consiste unicamente na retenção de informações e dados, porém, sabe-se hoje que existem sistemas mnemônicos distintos com características peculiares para as inúmeras funções mentais (Bear, et al., 2002). Desta forma, existem sistemas diferentes para o armazenamento de fatos e eventos (memória declarativa) e para os aspectos que não podem ser declarados (memória não-declarativa), tais como as habilidades e hábitos motores (memória de procedimentos), para as respostas emocionais (memória emocional) e até para alguns processos fisiológicos (como a memória imunológica).

Quando se fala no armazenamento de informações, sabemos que tal retenção pode se prolongar por um longo período de tempo (memória de longo prazo) ou perdurar apenas durante a execução de determinada tarefa (memória de curto prazo). O termo “consolidação” foi inicialmente aplicado em 1900 por Müller e Pilzecker à capacidade das informações mnemônicas originarem o aprendizado (Lechner et al., 1999). Muitos sugerem que determinadas informações podem ser consolidadas imediatamente e que outras dependem de tempo para que a memória de curto prazo seja consolidada. Logo, existiria uma característica de perseveração dos dados adquiridos recentemente no sistema de memória.

Müller e Pilzecker apud Lechner e colaboradores (1999) realizaram uma série de experimentos para comprovar a hipótese de que a perseveração reflete um processo fisiológico necessário ao fortalecimento das associações de memória. Nesses experimentos os voluntários foram divididos em dois grupos: o grupo A teve como

tarefa inicial memorizar uma lista de palavras, logo a seguir foi submetido à leitura de uma segunda lista e, no final, foi medida a capacidade de armazenamento da palavras da primeira lista. O grupo B teve de ler a mesma lista de palavras, mas ao invés de se submeter à leitura da segunda lista, fez apenas um intervalo para depois tentar acessar as informações da tarefa inicial. Como resultado, o grupo B, que não praticou nenhuma atividade que interferisse na perseveração das informações iniciais, conseguiu um desempenho quase que duas vezes melhor do que o primeiro grupo. Assim, além de provar o efeito fisiológico da perseveração, Müller e Pilzecker ainda desenvolveram o conceito de “interferência retroativa” que consistiria em um efeito de interferência de uma prática posterior na perseveração das associações de memórias iniciais.

Apesar da memória de procedimentos fazer parte de um sistema de memória diferente da memória de fatos, alguns estudos estendem os achados de Müller e Pilzecker à atividade motora (Brashers-Krug, Shadmehr, & Bizzi, 1996; Robertson, Pascual-Leone, & Miall, 2004). Brashers-Krug e seus colaboradores (1996) demonstraram que a consolidação de habilidades motoras pode ser prejudicada quando os sujeitos aprendem uma tarefa motora subsequente. No entanto, essa interferência retroativa não ocorre depois de quatro horas de intervalo entre a primeira e a segunda prática motora, o que sugere uma influência temporal na consolidação de determinadas memórias de procedimento. No artigo de Robertson e colaboradores (2004), são discutidos dois fenômenos da consolidação: a estabilização da memória através de uma redução da fragilidade dos traços de memória, principalmente através do tempo, e a melhoria da performance motora ao longo de um intervalo entre práticas (aprendizado “off-line”). Seu estudo é sobre aprendizado motor, no qual são comparadas atividades de adaptação cinestésica com atividades de adaptação dinâmica. Os autores verificaram que: novas associações da memória de procedimento permanecem instáveis depois de uma prática; ambas as práticas motoras estão suscetíveis à interferência retroativa por uma tarefa subsequente; a estabilização da memória não é requerida para todos os tipos de associações mnemônicas de procedimentos, podendo depender do tipo de prática motora.

Hebb em 1949 propôs que os traços de memória geram uma reverberação dos circuitos neurais e uma mudança estrutural na sinapse, fato que seria determinante para a consolidação das memórias e conseqüentemente para o aprendizado (Hebb apud Lechner et al., 1999). Segundo ele, grupos de neurônios em atividade simultânea tendem a ficar interligados e a estabelecer redes de associações, as quais, apesar de se

diferenciarem em vários aspectos, possuiriam um núcleo em comum. Desta forma, um sistema poderia ser ativado por sistemas similares, mesmo na ausência do fato que o ativaria normalmente (Hebb, 1979).

Ungerleider, Doyon & Karni (2002) se dedicaram ao estudo da plasticidade neural durante o aprendizado motor e observaram, através de técnicas de neuroimagem, que o aprendizado de determinadas seqüências motoras gera inicialmente uma pequena reorganização estrutural no córtex motor primário (M1) e ao longo do tempo (semanas) essa mudança se torna mais dinâmica, gerando alterações mais rápidas e significativas no cerebelo, striatum e outras áreas corticais relacionadas com a atividade motora. Tais estruturas formariam dois circuitos corticais – subcorticais distintos: um sistema cortico-striatum-tálamo-cortical, onde as informações seguiriam inicialmente do córtex para o corpo estriado, também conhecido como striatum (localizado nos gânglios da base) e a seguir para o tálamo, que faria uma nova projeção ao córtex. No outro sistema, as projeções do córtex também chegariam ao corpo estriado, porém o destino seguinte passa a ser o cerebelo, o qual novamente se conecta com núcleos talâmicos e, a seguir com áreas pré-motoras e M1.

Outros achados neurofisiológicos demonstram que o treino comportamental pode induzir mudanças na expressão gênica da proteína Fos e um aumento no número de sinapses do córtex motor de ratos (Klein et al., 1996). Hyden & Lange (1983) comprovaram a influência do treino motor na síntese de proteínas transmembranas no hipocampo bem como na modificação dos sítios de ligação também em células hipocampais.

Outros estudos que exploraram as bases neurais da motricidade humana, demonstram que o sistema motor e o visual compartilham a sobreposição de diferentes áreas corticais, formando um único sistema representacional (Fadiga, Craighero, & Olivier, 2005). Essa sobreposição pode, inclusive, constituir áreas responsáveis pelo armazenamento de informações visuomotoras. Heyes e Foster (2002), através de um teste de tempo de reação manual, observaram que a estimulação visual pode facilitar o aprendizado de uma seqüência motora em uma proporção até maior do que a própria prática.

### **1.6.1) O ESTUDO DA MEMÓRIA VISUOMOTORA ATRAVÉS DO TEMPO DE REAÇÃO MANUAL**

Como já foi descrito, a diferença entre o teste de compatibilidade espacial e o teste de Simon é o componente relevante para realização da tarefa. No teste de compatibilidade espacial, o componente relevante para a seleção da resposta é a posição do estímulo e na tarefa de Simon, a seleção da resposta se baseia na característica (cor ou forma) do estímulo. No que diz respeito às semelhanças, em ambos os testes, o efeito se baseia em uma diferença entre as latências na condição em que não existe uma correspondência espacial entre o estímulo e a tecla de resposta (latência maior) e na condição em que existe essa correspondência (latência menor).

Complementando as idéias de Tagliabue e colaboradores (2000), verificamos que a organização do sistema nervoso e do sistema osteo-articular, fruto da seleção natural, facilita a realização de alguns movimentos em comparação a outros. Por exemplo, existe uma tendência para utilizarmos a mão direita para alcançar um objeto localizado à direita do corpo e a mão esquerda para alcançar um objeto localizado à esquerda. Esta tendência deriva de fatores inatos que são reforçados durante o desenvolvimento. De acordo com as idéias de Tagliabue e colaboradores (2000), nas condições de correspondência, colocamos em prática algo que já estamos habituados a fazer: agir em direção aos estímulos com os efetores correspondentes. Ou seja, de forma natural costumamos a atuar nas demandas situadas à direita, no nosso ambiente externo, com algum membro (braço ou perna) direito, pois assim estamos acostumados desde que nascemos, pois isto garante uma eficácia maior. Portanto, consolidamos em nossa memória de procedimentos, as associações de longo prazo para as habilidades motoras de resposta com efetores correspondentes através da habituação nas tarefas simples do dia a dia, como por exemplo utilizar talheres em uma refeição. Do outro lado, nas condições não correspondentes, realizamos uma tarefa que não estamos acostumados (responder com o efector contralateral) e para respondermos corretamente se torna necessária a constituição de associações de memórias de curto prazo não declarativas.

Tagliabue e colaboradores (2000) decidiram estudar a interação entre as associações mnemônicas de curto e longo prazo. Para isto, estudaram o efeito de um teste (compatibilidade espacial), no qual a posição do estímulo é a variável relevante para a seleção da resposta, sobre outro teste (teste de Simon) no qual a posição do estímulo é irrelevante para a seleção da resposta, a qual é determinada por outra

característica do estímulo. Mais especificamente, Tagliabue e colaboradores (2000) realizaram uma série de experimentos onde os sujeitos realizavam inicialmente o teste de compatibilidade espacial e a seguir, a tarefa de Simon, ambos alinhados horizontalmente (tecla e estímulos). Como vimos, no teste de Simon, a resposta para um estímulo ocorrendo na posição correspondente é mais rápida do que para um estímulo ocorrendo na posição não correspondente.

O objetivo principal de Tagliabue e colaboradores (2000) foi averiguar se os links de memória de curto prazo necessários para a realização de uma tarefa de compatibilidade espacial na condição incompatível afetariam a performance nos testes de uma tarefa tipo Simon (que se baseia em informações já consolidadas). Ou seja, o treino em testes incompatíveis poderia levar ao desaparecimento ou à inversão de Efeito Simon (testes correspondentes mais lentos e / ou a testes não-correspondentes mais rápidos). Assim, os voluntários nos experimentos de Tagliabue et al. (2000) foram divididos em 2 grupos: Grupo C: os sujeitos faziam um teste de compatibilidade espacial (na condição compatível) e a seguir, a tarefa de Simon e Grupo I: os sujeitos realizavam um teste de compatibilidade espacial (na condição incompatível) para depois serem submetidos ao teste de Simon.

Seu primeiro experimento foi realizado com crianças. Como resultado, o grupo de crianças que praticou o teste incompatível antes do teste de Simon mostrou um efeito Simon reverso, ou seja, tais crianças foram mais rápidas quando não existiu correspondência entre o estímulo e a tecla de resposta, fato que não ocorreu com as crianças que tiveram como prática prévia o teste compatível. Mais especificamente, no **grupo C**, para um estímulo (por exemplo, um círculo) a ser respondido com a tecla direita, o TRM é mais rápido quando o estímulo aparece à direita (condição correspondente) do que quando aparece à esquerda (condição não-correspondente). Por outro lado, no **grupo I**, para um estímulo a ser respondido com a tecla direita (por exemplo, um círculo), o TRM é mais rápido quando o estímulo aparece à esquerda (condição não-correspondente) do que quando aparece à direita (condição correspondente). Desta forma, nas crianças, a prática prévia na condição incompatível "inverteu" as regras espaciais envolvidas com o estabelecimento da correspondência entre o estímulo e a resposta na tarefa de Simon, resultando em um efeito Simon inverso.

Obedecendo ao mesmo padrão, o segundo experimento também teve como tarefa inicial o teste de compatibilidade espacial e 24 horas depois foi realizado o teste

de Simon, com a única diferença de ser realizada com adultos. Os dados do segundo experimento demonstraram que os adultos também estão sujeitos a uma alteração do efeito de correspondência através de treino prévio em uma sessão não correspondente (incompatível). Contudo, o experimento 2 não resultou em um efeito reverso como aconteceu no experimento 1. Provavelmente essa diferença se deve ao fato dos adultos terem as associações de longo prazo mais consolidadas do que nas crianças. Assim, nos adultos, a prática incompatível foi suficiente para eliminar o efeito de correspondência no teste de Simon mas não para reverter o fenômeno.

Resultados parecidos foram encontrados quando eles testaram o efeito Simon logo após o teste de compatibilidade espacial (sem intervalo entre as práticas) e também quando o intervalo entre os dois testes foi de sete dias. Em todos os experimentos, o grupo que teve como prática prévia as sessões compatíveis, demonstrou o efeito Simon, enquanto que o grupo que realizou testes incompatíveis não teve o efeito de correspondência (as crianças mostraram uma correspondência, só que inversa), que é a base do efeito Simon.

Considerando que o estudo da Tagliabue e colaboradores (2000) utilizou apenas a dimensão horizontal para apresentação dos estímulos e também para o arranjo das teclas de respostas, podemos questionar se o efeito de inibição gerado pelo treino prévio em testes incompatíveis ocorreria também na dimensão vertical, pois Vallesi e seus colaboradores (2005) acharam diferenças significativas entre os efeitos Simon obtidos nas duas dimensões. Além dessa questão, nosso estudo explora também se o efeito se estende de uma dimensão à outra, ou seja, o que ocorreria se a tarefa de compatibilidade espacial fosse realizada em uma dimensão e o teste de Simon em uma outra, alinhada ortogonalmente?

## 1.7) OBJETIVOS

Como vimos, nos experimentos de Tagliabue e colaboradores (2000), a memória de procedimentos pode ser estudada empregando-se a medida dos tempos de reação manual. Desta forma, usamos dois testes de compatibilidade entre estímulo e resposta (teste de compatibilidade espacial e tarefa de Simon) para analisar questões ainda presentes sobre o funcionamento da memória visuomotora. Os nossos objetivos principais foram:

- 1- verificar se a modulação do efeito Simon por uma tarefa prévia de compatibilidade espacial ocorre também ao longo da dimensão vertical;
- 2- verificar se a realização de uma tarefa de compatibilidade espacial na dimensão horizontal influencia o desempenho numa tarefa de Simon ao longo da dimensão vertical e
- 3- verificar se a realização de uma tarefa de compatibilidade espacial na dimensão vertical influencia o desempenho numa tarefa de Simon ao longo da dimensão horizontal.

Ou seja, estes experimentos permitirão generalizar (ou não) para a dimensão vertical os resultados encontrados por Tagliabue e colaboradores (2000) ao longo da dimensão horizontal e também verificar se as tarefas realizadas em dimensões ortogonais são capazes de reproduzir o efeito encontrado ao longo de uma mesma dimensão.

Como o objetivo deste trabalho é estudar o efeito de uma tarefa de compatibilidade espacial (compatível e incompatível) sobre uma tarefa Simon subsequente, nos experimentos descritos a seguir só analisaremos o efeito Simon obtido nas várias condições experimentais.

## **2) EXPERIMENTO I**

Neste experimento, testamos a presença do efeito Simon ao longo da dimensão vertical. Embora, vários autores (Vallesi et al., 2005; Rubichi et al., 2005) já o tenham estudado previamente, decidimos testar novamente o efeito Simon na dimensão vertical por duas razões: a) o nosso arranjo experimental apresenta uma disposição espacial tal que os estímulos e as teclas de resposta estão alinhados verticalmente, sem componentes laterais que possam confundir efeitos nas dimensões horizontal e vertical e b) para determinar a amplitude do efeito Simon, antes e após os testes de compatibilidade espacial, é fundamental empregar o arranjo dos estímulos e das teclas de resposta descrito abaixo.

### **2.1) MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **2.1.1) SUJEITOS**

Participaram desse experimento, 8 voluntários (3 homens e 5 mulheres). Todos os participantes tinham acuidade visual normal ou corrigida com lentes de contato. Os sujeitos eram destros, avaliados segundo o inventário de Edinburgh (Oldfield, 1971) e compreendendo a faixa etária de 20 a 27 anos (média de 22,6 e desvio padrão de 2,33). Os sujeitos não faziam uso regular de medicamentos e não conheciam o propósito do experimento.

#### **2.1.2) Estímulos**

De forma aleatória, aparecia um estímulo com forma de um quadrado ou de um círculo (1º de lado e 1º de diâmetro, respectivamente), sem preenchimento no interior,



no campo superior ou no campo inferior (figura 3). Durante o teste, esteve presente um ponto de fixação (PF) no centro da tela, o qual desaparecia durante o feedback sobre a resposta (ver abaixo) e reaparecia no início do próximo teste. Tanto o estímulo quanto o ponto de fixação eram mais escuros do que a tela de fundo cinza. A excentricidade do estímulo (distância entre estímulo e o ponto de fixação) era de 6,5°.

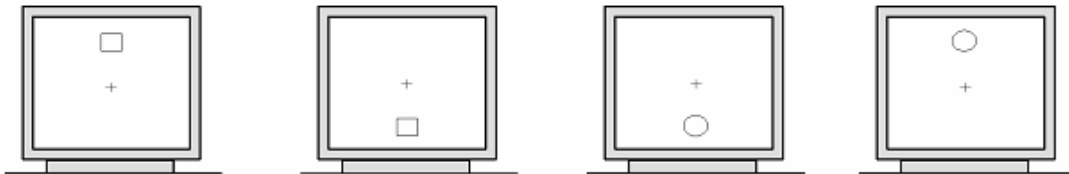


FIGURA 3 - Esquema mostrando a posição do ponto de fixação (PF) e as possíveis posições dos estímulos, os quais apareciam em cima ou em baixo. (observe que o desenho não está em escala).

### 2.1.3) Aparato Experimental

O experimento foi realizado em uma sala com atenuação sonora e luminosa. Os participantes apoiavam a cabeça em um suporte de frente e mento e eram orientados a mantê-la o mais estável possível. Nesta posição, a distância entre os olhos e o computador era de 57 cm. Foi utilizado um microcomputador (IBM-PC 486) com o programa MEL (Micro Experimental Laboratory) Versão 2. Este programa apresentava os estímulos e armazenava os Tempos de Reação Manual (TRM).

Os participantes deviam olhar para o PF durante o teste, e só poderiam piscar ou mover os olhos após a execução da resposta manual. Com o objetivo de verificar se os sujeitos mantinham a fixação ocular, foi utilizado um sistema de registro ocular (Eye Tracking, Modelo 210-Applied Science Laboratories). Este sistema era acoplado ao apoiador de frente e mento e era ajustado manualmente para cada sujeito.

Os sujeitos respondiam ao estímulo-alvo pressionando teclas localizadas à sua frente, sobrepostas verticalmente, na linha média do corpo e com uma diferença de 9 cm entre a tecla de baixo e a tecla de cima. Utilizamos um apoio de 7,5 cm de altura para o braço que respondia com a tecla de cima. O movimento era realizado apertando a tecla

na direção do corpo (fig. 4). Metade dos sujeitos pressionavam a tecla de cima com a mão direita e a outra metade com a mão esquerda.

Os participantes do experimento foram testados em uma sessão, em um único dia. A sessão possuía no total, aproximadamente 160 testes e durava aproximadamente 10 minutos com um intervalo no meio da sessão. O programa repetia os erros, as antecipações (respostas com menos de 100 ms) e as respostas lentas (respostas com mais de 1000 ms) no final do teste, resultando num total de 160 respostas corretas. Todos os participantes realizaram um bloco de treino (20 trials) antes do teste propriamente dito.

A partir do início de cada teste, dois segundos se passavam até o aparecimento do estímulo (no campo superior ou no campo inferior), o qual ficava na tela até a resposta do sujeito. Logo a seguir, um *feedback* visual informando o tempo de reação ou mensagens de erro aparecia na tela com a duração de 500 ms. Após o feedback, o PF reaparecia no centro da tela, indicando o início de um novo teste.

Durante a sessão, o sujeito era instruído a: I) manter o olhar no ponto de fixação durante todo o teste; II) responder manualmente o mais rápido possível ao aparecimento do estímulo-alvo com as teclas de cima ou de baixo, de acordo com a instrução; III) após a resposta manual, piscar os olhos e/ou mover os olhos para evitar o ressecamento das córneas.

As instruções para as respostas foram divididas em 4 tipos: 1) responder para o círculo com a mão direita na tecla de cima e para o quadrado, com a mão esquerda na tecla de baixo (2 sujeitos); 2) responder para o círculo com a mão esquerda na tecla de cima e para o quadrado, com a mão direita na tecla de baixo (2 sujeitos); 3) responder para o círculo com a mão direita na tecla de baixo e para o quadrado com a mão esquerda na tecla de cima (2 sujeitos). 4) responder para o círculo com a mão esquerda na tecla de baixo e para o quadrado com a mão direita na tecla de cima (2 sujeitos); Essas possibilidades de resposta foram balanceadas entre os participantes. Todos os participantes realizaram um bloco de treino (20 trials) antes do teste propriamente dito.

Os sujeitos respondiam ao estímulo-alvo pressionando teclas localizadas à sua frente, sobrepostas verticalmente, na linha média do corpo e com uma diferença de 9 cm entre a tecla de baixo e a tecla de cima. Utilizamos um apoio de 7,5 cm de altura para o braço que respondia com a tecla de cima. O movimento era realizado apertando a tecla na direção do corpo (fig. 4).

Toda a metodologia deste trabalho foi aprovada previamente pelo comitê de ética da Universidade.

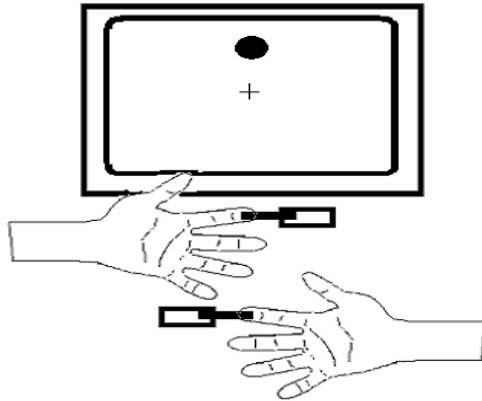


FIGURA 4: Esquema ilustrando a posição das teclas e das mãos na dimensão vertical.

#### **2.1.4) ANÁLISE ESTATÍSTICA**

##### **Medida de Tendência Central (Mediana)**

Para analisar o efeito da correspondência espacial entre a posição da tecla e a posição do estímulo calculamos a mediana dos TRM (Tempo de Reação Manual) obtidos para cada combinação entre posição do estímulo (superior / inferior) e posição da tecla (superior / inferior). Estas medianas foram submetidas a uma análise de variância (ANOVA) com os seguintes fatores: posição do estímulo (superior / inferior) e posição da tecla (superior / inferior).

##### **Análise Distribucional**

Utilizamos também o procedimento de vincentização para uma análise mais detalhada do efeito Simon. Na Vincentização, os TRM das respostas corretas nas condições correspondente e não correspondente da tarefa de Simon, são organizados

separadamente em ordem crescente para cada sujeito. A seguir, estas distribuições são divididas em 5 quintilhos proporcionais de modo que cada intervalo contenha a mesma proporção (um quinto) dos testes. Ou seja, o primeiro quintilho contém os TRM que são os 20% mais rápidos, o segundo intervalo, contém os TRM maiores que os 20% mais rápidos até o limite superior dos 40% mais rápidos, o terceiro intervalo, contém os TRM maiores que os 40% mais rápidos até o limite superior dos 60% mais rápidos, o quarto intervalo, contém os TRM maiores que os 60% mais rápidos até o limite superior dos 80% mais rápidos e, finalmente, o último intervalo, contém os TRM maiores que os 80% mais rápidos até o limite superior dos 100% mais rápidos. Então, a média dos TRM de cada intervalo (quintilho) é calculada para as condições correspondente e não correspondente, separadamente. As médias dos TRM em cada quintilho foram empregadas em uma segunda análise de variância (ANOVA) com os fatores correspondência e intervalo. Esta ANOVA permite verificar se o efeito Simon (diferenças entre as médias nas condições não correspondentes e correspondentes) está presente ao longo dos cinco intervalos (quintilhos), ou seja, possibilita verificar se o efeito Simon depende do TRM.

## **2.2) RESULTADOS**

### **2.2.1) Medida de Tendência Central (Mediana)**

Os fatores posição da tecla ( $F_{1,7} = 3,00420$  e  $p = 0,12$ ) e posição do estímulo ( $F_{1,7} = 0,08489$  e  $p = 0,78$ ) não influenciaram o TRM, ou seja, não existiu diferença no TRM entre os campos de cima e de baixo, nem entre as duas teclas de resposta. No entanto, a ANOVA mostrou a existência de uma interação significativa ( $F_{1,7} = 21,85014$  e  $p = 0,002$ ) entre os fatores posição da tecla e posição do estímulo (figura 5).

Calculamos as médias dos TRM nas condições não correspondentes (tecla superior e estímulo inferior e tecla inferior e estímulo superior) e as médias dos TRM nas condições correspondentes (tecla superior e estímulo superior e tecla inferior e estímulo inferior), Subtraindo-se a média das condições não correspondentes da média das condições correspondentes, encontramos um efeito Simon de 30 ms.

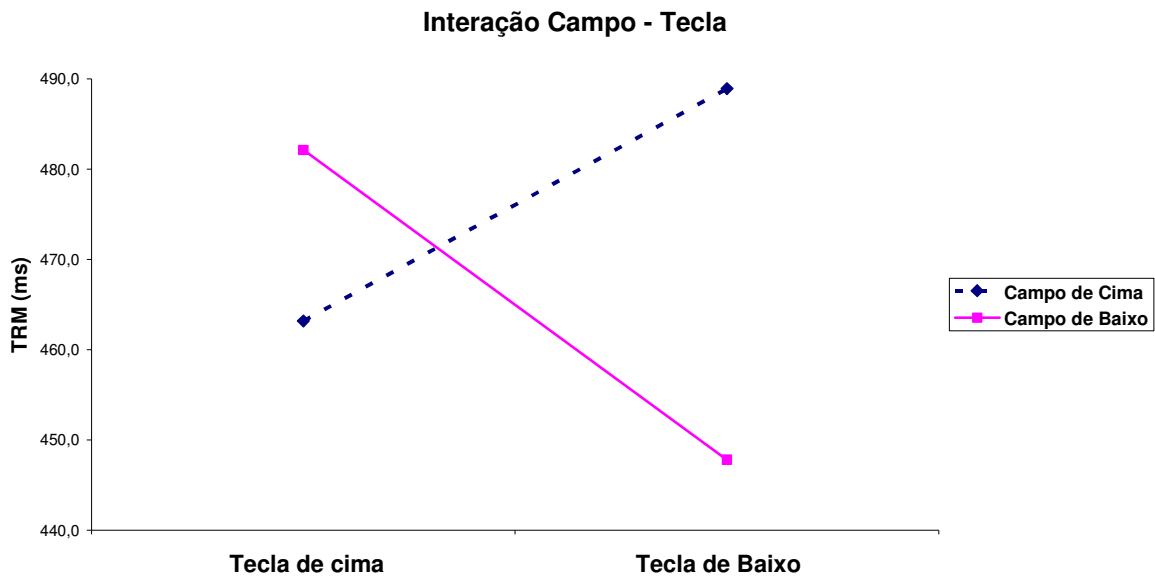


Figura 5: Interação entre campo e tecla no experimento 1, mostrando um efeito Simon ( $p = 0,002$ ) de 30 ms.

### 2.2.2) Análise Distribucional

A análise de variância (ANOVA) realizada com os resultados do procedimento de Vincentização mostrou que o fator correspondência teve influência significativa ( $F_{1,7} = 25,88$   $p=0,001$ ) sobre o TRM. O TRM na condição de correspondência (455,5 ms) foi menor do que na condição não correspondente (485,5 ms). Como esperado, todos os quintilhos variaram significativamente entre si ( $F_{1,7}=395,65$   $p=0,000$ ). A interação entre os dois fatores ( $F_{1,7} = 3,48$ ,  $p=0,019$ ) mostrou que uma diferença significativa ( $p<0,05$ ) entre as duas condições (correspondente e não-correspondente) está presente em todos os quintilhos exceto no último quintilho, no qual a diferença entre as duas condições não é significativa (figura 6 e tabela 1). Na tabela abaixo vemos como ficou a distribuição proporcional dos TRM nos cinco intervalos, bem como a diferença entre as duas condições.

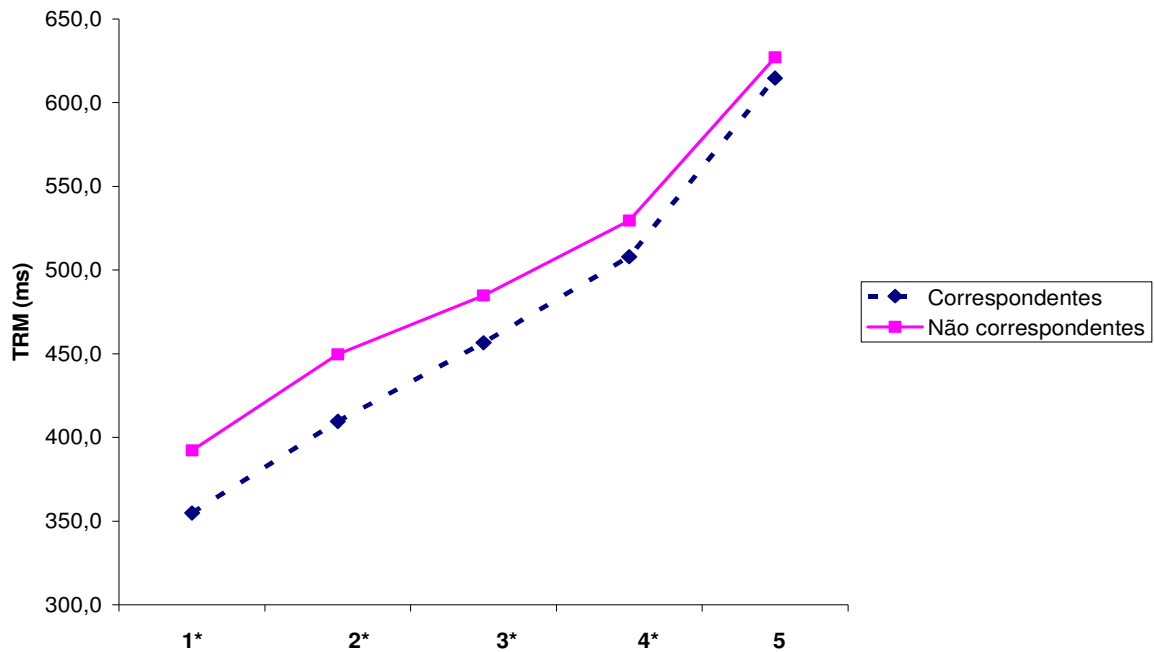


Figura 6 : A distribuição dos TRM nos cinco intervalos da vincentização. O efeito Simon se mostra presente nos quatro quintilhos iniciais. O eixo y representa o TRM em ms.

|                           | <b>Intervalo 1</b> | <b>Intervalo 2</b> | <b>Intervalo 3</b> | <b>Intervalo 4</b> | <b>Intervalo 5</b> |
|---------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| <b>Não-correspondente</b> | 392,3              | 449,7              | 484,8              | 529,5              | 627,1              |
| <b>Correspondente</b>     | 354,8              | 409,6              | 456,6              | 507,9              | 614,6              |
| <b>Diferença</b>          | 37,4 *             | 40,1 *             | 28,2 *             | 21,6 *             | 12,5               |

Tabela 1: Média dos tempos de reação em cada intervalo para as condições não-correspondente e correspondente e a diferença entre elas. As diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) estão assinaladas com \*

### 2.3) DISCUSSÃO

Esse experimento foi realizado como um controle para demonstrar que o nosso arranjo experimental é capaz de reproduzir o efeito Simon em um alinhamento vertical.

Nessa primeira etapa do estudo mostramos que os sujeitos foram mais rápidos quando respondiam para os estímulos que apareciam na posição correspondente da tecla de resposta do que quando apareciam na posição oposta, resultando em um efeito Simon de 30 ms.

Nesse experimento, empregamos um arranjo experimental similar ao usado por Vallesi e colaboradores (2005), que testaram o efeito Simon na vertical para depois compará-lo com os dados obtidos na horizontal. A única diferença foi o arranjo das teclas de respostas: enquanto ele utilizou o próprio teclado do computador ligeiramente inclinado, nós alinhamos as duas teclas verticalmente (figura 4).

Os resultados obtidos nesse experimento se assemelham parcialmente aos dados que Vallesi e colaboradores (2005) obtiveram ao testar o efeito Simon na dimensão vertical. Eles acharam uma diferença de 29 ms entre as condições correspondente e não correspondente e nossos resultados alcançaram uma média de 30 ms, demonstrando assim uma igualdade na amplitude do efeito Simon. Nossos tempos de reação foram em geral, um pouco mais lentos do que os do trabalho de Vallesi e colaboradores. (2005), que alcançaram a média de 409 ms (condição correspondente) e 438 ms (condição não correspondente), enquanto os nossos valores atingiram 455,5 ms e 485,5 ms, respectivamente. Com relação à análise distribucional, Vallesi e colaboradores (2005) encontraram, nos testes realizados na vertical, a presença do efeito Simon tanto nos TRMs mais lentos quanto nos mais rápidos. Em nossos resultados, detectamos o efeito nos quatro quintilhos iniciais (tabela 1). Em contraste com o trabalho de Vallesi e colaboradores. (2005), que obteve um efeito Simon de 35 ms no último quintilho, a diferença que encontramos entre as condições correspondente e não correspondente foi de 12,5 ms e não se mostrou estatisticamente significativa. Dessa forma, a ausência do efeito Simon encontrada nos testes mais lentos do nosso estudo foi uma das poucas diferenças entre os dois trabalhos.

### **3) EXPERIMENTO II**

Esse experimento também serviu como um controle para estudar a dimensão do efeito de compatibilidade espacial em um alinhamento vertical, empregando o aparato experimental descrito abaixo.

#### **3.1) MATERIAIS E MÉTODOS**

##### **3.1.1) SUJEITOS**

Participaram desse experimento, 8 voluntários (3 mulheres e 5 homens). Todos os participantes tinham acuidade visual normal ou corrigida. Os sujeitos eram destros, compreendendo a faixa etária de 18 a 30 anos (média de 22,7 e desvio padrão de 3,95) . Os sujeitos não faziam uso regular de medicamentos e não conheciam o propósito do experimento.

##### **3.1.2) ESTÍMULOS**

Nesse teste, dois estímulos idênticos, com formato circular e completamente preenchidos (  $0,5^\circ$  de diâmetro), apareciam aleatoriamente em um alinhamento vertical, com uma distância de  $6,5^\circ$  do ponto de fixação situado no centro da tela durante o teste, exceto durante o aparecimento do feedback sobre a resposta (ver abaixo). O PF reaparecia no início do próximo teste. Assim como no experimento anterior, tanto o estímulo quanto o ponto de fixação eram mais escuros que o fundo cinza.



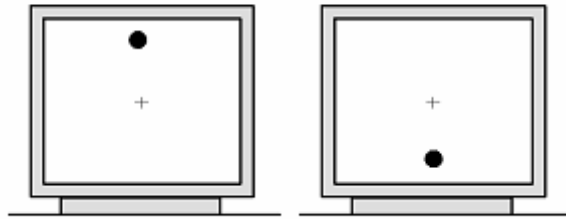


FIGURA 7. Esquema mostrando as posições do Ponto de Fixação e dos estímulos, os quais apareciam em cima ou em baixo (observe que o desenho não está em escala).

### 3.1.3) APARATO EXPERIMENTAL

O aparato experimental foi o mesmo utilizado no experimento anterior. Os participantes do experimento foram testados em duas sessões, que consistiram em duas tarefas distintas: a compatível e a incompatível. Na tarefa compatível, os sujeitos deviam responder com a tecla de cima quando o estímulo aparecia em cima e com a de baixo quando o estímulo aparecia na parte inferior da tela. Enquanto que, na incompatível, eles deviam responder com a tecla de baixo para estímulos aparecendo no campo superior e com a tecla de cima para estímulos aparecendo no campo inferior. Estas tarefas foram realizadas de forma blocada e com a ordem balanceada entre os sujeitos. Cada bloco possuía no total aproximadamente 160 testes, com um intervalo no meio do teste e com a duração de aproximadamente 10 minutos. O programa repetia os erros, as antecipações (respostas com menos de 100 ms) e as respostas lentas (respostas com mais de 1000 ms) no final de cada bloco, de modo completar um total de 160 testes respondidos corretamente.

A partir do início de cada trial, dois segundos se passavam até o aparecimento do estímulo (em cima ou em baixo), que ficava na tela até a resposta do sujeito. Logo a seguir, um feedback visual informando o tempo de reação ou mensagens de erro aparecia na tela com a duração de 500 ms. . Após o feedback, o PF reaparecia no centro da tela, indicando o início de um novo teste.

Durante a sessão, o sujeito era instruído a: I) manter o olhar no ponto de fixação durante todo o teste; II) responder manualmente o mais rápido possível ao aparecimento

do estímulo-alvo com as teclas de cima ou de baixo, de acordo com a tarefa de compatibilidade; III) após a resposta manual, piscar os olhos e/ou mover os olhos para evitar o ressecamento das córneas.

As instruções para a execução da tarefa foram divididas em 4 tipos: 1) tarefa **compatível** com a mão direita na tecla de cima e com a mão esquerda na tecla de baixo; 2) tarefa **incompatível** com a mão direita na tecla de cima e com a mão esquerda na tecla de baixo (4 sujeitos); 3) tarefa **compatível** com mão esquerda na tecla de cima e com a mão direita na tecla de baixo; 4) tarefa **incompatível** com a mão esquerda na tecla de cima e com a mão direita na tecla de baixo (4 sujeitos). Essas possibilidades de resposta foram balanceadas entre os participantes, sendo que quatro sujeitos realizaram 160 testes na condição compatível antes dos 160 testes na condição incompatível e quatro sujeitos realizaram 160 testes na condição incompatível antes dos 160 testes na condição compatível. Finalmente, todos os sujeitos praticavam uma sessão de treino, com 20 repetições antes da execução do teste.

Os sujeitos respondiam ao estímulo-alvo pressionando uma tecla localizada à frente, sobrepostas verticalmente, na linha média do corpo e com uma diferença de 9 cms entre a tecla de baixo e a tecla de cima. Utilizamos um apoio de 7,5 cms de altura para o braço que respondia com a tecla de cima. O movimento era realizado apertando a tecla na direção do corpo (fig. 4). Metade dos sujeitos pressionavam a tecla de cima com a mão direita e a outra metade com a mão esquerda

### **3.1.4) ANÁLISE ESTATÍSTICA**

#### **Medida de Tendência Central (Medianas)**

Para analisar o efeito da correspondência espacial entre a posição da tecla e a posição do estímulo calculamos a mediana dos TRM (Tempo de Reação Manual) obtidos para cada combinação entre posição do estímulo (superior / inferior) e posição da tecla (superior / inferior). Estas medianas foram submetidas a uma análise de variância (ANOVA) com os fatores: posição do estímulo (superior / inferior) e posição da tecla (superior / inferior)

## **Análise Distribucional**

Assim como no experimento I, foram realizadas as análises distribucionais dos TRM (Vincentização). A metodologia empregada nessa análise distribucional foi a mesma do experimento anterior (está descrita no tópico 2.1.4). Uma segunda ANOVA foi realizada com os fatores correspondência e intervalo para verificar a amplitude do efeito de compatibilidade ao longo cinco quintilhos.

### **3.2) RESULTADOS**

#### **3.2.1) Medida de Tendência Central (Medianas)**

A ANOVA mostrou que os fatores posição do estímulo e a posição da tecla não tiveram influência significativa sobre os TRM. Por outro lado, existiu uma interação significativa ( $F_{1,7} = 22,160$  e  $p = 0,002$ ) entre os fatores tecla e estímulo (figura 8). Calculamos as médias dos TRM nas condições incompatíveis (tecla superior e estímulo inferior e tecla inferior e estímulo superior) e as médias dos TRM nas condições compatíveis (tecla superior e estímulo superior e tecla inferior e estímulo inferior), Subtraindo-se a média das condições incompatíveis da média das condições compatíveis, encontramos um forte efeito de compatibilidade espacial (63 ms).

#### **3.2.2) Análise Distribucional**

A segunda ANOVA identificou diferenças significativas entre os TRMs nas condições compatível e incompatível ( $F_{1,7} = 26,44$   $P=0,001$ ). Como era de se esperar, o fator quintilho também apresentou diferenças significativas entre todos os quintilhos ( $F_{1,7}=213,69$   $P= 0,000$ ). Foi verificada também uma interação entre os fatores quintilho e compatibilidade ( $F_{1,7} = 17,49$   $P=0,000$ ) e a análise post-hoc nos permitiu observar a presença do efeito de compatibilidade (diferença entre as condições incompatíveis e compatíveis) ao longo de todos os quintilhos (figura 9 e tabela 2).

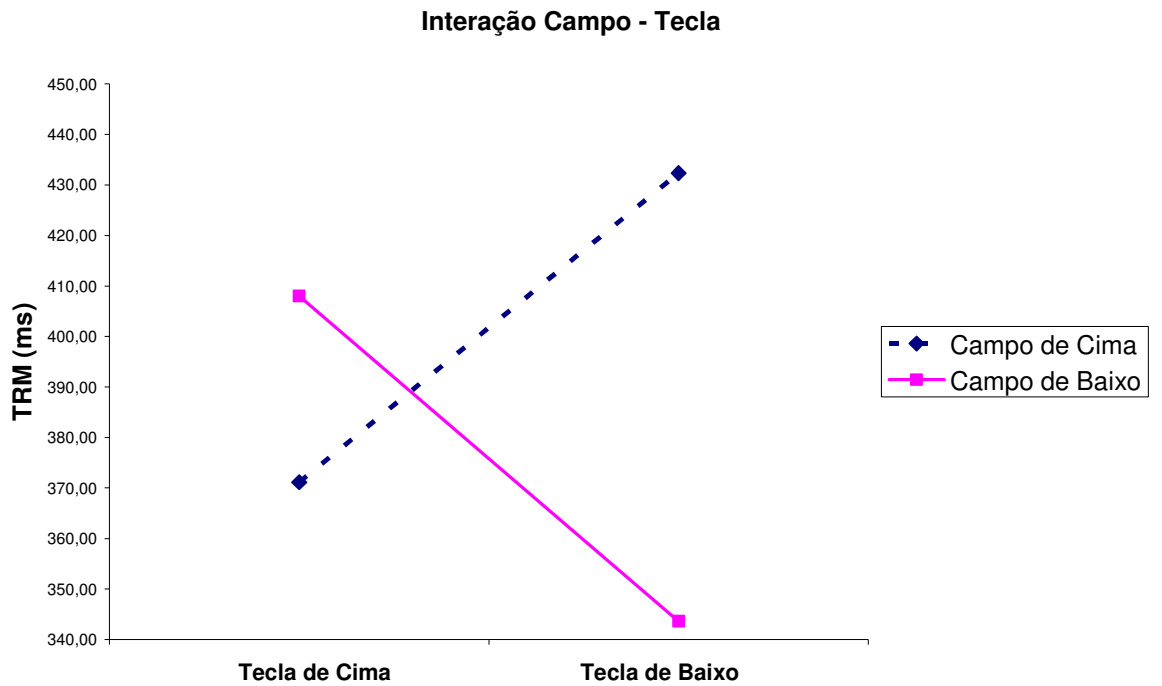


Figura 8: Interação entre campo e tecla com um forte efeito de compatibilidade espacial na dimensão vertical ( $p = 0,002$ ).

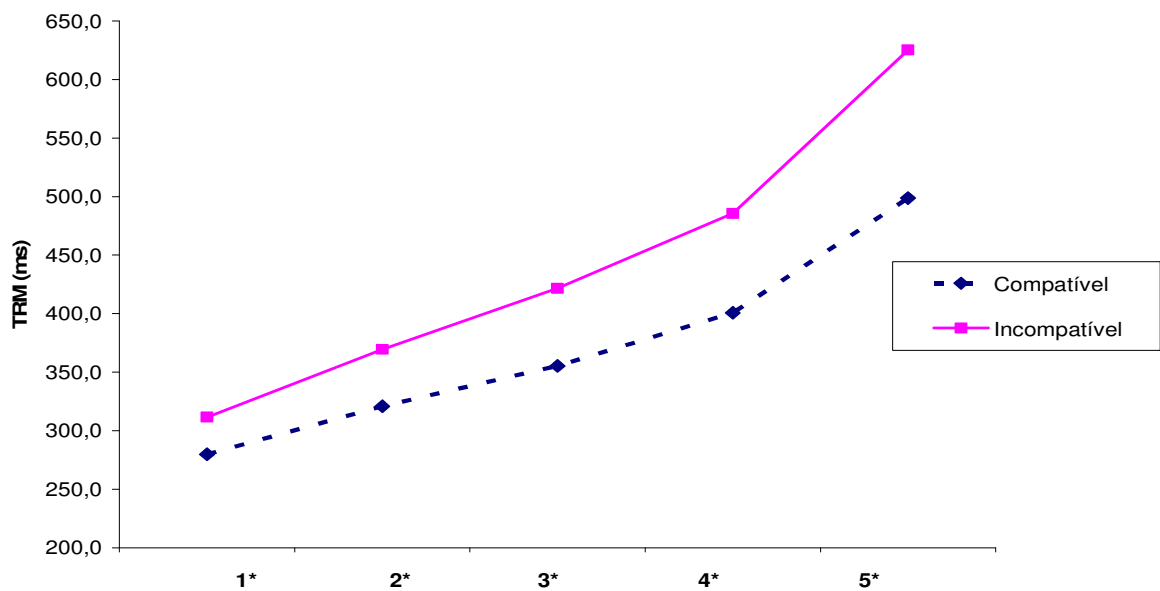


Figura 9 : A distribuição do TRM nos cinco intervalos da vincentização nas condições compatível e incompatível. O eixo y representa o TRM em ms.

|                     | <b>Intervalo 1</b> | <b>Intervalo 2</b> | <b>Intervalo 3</b> | <b>Intervalo 4</b> | <b>Intervalo 5</b> |
|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| <b>Incompatível</b> | 311,5              | 369,5              | 421,6              | 485,5              | 625,3              |
| <b>Compatível</b>   | 279,8              | 320,8              | 355,3              | 400,7              | 498,7              |
| <b>Diferença</b>    | 31,7 *             | 48,7 *             | 66,3 *             | 84,8 *             | 126,6 *            |

Tabela 2: Média dos tempos de reação em cada intervalo para as condições não-correspondente e correspondente e a diferença entre elas. . As diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) estão assinaladas com \*

### 3.3) DISCUSSÃO

O experimento 2 foi realizado com o objetivo de averiguar o efeito de correspondência no teste de compatibilidade espacial alinhado verticalmente. Os resultados mostraram um forte efeito de compatibilidade com uma diferença de aproximadamente 63 ms entre a condição incompatível e a compatível. No estudo de Riggio, Gawryszewski e Umiltá (1986), onde o objetivo era estudar o efeito de cruzamento dos efeitores, os pesquisadores encontraram uma diferença de 87,5 ms entre as duas condições em um alinhamento horizontal com as mãos não cruzadas. Essa diferença de tempo entre a prática nas duas dimensões é alvo de vários estudos sobre prevalência dimensional (Rubichi et al., 2004; 2005). Algumas explicações possíveis para a diferença seria o fato de que a geração ou a ativação dos códigos verticais tomariam mais tempo do que os horizontais, provavelmente em função de um número maior de práticas diárias na dimensão horizontal (Rubichi et al., 2005). Contudo, existem estudos anteriores que mostram que variações na instrução e na exibição de estímulos podem afetar a prevalência horizontal em comparação à vertical (Hommel, 1996).

Em uma comparação entre os resultados do experimento anterior (teste de Simon) e o experimento 2 (teste de compatibilidade espacial), podemos observar nos gráficos 5 e 8 que os TRM são mais rápidos no teste de compatibilidade espacial. Devemos destacar que no teste de compatibilidade espacial o sujeito só precisa considerar o lado em que o estímulo aparece e não discernir sobre a forma do estímulo,

como na tarefa de Simon. Assim, podemos considerar que o teste de compatibilidade espacial é uma tarefa mais simples do que o teste de Simon.

Uma outra questão importante é que os resultados obtidos no experimento 2 vão de encontro à hipótese de que o efeito de correspondência seria influenciado pela organização cerebral em dois hemisférios distintos, interconectados pelas fibras do corpo caloso. Posto que, os estímulos verticais exibidos em uma linha média central na tela do computador ativam os dois hemisférios cerebrais, o que não acontece com o alinhamento horizontal (estímulos esquerdos ativam o hemisfério direito e estímulos direitos ativam o hemisfério esquerdo) e mesmo assim produzem o efeito de compatibilidade espacial.

No geral, o experimento mostra que o paradigma utilizado foi capaz de criar latências menores na condição compatível em comparação à condição incompatível.

#### **4) EXPERIMENTO III**

No experimento III, investigamos a questão da memória visuomotora. Para isto, os sujeitos foram divididos em 2 grupos:

- 1- Os sujeitos do grupo C realizaram testes de compatibilidade espacial (na condição compatível) antes de um teste de Simon.
- 2- Os sujeitos do grupo I realizaram testes de compatibilidade espacial (na condição incompatível) antes de um teste de Simon.

O nosso objetivo foi verificar se ocorre uma modulação do efeito Simon (que é relacionado com a memória de longo prazo) pela realização prévia de testes compatíveis ou incompatíveis na dimensão vertical.

#### **4.1) MATERIAIS E MÉTODOS**

##### **4.1.1) SUJEITOS**

Participaram desse experimento, 16 voluntários (6 mulheres e 10 homens). Todos os participantes tinham acuidade visual normal ou corrigida com lentes de contato. Os sujeitos eram destros, compreendendo a faixa etária de 15 a 29 anos. Os sujeitos não faziam uso regular de medicamentos e não conheciam o propósito do experimento.

##### **4.1.2) ESTÍMULOS**

Esse terceiro experimento compreendeu dois testes diferentes. No primeiro, foi realizada a tarefa de compatibilidade espacial, onde estímulos idênticos com formato circular (de 0,5° de diâmetro) e completamente preenchidos com uma cor escura,

apareciam aleatoriamente acima ou abaixo do ponto de fixação ao longo do meridiano vertical.

A tarefa de Simon, realizada como segundo teste, apresentava dois tipos de estímulos: um quadrado e um círculo (1° de lado e de 1° diâmetro, respectivamente), alinhados verticalmente. Ambos os estímulos não tinham preenchimento em seu interior e apareciam aleatoriamente acima e abaixo do ponto de fixação ao longo do meridiano vertical.

Em ambos os testes, esteve presente um ponto de fixação no centro da tela. A distância do ponto de fixação para o estímulo era de 6,5°. Conforme os experimentos anteriores, tanto o estímulo quanto o ponto de fixação possuíam uma coloração escura sobre uma tela de fundo cinza.

#### **4.1.3) APARATO EXPERIMENTAL**

O aparato experimental foi o mesmo utilizado nos experimentos anteriores. Os participantes do experimento III realizaram, em um único dia, duas baterias de testes, iniciando com o teste de compatibilidade espacial e praticando a tarefa de Simon logo a seguir. Cada sessão possuía aproximadamente 160 testes, com um intervalo para descanso no meio da sessão. A duração total de cada sessão foi de aproximadamente 10 minutos. O programa repetia os erros, as antecipações (respostas com menos de 100 ms) e as respostas lentas (respostas com mais de 1000 ms) no final de cada bloco, completando um total de 160 respostas corretas em cada sessão.

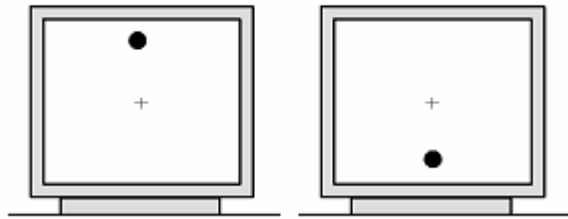
Na tarefa de compatibilidade espacial, dois segundos se passavam do início de cada teste até o aparecimento do estímulo (em cima ou em baixo), que ficava na tela até a resposta do sujeito. Logo a seguir, um feedback visual informando o tempo de reação ou mensagens de erro aparecia na tela com a duração de 500 ms.

Os participantes foram divididos em dois grupos, com práticas distintas. O grupo C realizou o teste compatível, ou seja, eles deveriam responder com a tecla de cima quando o estímulo aparecia em cima e com a de baixo quando o estímulo aparecia na parte inferior da tela. O grupo I praticou testes incompatíveis, respondendo com a tecla de baixo para estímulos aparecendo no campo superior e com a tecla de cima para estímulos aparecendo no campo inferior. Tal como descrito no Experimento II e em outros trabalhos realizados, o TRM na condição incompatível é mais lento do que os



TRM na condição compatível, pois o sujeito deve inibir uma resposta "natural" para realizar a resposta oposta.

**A)**



**B)**

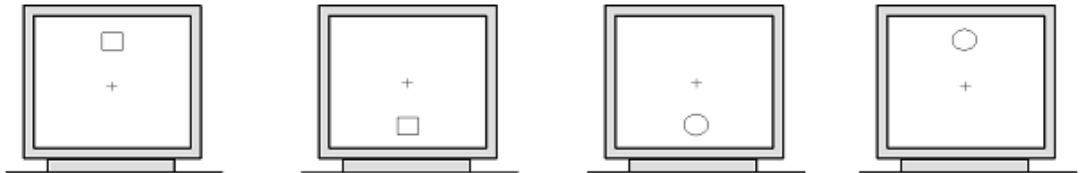


FIGURA 10. A- Esquema do primeiro teste mostrando a posição do Ponto de Fixação e as possíveis posições dos estímulos, os quais apareciam acima ou abaixo do Ponto de Fixação. B- Esquema do teste de Simon mostrando a posição do Ponto de Fixação e as possíveis posições dos estímulos (círculos e quadrados), os quais apareciam acima ou abaixo do Ponto de Fixação.

Durante a sessão de compatibilidade espacial, o sujeito era instruído a: I) manter o olhar no ponto de fixação durante todo o teste; II) responder manualmente o mais rápido possível ao aparecimento do estímulo-alvo com as teclas de cima ou de baixo; III) após a resposta manual, piscar os olhos e/ou mover os olhos para evitar o ressecamento das córneas. As possibilidades de execução da tarefa foram balanceadas entre os participantes da seguinte maneira: 1) tarefa compatível com a mão direita na tecla de cima e com a mão esquerda na tecla de baixo; 2) tarefa incompatível com a mão direita na tecla de cima e com a mão esquerda na tecla de baixo; 3) tarefa compatível com a mão esquerda na tecla de cima e com a mão direita na tecla de baixo; 4) tarefa incompatível com a mão direita na tecla de baixo e com a mão esquerda na tecla de

cima. Metade dos sujeitos pressionavam a tecla de cima com a mão direita e a outra metade com a mão esquerda.

Quase que imediatamente após o término da tarefa de compatibilidade espacial, ambos os grupos se submeteram à realização da tarefa de Simon, que teve como instruções: I) manter o olhar no ponto de fixação durante todo o teste; II) responder manualmente o mais rápido possível ao aparecimento do estímulo-alvo com as teclas de cima ou de baixo; III) após a resposta manual, piscar os olhos e/ou mover os olhos para evitar o ressecamento das córneas. As possibilidades de resposta foram divididas em 4 tipos: 1) responder para o círculo com a mão direita na tecla de cima e para o quadrado, com a mão esquerda na tecla de baixo; 2) responder para o círculo com a mão esquerda na tecla de cima e com a mão direita na tecla de baixo para o quadrado; 3) responder para o círculo com a mão esquerda na tecla de baixo e para o quadrado com a mão direita na tecla de cima; 4) responder para o círculo com a mão direita na tecla de baixo e para o quadrado, com a mão esquerda na tecla de cima. Essas possibilidades de resposta foram balanceadas entre os participantes. Todos os sujeitos realizaram um bloco de treino com 20 repetições antes de cada um dos testes.

Nas duas tarefas, os sujeitos respondiam ao estímulo-alvo pressionando com o dedo indicador as teclas localizadas à sua frente, as quais eram sobrepostas verticalmente na linha média do corpo e com uma diferença de 9 cm entre a tecla de baixo e a tecla de cima. Utilizamos nos dois testes, um apoio de 7,5 cm de altura para o braço que respondia com a tecla de cima. O movimento era realizado apertando a tecla na direção do corpo (fig. 4).

#### **4.1.4) ANÁLISE ESTATÍSTICA**

##### **Medida de Tendência Central**

Como o interesse maior se concentra no estudo sobre as possíveis alterações no efeito Simon após a execução do teste de compatibilidade espacial, realizamos apenas a análise do teste de Simon. Para analisar o efeito da correspondência espacial entre a posição da tecla de resposta e a posição do estímulo calculamos a mediana dos TRM

(Tempo de Reação Manual) obtidos para cada combinação entre posição do estímulo (superior / inferior) e posição da tecla (superior / inferior). Estas medianas foram submetidas a uma análise de variância (ANOVA) com os seguintes fatores: posição do estímulo (superior / inferior) e posição da tecla (superior / inferior).

### **Análise Distribucional**

Utilizamos também o procedimento de vincentização, descritos no tópico 2.1.4 (experimento 1).

## **4.2) RESULTADOS**

### **4.2.1) Medida de Tendência Central (Mediana)**

#### **4.2.1.1) GRUPO C**

Para o grupo que realizou a tarefa compatível como prática prévia ao teste de Simon (Grupo C), a ANOVA mostrou a existência do efeito Simon através de uma interação significativa ( $F_{1,7} = 14,06$  e  $p = 0,007$ ) entre os fatores posição do estímulo (campo) e posição da tecla (figura 11). Os fatores posição da tecla e posição do estímulo não produziram efeitos significativos ( $F_{1,7} = 0,159$ ,  $p = 0,7$  e  $F_{1,7} = 0,236$ ,  $p = 0,6$  respectivamente). Subtraindo-se a média das condições não correspondentes da média das condições correspondentes, encontramos um efeito Simon de 34 ms

#### **4.2.1.2) GRUPO I**

O grupo que realizou a tarefa incompatível antes do Simon (Grupo I), não apresentou o efeito Simon, ou seja, não apresentou uma interação significativa entre os fatores posição do estímulo (campo) e posição da tecla ( $F_{1,7} = 0,32$  e  $P = 0,58$ ). O único fator significativo foi a posição do estímulo, mostrando uma diferença ( $F_{1,7} = 18,41$  e  $P = 0,03$ ) nos TRM aos estímulos do campo superior (534 ms) em relação aos TRM dos estímulos que apareciam no campo inferior (516 ms) (figura 11).

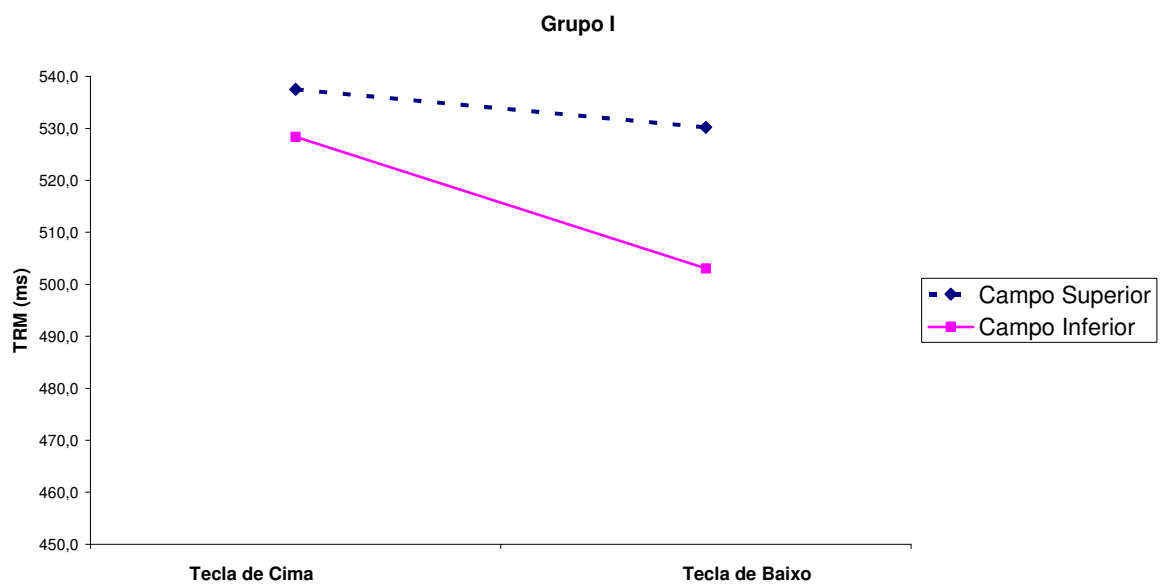
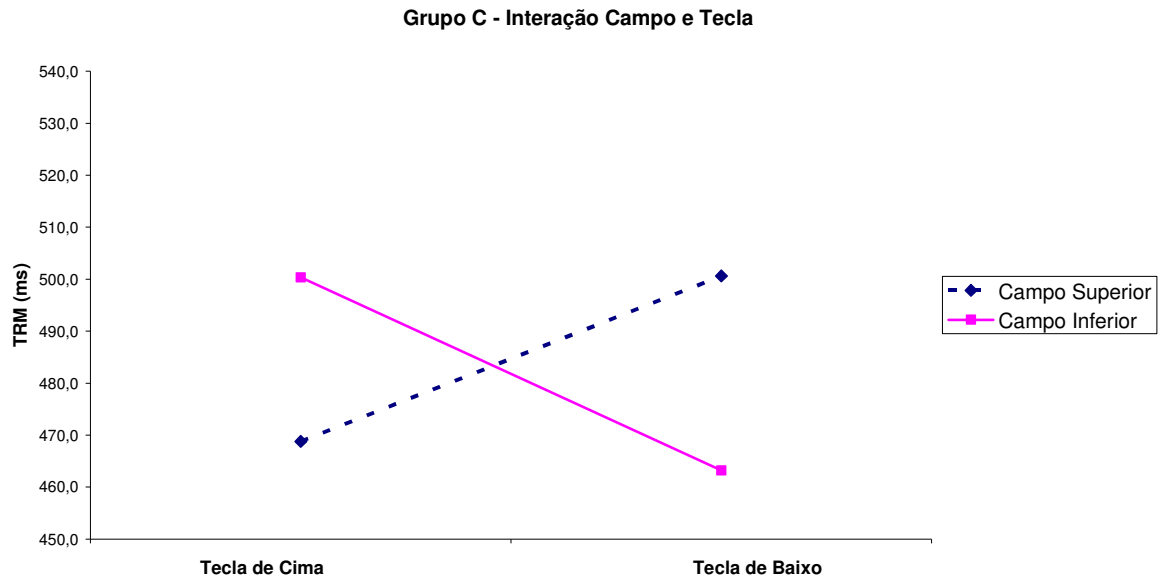


Figura 11: Interação entre campo e tecla com um efeito Simon de 34 ms no grupo C ( $p = 0,007$ ) e a ausência desse efeito de correspondência espacial no grupo I ( $p = 0,58$ ).

## **4.2.2) Análise Distribucional**

### **4.2.2.1) GRUPO C**

A ANOVA após o procedimento da Vincentização mostrou no grupo C , tal como esperado, um efeito do fator quintilho ( $F_{4,28}=107,56$  e  $P= 0,000$ ) e também uma importante diferença entre a condição correspondente e a não correspondente ( $F_{4,28}=7,57$  e  $P= 0,028$ ). O TRM na condição correspondente foi 494 ms e a não correspondente, foi 523 ms. Não verificamos interação entre correspondência e quintilho, indicando que o efeito Simon não variou significativamente com o fator quintilho.

### **4.2.2.2) GRUPO I**

No grupo I, o fator quintilho, tal como esperado, se mostrou estatisticamente significativo ( $F_{4,28}=272,02$  e  $P= 0,000$ ), com diferenças entre os TRM nos cinco intervalos (figura 12 e tabela 3). Uma interação entre correspondência e quintilho foi detectada ( $F_{4,28}=10,44$  e  $P= 0,000$ ). A análise post-hoc mostrou que não existiu diferença ( $p > 0,05$ ) entre os TRMs nas condições correspondente e não correspondente, ao longo dos 4 quintilhos iniciais. Um efeito Simon inverso significativo foi detectado no último quintilho ( $p < 0,05$ ).

| <b>GRUPO C</b>            | <b>Intervalo<br/>1</b> | <b>Intervalo<br/>2</b> | <b>Intervalo<br/>3</b> | <b>Intervalo<br/>4</b> | <b>Intervalo<br/>5</b> |
|---------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| <b>Não-correspondente</b> | 402,9                  | 470,8                  | 512,8                  | 559,5                  | 670,8                  |
| <b>Correspondente</b>     | 372,7                  | 431,2                  | 474,4                  | 534,4                  | 655,9                  |
| <b>Diferença *</b>        | 30,3 *                 | 39,6*                  | 38,4*                  | 25,1*                  | 14,9*                  |

| <b>GRUPO I</b>            | <b>Intervalo<br/>1</b> | <b>Intervalo<br/>2</b> | <b>Intervalo<br/>3</b> | <b>Intervalo<br/>4</b> | <b>Intervalo<br/>5</b> |
|---------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| <b>Não-correspondente</b> | 393,9                  | 466,2                  | 510,8                  | 563,6                  | 672,9                  |
| <b>Correspondente</b>     | 378,3                  | 451,0                  | 499,6                  | 564,6                  | 698,9                  |
| <b>Diferença</b>          | 15,7                   | 15,1                   | 11,2                   | -1,0                   | -26,0 *                |

Tabela 3: Média dos TRM por grupo, em cada intervalo, para ambas as condições e a diferença (efeito Simon) entre as condições não correspondentes e correspondentes. As diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) estão assinaladas com \*.

#### **4.3) DISCUSSÃO**

Nossos experimentos utilizaram um procedimento experimental muito parecido com aquele empregado por Tagliabue et al. (2000). A principal diferença foi a dimensão da posição dos estímulos e das teclas (horizontal nos Experimentos de Tagliabue et al. (2000) e vertical nos nossos experimentos). Por outro lado, nos dois casos foram pesquisados 2 grupos de sujeitos. Em um grupo foram aplicados testes compatíveis e depois a tarefa de Simon (grupo C) e no outro, testes incompatíveis e subsequentemente o teste de Simon (grupo I).

Os experimentos de Tagliabue et al. (2000) variaram no intervalo entre os testes de compatibilidade e tarefa de Simon, na faixa etária dos participantes e nas características dos estímulos. No experimento quatro, a pesquisadora contou com a participação de adultos e com um curto intervalo entre os testes de compatibilidade e Simon. Como resultado, foi encontrado um efeito Simon regular de 34,5 ms para o grupo com prática prévia em testes compatíveis e uma ausência do efeito de correspondência para o grupo que praticou inicialmente pareamentos incompatíveis (- 1 ms). No entanto, seu estudo explorou somente a dimensão horizontal.

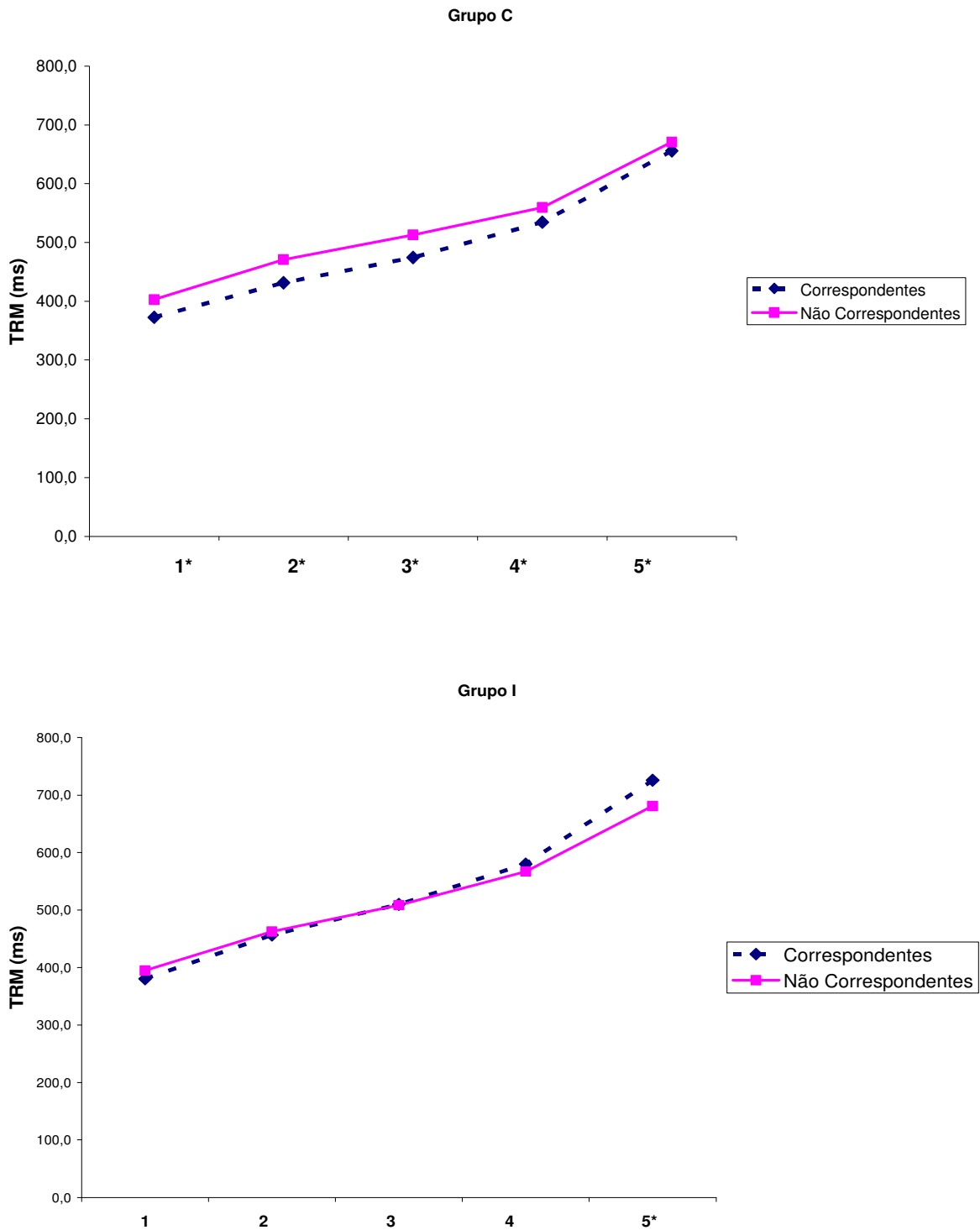


Figura 12 : O efeito Simon ao longo dos 5 quintilhos para o grupo C e a interação entre correspondência e quintilho para o grupo I. O gráfico mostra a distribuição do TRM nos cinco intervalos da vincentização na condição correspondente e não correspondente. O eixo y representa o TRM em ms.

Utilizando um procedimento experimental muito parecido ao experimento quatro da Tagliabue e de seus colaboradores (2000), nós pesquisamos essa modulação do efeito Simon na dimensão vertical e comprovamos que ocorre um fenômeno muito parecido com o que ocorre na dimensão horizontal.

Em nosso experimento, a amplitude do efeito Simon do grupo que realizou os testes compatíveis (Grupo C) antes da tarefa de Simon foi praticamente a mesma da encontrada por Tagliabue et al. (2000) em seu experimento quatro (34,5 ms), atingindo um valor de 34 ms.

No outro grupo, que realizou os testes incompatíveis (Grupo I) antes da tarefa de Simon, não existiu a interação significativa ( $p= 0,58$ ) entre campo e tecla, tal como ocorreu no experimento de Tagliabue et al. (2000),.

Empregando a análise distribucional, verificamos, no grupo C, a existência de um efeito Simon em todos os intervalos, sem que ocorra interação significativa entre correspondência e intervalo (Tabela 3). Já, no grupo I, não existe um efeito Simon nos quatro intervalos mais rápidos e o efeito Simon, último intervalo, é invertido (tabela 3). Desta forma., observa-se que o efeito da correspondência (efeito Simon) desapareceu ou inverteu-se no grupo I, indicando que a prática prévia na condição incompatível modificou os links da memória visuomotora. Tagliabue e colaboradores (2000) encontraram, no grupo C, um efeito Simon presente em todos os intervalos e, no grupo I, um efeito de correspondência inicial (nos dois intervalos mais rápidos), que inverteu no intervalo mais lento. Ou seja, em ambos os trabalhos o grupo C demonstrou um efeito Simon que não variou de ao longo dos TRM. No grupo I a semelhança se baseia na ausência do efeito nos quintilhos 3 e 4 e na inversão do efeito no quintilho com os TRM mais lentos.

Podemos observar então que as associações de curto prazo criadas através dos pareamentos incompatíveis foram capazes de alterar as associações de longo prazo, caracterizadas através das latências menores que se obtém geralmente nas condições correspondentes do teste de Simon.

Todavia, neste experimento, a compatibilidade espacial e o efeito Simon foram realizados ao longo da mesma dimensão (vertical). Nos próximos experimentos (IV e V), investigaremos se o mesmo efeito ocorre quando a prática (compatível/incompatível) prévia é realizada numa dimensão ortogonal à dimensão na qual se testa o efeito Simon.



## **5) EXPERIMENTO IV**

No experimento IV, investigamos a questão da representação espacial da memória visuomotora. Para isto, os sujeitos realizavam testes de compatibilidade espacial (na condição compatível ou na condição incompatível) antes da realização de um teste de Simon. Todavia, diversamente ao Experimento III, o teste de compatibilidade espacial era realizado ao longo da dimensão horizontal. O nosso objetivo foi verificar se ocorre uma modulação do efeito Simon (que é relacionado com a memória de longo prazo) na dimensão vertical pela realização prévia de testes compatíveis ou incompatíveis na dimensão horizontal. Este arranjo experimental permite distinguir se:

- 1) o efeito da modulação do efeito Simon pelo teste de compatibilidade espacial é unidimensional, ou seja, é codificado na mesma dimensão espacial na qual o teste de compatibilidade foi executado ou se;
- 2) o efeito da modulação do efeito Simon pelo teste de compatibilidade espacial não é dimensional, ou melhor, ele é codificado pela relação espacial estímulo-resposta. Assim, se o teste de compatibilidade espacial for executado numa dimensão espacial, o seu efeito pode ser transferido para outra dimensão, preservando somente a propriedade da resposta ser executada na mesma direção (condição correspondente) ou na direção oposta à posição do estímulo (condição não-correspondente).

### **5.1) MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **5.1.1) SUJEITOS**

Participaram desse experimento, 16 voluntários (10 mulheres e 6 homens). Todos os participantes tinham acuidade visual normal ou corrigida com lentes de contato. Os sujeitos eram destros, segundo o inventário de Edinburg (Oldfield, 1971), compreendendo a faixa etária de 20 a 27 anos (média de 22,6 e desvio padrão de 2,13).

Os sujeitos não faziam uso regular de medicamentos e não conheciam o propósito do experimento.

### **5.1.2) ESTÍMULOS**

O quarto experimento também compreendeu dois testes diferentes. Assim como no experimento III, foi realizada inicialmente a tarefa de compatibilidade espacial, onde estímulos idênticos com formato circular (de 0,5° de diâmetro), com o interior completamente preenchidos com uma cor escura, apareciam aleatoriamente, agora em um alinhamento horizontal (figura 13).

A tarefa de Simon, realizada como segundo teste, apresentava, também de forma aleatória, dois tipos de estímulos: um quadrado e um círculo (1° de lado e de diâmetro, respectivamente), alinhados verticalmente. Esses estímulos não apresentavam preenchimento interior.

Em ambos os testes, esteve presente um ponto de fixação no centro da tela. De acordo com os experimentos anteriores, tanto o estímulo quanto o ponto de fixação possuíam uma coloração escura sobre uma tela de fundo cinza.

A distância do ponto de fixação para o estímulo era de 9° na tarefa de compatibilidade espacial e de 6,5° no teste de Simon.

### **5.1.3) APARATO EXPERIMENTAL**

O aparato experimental foi idêntico ao utilizado em todos os outros experimentos. Os participantes desse experimento realizaram, em um único dia, duas baterias de testes, iniciando com o teste de compatibilidade espacial na dimensão horizontal e praticando logo a seguir, a tarefa de Simon na dimensão vertical. Cada sessão possuía no total 160 testes, com um intervalo para descanso no meio da sessão. A duração total de cada sessão foi de aproximadamente 10 minutos. O programa repetia os erros, as antecipações (respostas com menos de 100 ms) e as respostas lentas (respostas com mais de 1000 ms) no final de cada bloco. Os sujeitos também realizaram um bloco de treino com 20 repetições antes de cada um dos testes.

Na tarefa de compatibilidade espacial, dois segundos se passavam do início de cada trial até o aparecimento do estímulo (à direita ou à esquerda), que ficava na tela até a resposta do sujeito. Logo a seguir, um feedback visual informando o tempo de reação ou mensagens de erro aparecia no centro da tela com a duração de 500 ms. Após o feedback, o PF reaparecia no centro da tela, indicando o início de um novo teste. Os sujeitos respondiam ao estímulo-alvo pressionando as teclas, localizadas à frente e alinhadas horizontalmente, com o dedo indicador.

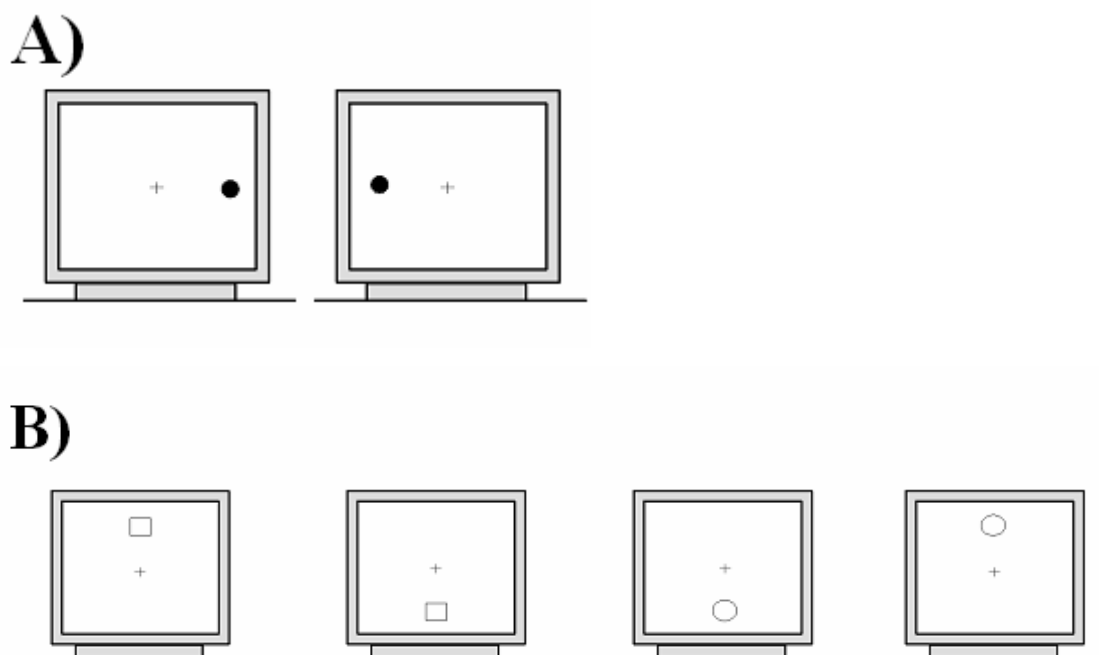


FIGURA 13. A- Esquema mostrando as posições do ponto de fixação e dos estímulos, os quais apareciam à direita ou à esquerda do ponto de fixação, no teste de compatibilidade espacial. (observe que o desenho não está em escala); B – Ponto de fixação e os estímulos no segundo teste (teste de Simon).

Durante a sessão, o sujeito era instruído a: I) manter o olhar no ponto de fixação durante todo o teste; II) responder manualmente o mais rápido possível ao aparecimento do estímulo-alvo com as teclas da direita ou da esquerda, de acordo com a instrução; III) após a resposta manual, piscar os olhos e/ou mover os olhos para evitar o ressecamento das córneas.

Os participantes foram divididos em dois grupos, com práticas distintas. O grupo C realizou o teste compatível, ou seja, eles deveriam responder com a tecla da esquerda quando o estímulo aparecesse no campo esquerdo e com a da direita quando o estímulo aparecesse no campo direito. O grupo I praticou testes incompatíveis, respondendo com a tecla da esquerda para estímulos aparecendo no campo direito e com a tecla da direita para estímulos aparecendo no campo esquerdo.

Logo após o término da tarefa de compatibilidade espacial, ambos os grupos realizaram a tarefa de Simon, que teve como instruções: I) manter o olhar no ponto de fixação durante todo o teste; II) responder manualmente o mais rápido possível ao aparecimento do estímulo-alvo com as teclas de cima ou de baixo; III) após a resposta manual, piscar os olhos e/ou mover os olhos para evitar o ressecamento das córneas. Utilizamos um apoio de 7,5 cms de altura para o braço que respondia com a tecla de cima. As possibilidades de resposta foram divididas em 4 tipos: 1) responder para o círculo com a mão direita na tecla de cima e para o quadrado, com a mão esquerda na tecla de baixo; 2) responder para o círculo com a mão esquerda na tecla de cima e para o quadrado, com a mão direita na tecla de baixo; 3) responder para o círculo com a mão esquerda na tecla de baixo e para o quadrado com a mão direita na tecla de cima; 4) responder para o círculo com a mão direita na tecla de baixo e para o quadrado, com a mão esquerda na tecla de cima. Essas possibilidades de resposta foram balanceadas entre os participantes.

No teste de Simon, os sujeitos respondiam ao estímulo-alvo pressionando com o dedo indicador as teclas localizadas à frente, as quais eram sobrepostas verticalmente na linha média do corpo e com uma diferença de 9 cm entre a tecla de baixo e a tecla de cima. O movimento era realizado apertando a tecla na direção do corpo (fig. 4).

## **5.1.4) ANÁLISE ESTATÍSTICA**

### **Medida de Tendência Central**

Para analisar o efeito da correspondência espacial entre a posição da tecla de resposta e a posição do estímulo calculamos a mediana dos TRM (Tempo de Reação Manual) obtidos para cada combinação entre posição do estímulo (superior / inferior) e posição da tecla (superior / inferior). Estas medianas foram submetidas a uma análise de variância (ANOVA) com os seguintes fatores: posição do estímulo (superior / inferior) e posição da tecla (superior / inferior).

Assim como no experimento anterior, esse processo de análise estatística se aplicou apenas para os dados do teste de Simon, os quais são o cerne da nossa investigação.

### **Análise Distribucional**

Os procedimentos de vincentização e delta-plot, assim como nos outros experimentos, foram utilizados para obter uma visão distribucional sobre os dados do teste de Simon. Esses dois métodos de análise estão descritos no tópico 2.1.4.

## **5.2) RESULTADOS**

### **5.2.1) Medida de Tendência Central (Mediana)**

#### **5.2.1.1) Grupo C**

No grupo C, o qual teve a tarefa compatível na horizontal como prática prévia ao teste de Simon, a ANOVA mostrou a existência de um efeito Simon, ou seja, uma

interação significativa entre os fatores tecla e campo ( $F_{1,7} = 41,50724$  e  $p = 0,0003$ ), o qual pode ser visualizado na figura 14.

Subtraindo-se a média das condições não correspondentes da média das condições correspondentes, encontramos um efeito Simon de 42 ms.

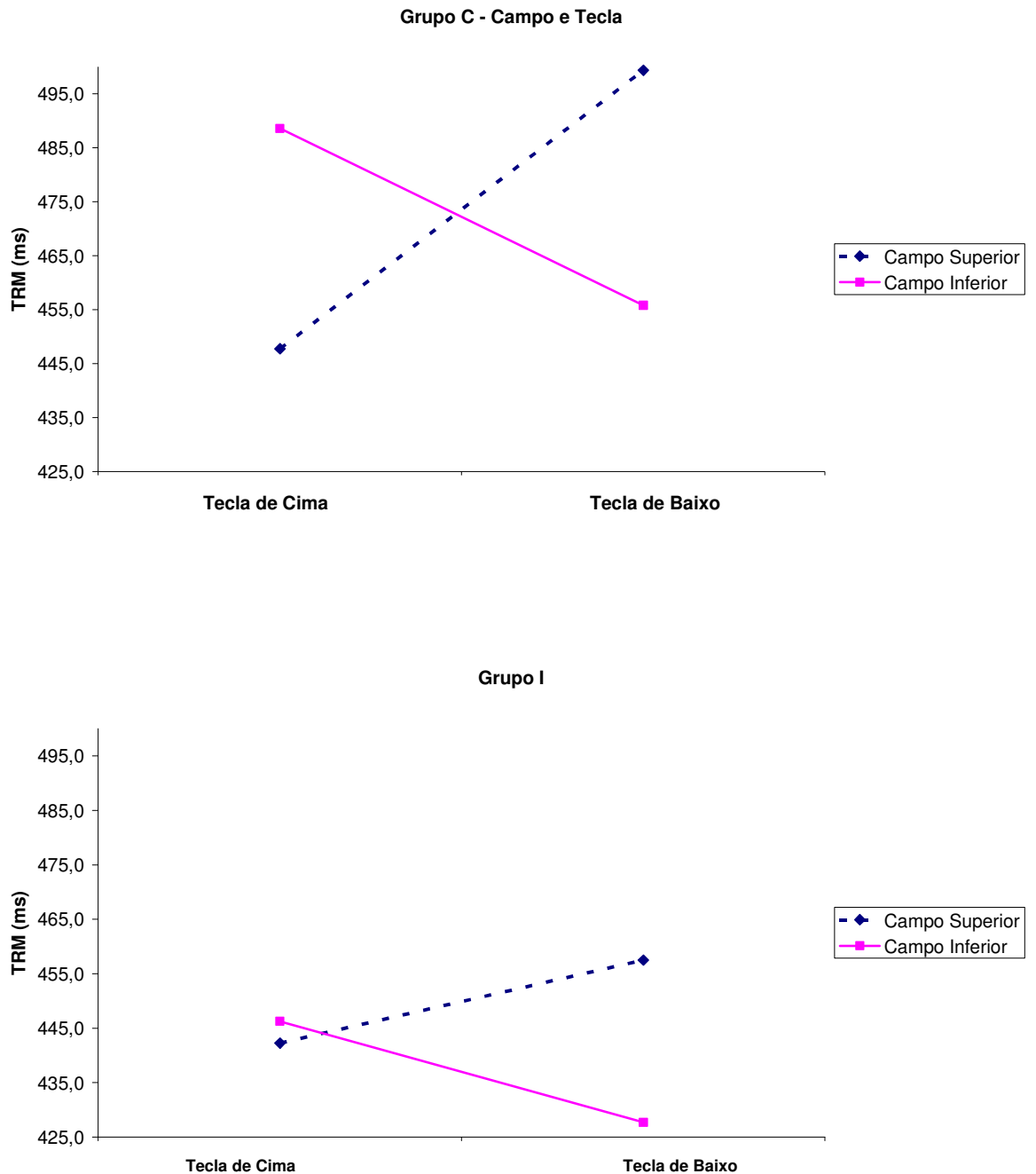


Figura 14: Interação entre campo e tecla. Observe a presença de efeito Simon no grupo C ( $p = 0,0003$ ) e a ausência de efeito Simon significativo no grupo I ( $p = 0,103$ ).

### **5.2.1.2) Grupo I**

O grupo I, que realizou o teste incompatível como tarefa prévia, não apresentou o efeito Simon ( $F_{1,7}=3,49$   $P= 0,103$ ). No entanto, assim como no experimento III, o fator campo influenciou o TRM e encontramos uma diferença entre os TRM para os estímulos no campo superior (450 ms) e para os que apareciam no campo inferior (437 ms) ( $F_{1,7}= 20,07$   $P= 0,002$ ), os quais possuíram uma latência menor (figura 14).

## **5.2.2) Análise Distribucional**

### **5.2.2.1) GRUPO C**

A segunda ANOVA realizada com os fatores correspondência e quintilho mostrou no grupo C que fator quintilho influenciou o TRM significativamente ( $F_{4,28}= 118,25$   $P=0,000$ ). Tal ocorreu também com o fator correspondência ( $F_{4,28}= 21,77$   $P=0,02$ ), encontrando-se uma diferença significativa entre as condições não correspondente (469ms) e correspondente (499 ms). Uma interação entre os dois fatores também foi verificada ( $F_{4,28}= 4,62$   $P=0,005$ ), a qual pode ser melhor visualizada na TABELA 4 e na figura 15. A análise post-hoc demonstrou diferenças significativas entre os testes correspondentes e não correspondentes durante os 4 quintilhos iniciais e a ausência desse efeito no último quintilho (figura 19 e tabela 4).

### **5.2.2.2) GRUPO I**

A análise da vincentização para o grupo I teve o quintilho como o único fator que provocou diferenças significativas ( $F_{4,28}=187,32$  e  $P=0,000$ ). Como esperado, todos os cinco quintilhos diferiram entre si. A análise distribucional pode ser observada na tabela 4 e na figura 15. A análise post-hoc mostrou diferenças significativas entre os testes correspondentes e não correspondentes durante os 4 quintilhos iniciais valores e

ausência desse efeito no último quintilho (figura19 e tabela 4). O efeito Simon encontrado no grupo I obteve valores inferiores ao grupo C.

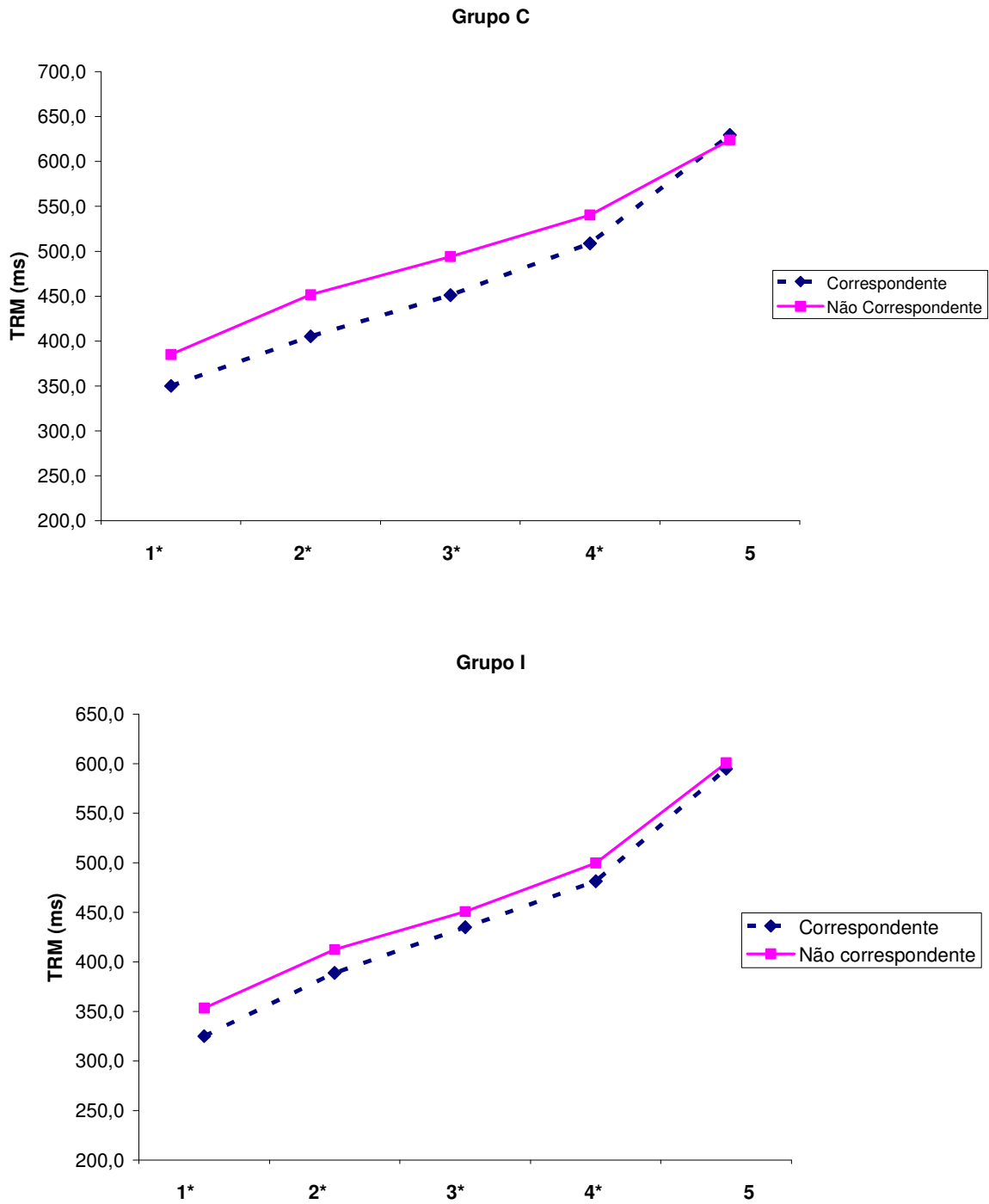


Figura 15 : Interação entre os fatores correspondência e quintilho para o grupo C (figura de cima) e para o grupo I (figura de baixo). A distribuição do TRM nos cinco intervalos da vincentização mostra a presença do efeito Simon ( $p < 0,05$ ) nos quatro intervalos iniciais em ambos os grupos. O eixo y representa o TRM em ms.



| GRUPO C                   | Intervalo 1 | Intervalo 2 | Intervalo 3 | Intervalo 4 | Intervalo 5 |
|---------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>Não-correspondente</b> | 385,1       | 451,6       | 494,1       | 540,4       | 623,9       |
| <b>Correspondente</b>     | 350,2       | 405,3       | 451,2       | 508,8       | 629,5       |
| <b>Diferença*</b>         | 34,9*       | 46,3*       | 42,9*       | 31,6*       | -5,6        |

| GRUPO I                   | Intervalo 1 | Intervalo 2 | Intervalo 3 | Intervalo 4 | Intervalo 5 |
|---------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>Não-correspondente</b> | 353,5       | 412,5       | 450,9       | 499,9       | 601,0       |
| <b>Correspondente</b>     | 325,1       | 388,8       | 435,0       | 481,4       | 594,9       |
| <b>Diferença*</b>         | 28,4*       | 23,6*       | 15,8*       | 18,5*       | 6,1         |

Tabela 4: Média dos tempos de reação por grupo, em cada intervalo para ambas as condições e a diferença entre elas. O Grupo C teve como tarefa prévia um teste compatível, enquanto que o grupo I, um teste incompatível. As diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) estão assinaladas com \*

### 5.3) DISCUSSÃO

O presente experimento investigou se a modulação do efeito Simon por práticas incompatíveis acontece também quando o teste de compatibilidade e o teste Simon forem realizados em dimensões diferentes. Nossos resultados demonstraram que ocorre a inibição do efeito Simon vertical ainda que os mapeamentos incompatíveis sejam feitos em um alinhamento horizontal.

O grupo C, assim como no trabalho da Tagliabue e colaboradores (2000) e no nosso experimento 3, apresentou um forte efeito Simon contando com uma diferença de 42 ms entre a condição correspondente e não correspondente. Já, o grupo com treino incompatível apresentou uma diferença de 17 ms, a qual não se mostrou significativa em nossa análise de variância, nos permitindo afirmar que, apesar de uma pequena tendência ao efeito de correspondência, a prática incompatível na dimensão horizontal leva ao desaparecimento do efeito Simon em uma dimensão ortogonal.

O procedimento de vincentização detectou no grupo C um forte efeito nos 4 intervalos mais rápidos. Contudo, o efeito de correspondência começa a diminuir a partir do segundo intervalo, chegando a apresentar uma queda brusca e um efeito

reverso do quarto para o quinto intervalo (Tabela 4 e figura 16). Portanto, assim como nos outros experimentos de Simon, após um pequeno aumento do primeiro para o segundo intervalo, o efeito de correspondência tendeu a diminuir com as respostas mais lentas. No grupo I, a diferença inicial de 28 ms diminuiu para 24 ms no segundo intervalo e a partir desse valor caiu para o terceiro e quarto intervalo e diminuiu ainda mais para o quinto (6 ms). Assim, vemos que tal diferença se não inverte mas se mantém estatisticamente não-significativa.

Da mesma forma como todos os estudos que exploraram apenas uma dimensão, o presente experimento verificou que o efeito Simon pode ser modulado por práticas incompatíveis realizadas em uma dimensão diferente. Esse resultado se mostra interessante pelo fato de que a tarefa de compatibilidade realizada previamente gera mapeamentos distintos (da posição dos estímulos e da posição dos efetores) dos mapeamentos da tarefa de Simon, realizada subsequentemente e, mesmo com uma codificação e provavelmente uma ativação neural diferente, o treino incompatível leva ao desaparecimento do efeito de correspondência no teste de Simon. Esses resultados sugerem que a prática vertical e a horizontal compartilham alguns mecanismos neurais, capazes de armazenar determinados conteúdos mnemônicos. Dessa forma, vemos que a teoria de Hebb (1979) sobre a assembléia de células neurais, as quais estabeleceriam redes de associações quando ativadas simultaneamente, tem algum fundamento. Para ele, mesmo duas tarefas distintas poderiam apresentar um núcleo em comum e dessa forma, gerar uma coativação neural sempre que a tarefa semelhante for realizada.

No nosso estudo vemos que as tarefas de compatibilidade espacial vertical e horizontal, apesar de engajarem áreas diferentes para a codificação espacial do estímulo e do local de resposta, provavelmente recrutam áreas semelhantes no que tange a interpretação e a execução das instruções. Ou seja, o grupo que realizou testes incompatíveis, por exemplo, deveria responder contralateralmente ao hemisfério no qual o estímulo aparecia. A compreensão e a realização desse fato serviu para ambas as dimensões, vertical e horizontal, e assim, ambos os testes foram capazes de alterar o efeito de correspondência entre estímulo e resposta, geralmente presente no teste de Simon. Precisamos ainda considerar que, além desses aspectos levantados, a execução do teste de compatibilidade nas duas dimensões podem também recrutar a ativação de neurônios estranhos ao processamento da dinâmica dos testes e à codificação espacial do estímulo e da resposta.

Todavia, neste experimento, o teste de compatibilidade espacial foi realizado na dimensão horizontal antes da tarefa de Simon realizada na dimensão vertical. Como os fenômenos de compatibilidade estímulo-resposta apresentam algumas propriedades distintas nas duas dimensões estudadas (horizontal e vertical) torna-se necessário realizar o experimento complementar no qual o teste prévio de compatibilidades espacial é realizado ao longo da dimensão vertical e a tarefa de Simon é realizada na dimensão horizontal.

## **6) EXPERIMENTO V**

No experimento V, também acessamos a questão da representação espacial da memória visuomotora. Esse experimento se assemelhou muito ao experimento IV, tendo como única diferença a realização dos testes de compatibilidade espacial (na condição compatível ou na condição incompatível) na dimensão vertical antes da realização de um teste de Simon na horizontal. Este paradigma nos possibilita investigar se a modulação do efeito Simon pelo teste de compatibilidade espacial ortogonal é restrita ao arranjo de compatibilidade espacial na horizontal e do teste de Simon na vertical ou se tal efeito também é obtido se a tarefa de compatibilidade for realizada na vertical e o Simon na horizontal. Dessa forma, teremos também dados mais concisos sobre as propriedades mnemônicas levantadas no experimento anterior sobre responder na mesma direção da posição do estímulo (condição correspondente) ou na direção oposta à fonte de estimulação (condição não correspondente).

### **6.1) MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **6.1.1) SUJEITOS**

Participaram desse experimento, 16 voluntários (8 mulheres e 8 homens). Todos os participantes tinham acuidade visual normal ou corrigida com lentes de contato. Os sujeitos eram destros, segundo o inventário de Edinburgh (Oldfield, 1971), compreendendo a faixa etária de 17 a 23 anos. Os sujeitos não faziam uso regular de medicamentos e não conheciam o propósito do experimento.

#### **6.1.2) ESTÍMULOS**

Inicialmente foi realizada a tarefa de compatibilidade espacial, onde estímulos idênticos com formato circular (de 0,5° de diâmetro) apareciam aleatoriamente, em um

alinhamento vertical. Tais estímulos tinham seu interior completamente preenchidos (figura 16).

A tarefa de Simon, realizada como segundo teste, apresentava também de forma aleatória, dois tipos de estímulos: um quadrado e um círculo (1° de lado e de diâmetro, respectivamente), alinhados na dimensão horizontal e sem preenchimento interior.

Em ambos os testes, esteve presente um ponto de fixação no centro da tela (PF). De acordo com os experimentos anteriores, tanto o estímulo quanto o ponto de fixação possuíam uma coloração escura sobre uma tela de fundo cinza.

A distância do ponto de fixação para o estímulo era de 9° na tarefa de compatibilidade espacial e de 6,5° no teste de Simon.

### **6.1.3) APARATO EXPERIMENTAL**

O aparato experimental foi idêntico ao utilizado nos outros experimentos. Os participantes do experimento V realizaram, em um único dia, duas baterias de testes, iniciando com o teste de compatibilidade espacial na dimensão vertical e a seguir, a tarefa de Simon na dimensão horizontal. Cada sessão possuía no total 160 testes, com um intervalo para descanso no meio da sessão. A duração total de cada sessão foi de aproximadamente 10 minutos. O programa repetia os erros, as antecipações (respostas com menos de 100 ms) e as respostas lentas (respostas com mais de 1000 ms) no final de cada bloco. Os sujeitos também realizaram um bloco de treino com 20 repetições antes de cada um dos testes.

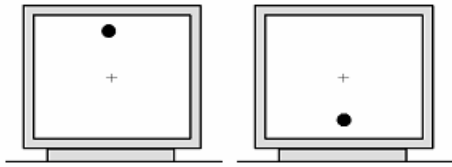
Na tarefa de compatibilidade espacial, dois segundos se passavam do início de cada trial até o aparecimento do estímulo (em cima ou em baixo), que ficava na tela até a resposta do sujeito. Logo a seguir, um feedback visual informando o tempo de reação ou mensagens de erro aparecia no centro da tela com a duração de 500 ms. A seguir, o PF voltava a aparecer indicando o início do teste seguinte.

Durante a sessão, o sujeito era instruído a: I) manter o olhar no ponto de fixação durante todo o teste; II) responder manualmente o mais rápido possível ao aparecimento do estímulo-alvo com as teclas de cima ou de baixo, de acordo com a instrução; III) após a resposta manual, piscar os olhos e/ou mover os olhos para evitar o ressecamento das córneas.

Os participantes foram divididos em dois grupos, com práticas distintas. O grupo C realizou o teste compatível, ou seja, eles deveriam responder com a tecla de cima quando o estímulo aparecia no campo superior da tela e com a de baixo quando o estímulo aparecia no campo inferior. O grupo I praticou testes incompatíveis, respondendo com a tecla de cima para estímulos aparecendo no campo inferior e com a tecla de baixo para estímulos aparecendo no campo superior. Utilizamos um apoio de 7,5 cms de altura para o braço que respondia com a tecla de cima. As possibilidades de resposta foram divididas em 4 tipos: 1) responder na direção do estímulo-alvo com a mão direita na tecla de cima e com a mão esquerda na tecla de baixo; 2) responder na direção oposta à posição do estímulo-alvo com a mão esquerda na tecla de cima e com a mão direita na tecla de baixo; 3) responder na direção do estímulo-alvo com a mão esquerda na tecla de cima e com a mão direita na tecla de baixo; 4) responder na direção oposta à posição do estímulo-alvo com a mão direita na tecla de cima e com a mão esquerda na tecla de baixo. Essas possibilidades de resposta foram balanceadas entre os participantes. A resposta manual era realizada com o dedo indicador nas teclas localizadas à frente, as quais eram sobrepostas verticalmente na linha média do corpo e com uma diferença de 9 cm entre a tecla de baixo e a tecla de cima. O movimento era realizado apertando a tecla na direção do corpo (fig. 4).

Logo após o término da tarefa de compatibilidade espacial, os dois grupos (C e I) se submeteram à realização da tarefa de Simon, que teve como instruções: I) manter o olhar no ponto de fixação durante todo o teste; II) responder manualmente o mais rápido possível ao aparecimento do estímulo-alvo com as teclas de da direita ou da esquerda; III) após a resposta manual, piscar os olhos e/ou mover os olhos para evitar o ressecamento das córneas.

**A)**



**B)**

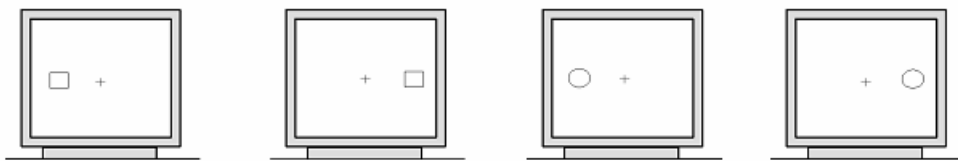


FIGURA 16. A- Esquema mostrando as posições do ponto de fixação e dos estímulos, os quais apareciam em cima ou em baixo, no teste de compatibilidade espacial. (observe que o desenho não está em escala); B – Ponto de fixação e os estímulos no segundo teste (teste de Simon) em um alinhamento horizontal.

#### **6.1.4) ANÁLISE ESTATÍSTICA**

##### **Medida de Tendência Central**

Em nossa análise estatística do experimento V também testamos a influência da correspondência espacial entre a posição da tecla e a posição do estímulo sobre o TRM. Para isso calculamos a mediana dos TRM (Tempo de Reação Manual) obtidos em cada combinação entre posição do estímulo (superior / inferior) e posição da tecla (superior / inferior). Estas medianas foram submetidas a uma análise de variância (ANOVA) com os seguintes fatores: posição do estímulo (superior / inferior) e posição da tecla (superior / inferior).

Assim como no experimento anterior, esse processo de análise estatística se aplicou apenas para os dados do teste de Simon, os quais são o cerne da nossa investigação.

## **Análise Distribucional**

Os procedimentos de Vincentização, assim como nos outros experimentos, foram utilizados para obter uma visão distribucional sobre os dados do teste de Simon. Esses dois métodos de análise estão descritos no tópico 2.1.4.

Uma segunda análise de variância (ANOVA) foi realizada com os fatores correspondência e intervalo para verificar a amplitude do efeito ao longo cinco quintilhos da vincentização.

## **6.2) RESULTADOS**

### **6.2.1) Resultados da Análise de Medida Central**

#### **6.2.1.1) Grupo C**

Em nossa análise de medida de tendência central, o grupo C, que realizou testes compatíveis antes do teste de Simon, mostrou na ANOVA a existência do efeito Simon a partir de uma interação significativa entre os fatores tecla e campo ( $F_{1,7} = 8,60649$  e  $p = 0,0219$ ). Subtraindo-se a média das condições não correspondentes da média das condições correspondentes, encontramos um efeito Simon de 20 ms.

#### **6.2.1.2) Grupo I**

O grupo I realizou o teste incompatível como tarefa prévia à tarefa de Simon e na análise das medianas não observamos efeito significativo dos fatores (campo e tecla)



nem interação significativa ( $F_{1,7} = 0,00$   $P = 0,9977$ ) entre os fatores. Portanto, a tarefa prévia na condição incompatível leva à abolição do efeito Simon. As diferenças entre os dois grupos podem ser observadas na figura 17.

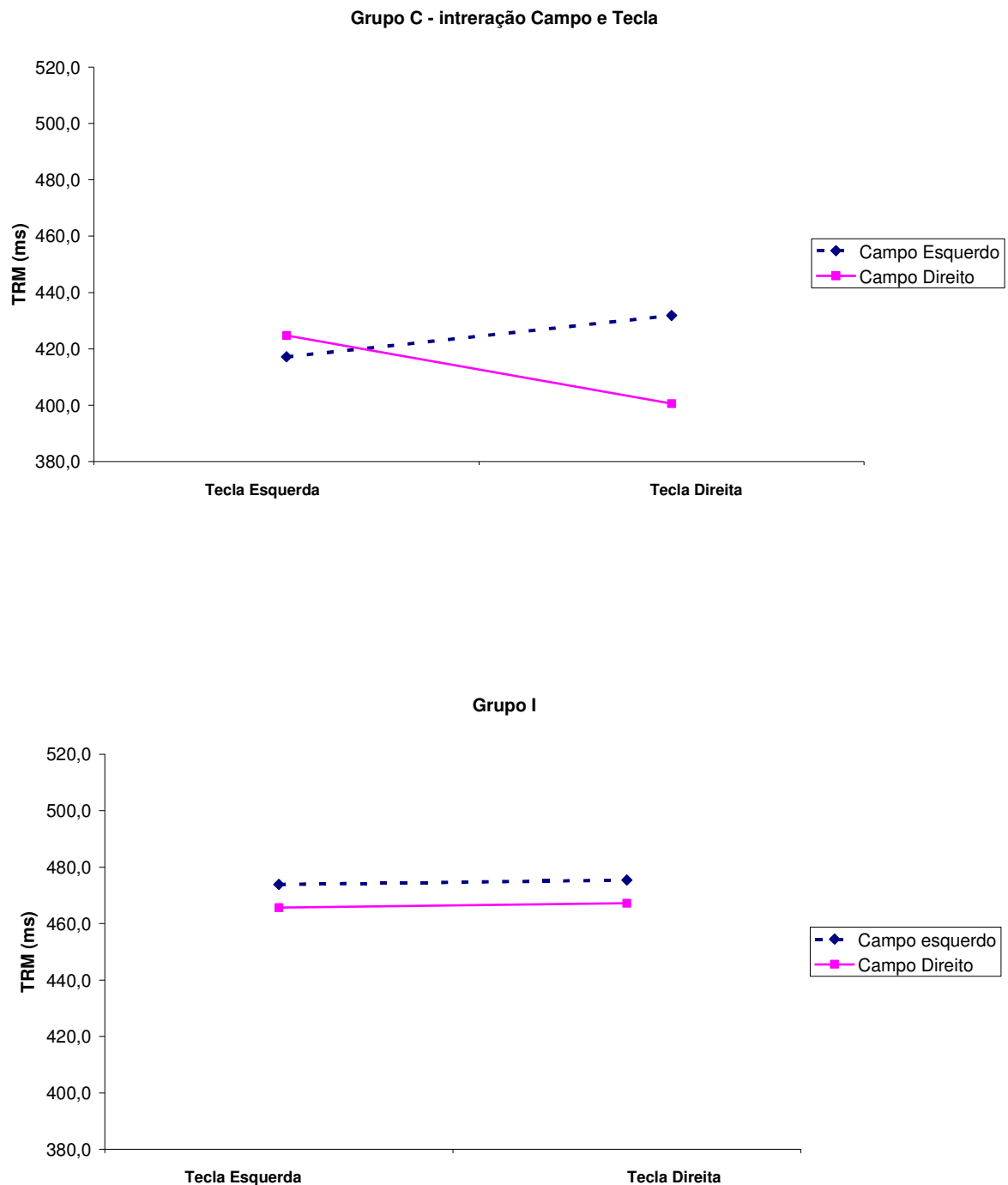


Figura 17: Interação entre campo e tecla demonstrando o efeito Simon no grupo C ( $p=0,021$ ) e a ausência do efeito Simon no grupo I ( $p=0,997$ ).

## **6.1.2) Análise Distribucional**

### **6.1.2.1) Grupo C**

Para o grupo C, a análise da vincentização teve como único fator significativo o quintilho ( $F_{4,28} = 188,7169$ ,  $P = 0,00$ ). Foi encontrada também uma interação significativa entre correspondência e quintilho ( $F_{4,28} = 9,9343$ ,  $P = 0,00$ ).

A análise post-hoc, com o método Newman-Keuls, demonstrou que existiu efeito Simon nos três quintilhos iniciais. No primeiro quintilho, o TRM para a condição correspondente foi mais rápido do que para a condição não correspondente (307 e 336 ms, respectivamente). No segundo quintilho essa diferença foi de 33 ms, com os tempos de 359 ms para a condição correspondente e 392 ms para a não correspondente. No terceiro quintilho o efeito diminuiu para 23 ms (condição correspondente: 406 ms, não correspondente: 429 ms). No quarto intervalo, não existiu diferença significativa entre as duas condições e no último quintilho o efeito Simon se inverteu, ou seja, na condição não correspondente (547 ms) os TRMs foram mais rápidos do que na condição correspondente (586 ms), demonstrando um efeito reverso de 39 ms (Tabela 5).

### **6.1.2.2) Grupo I**

Para o grupo I, a análise da Vincentização mostrou o fator quintilho ( $F_{4,28} = 197,531$  e  $P = 0,00$ ) como significativo. Além disso, ocorreu também uma interação entre o fator correspondência e o fator quintilho ( $F_{4,28} = 17,4675$  e  $P = 0,00$ ). A análise Post-hoc mostrou que existe efeito Simon nos dois quintilhos iniciais. No primeiro quintilho, a condição correspondente (346 ms) é mais rápida do que a não correspondente (371 ms). No segundo quintilho, a condição correspondente (411 ms) continuou mais rápida em comparação a não correspondente (433ms). No terceiro quintilho a diferença entre as duas condições não é significativa. No quarto, a condição correspondente (532 ms) fica mais lenta do que a não correspondente (517 ms). Esse efeito reverso acontece também no último quintilho (condição correspondente: 654 ms, não correspondente: 612 ms). A tabela 5 e a figura 18 ilustram tais resultados.

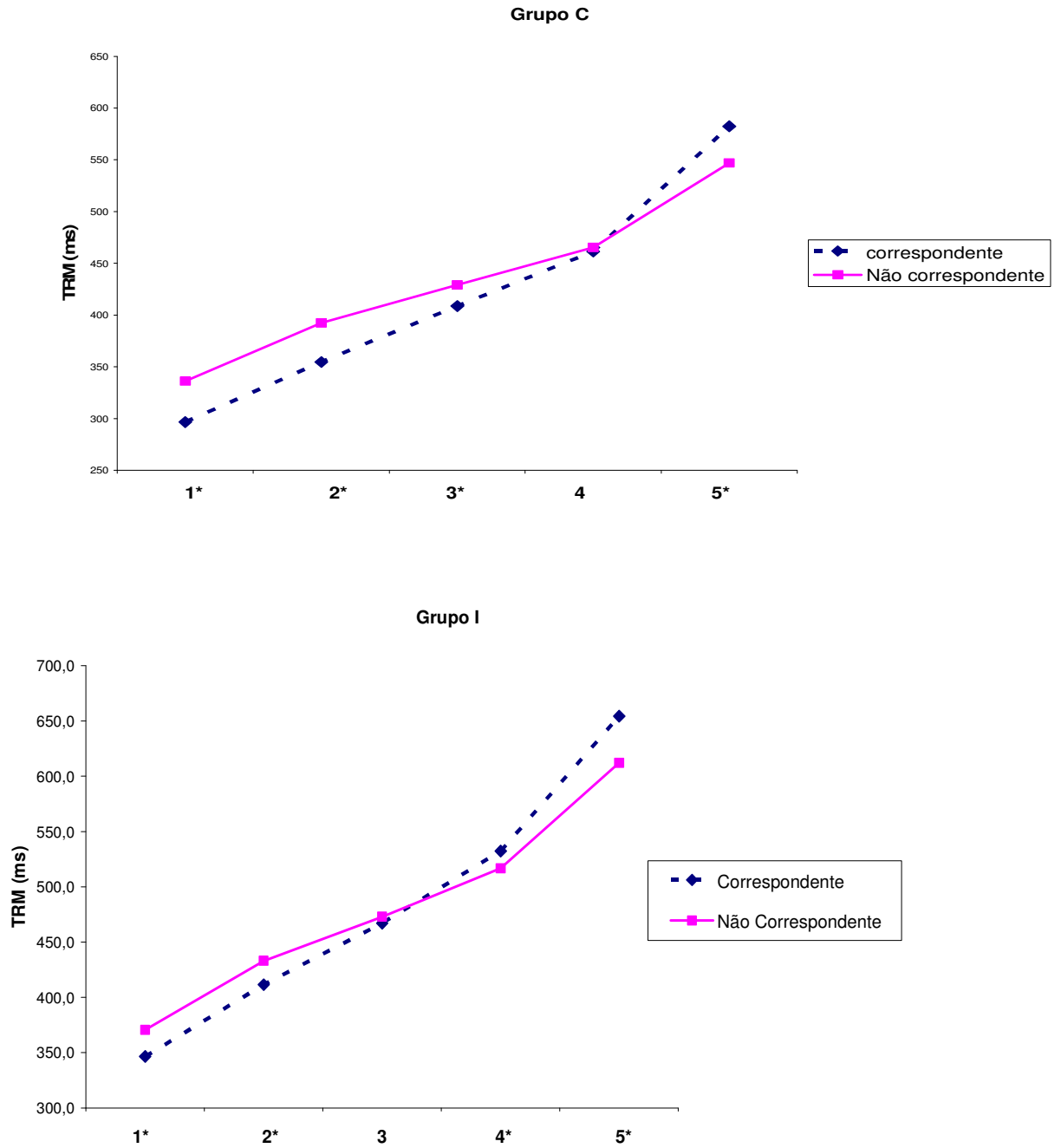


Figura 18: A distribuição do TRM nos cinco intervalos da vincentização. O grupo C (figura de cima) apresentou um efeito Simon regular nos três intervalos mais rápidos e se inverteu no último. O grupo I apresentou o efeito nos dois intervalos iniciais, ausência do mesmo no terceiro intervalo e um efeito reverso nos dois últimos quintilhos (figura de baixo). O eixo y representa o TRM em ms.

| <b>GRUPO C</b>            | <b>Intervalo 1</b> | <b>Intervalo 2</b> | <b>Intervalo 3</b> | <b>Intervalo 4</b> | <b>Intervalo 5</b> |
|---------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| <b>Não-correspondente</b> | 336                | 392                | 429                | 465                | 547                |
| <b>Correspondente</b>     | 307                | 359                | 406                | 464                | 586                |
| <b>Diferença*</b>         | 29*                | 33*                | 23*                | 1                  | -39*               |

| <b>GRUPO I</b>            | <b>Intervalo 1</b> | <b>Intervalo 2</b> | <b>Intervalo 3</b> | <b>Intervalo 4</b> | <b>Intervalo 5</b> |
|---------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| <b>Não-correspondente</b> | 371                | 433                | 473                | 517                | 612                |
| <b>Correspondente</b>     | 346                | 411                | 467                | 532                | 654                |
| <b>Diferença*</b>         | 25*                | 22*                | 6                  | -15*               | -42*               |

Tabela 5: Média dos tempos de reação por grupo, em cada intervalo para ambas as condições e a diferença entre elas. O Grupo C teve como tarefa prévia um teste compatível, enquanto que o grupo I, um teste incompatível. As diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) estão assinaladas com \*.

### 6.3) DISCUSSÃO

Com a finalidade de estudar a transferência bi-dimensional da modulação do efeito Simon por testes incompatíveis, o experimento V também empregou arranjos verticais (no teste de compatibilidade espacial) e horizontais (no teste de Simon). Esse paradigma completou as duas possibilidades de arranjos bi-dimensionais no plano frontal, pois o experimento anterior estudou a modulação que ocorre entre práticas ortogonais mas com um arranjo horizontal na tarefa de compatibilidade espacial e vertical na tarefa de Simon. Os resultados corroboraram os resultados anteriores, pois verificamos a existência do efeito Simon no grupo que praticou previamente testes compatíveis (grupo C) e a ausência do efeito no grupo que executou testes incompatíveis antes do teste de Simon (grupo I).

No entanto, algumas diferenças foram verificadas quando comparamos os resultados desse experimento aos resultados do experimento IV. No experimento anterior, o grupo C contou com um forte efeito Simon na ordem de 42 ms, assim como no trabalho da Tagliabue e colaboradores (2000) e no nosso experimento 3. Tal facilitação do efeito Simon por práticas compatíveis não apareceu no experimento V, onde foi verificado um pequeno efeito de 20 ms. Já, o grupo I do experimento 5, teve

médias bem parecidas nas condições correspondente e não correspondente (470,5 ms e 470,6 ms respectivamente), além de uma grande lentificação nos tempos de reação em comparação ao grupo C.

Além das diferenças já descritas, outras foram verificadas comparando os dois experimentos. No experimento V, o procedimento de Vincentização, por exemplo, só detectou o efeito Simon no grupo C durante os 3 intervalos mais rápidos (no experimento 4 o efeito se mostrou presente no 4 intervalos iniciais), diminuindo consideravelmente nos dois intervalos restantes, chegando a um efeito reverso nos tempos mais lentos (tabela 5 e figura 14). A tendência ao efeito no grupo I só se mostrou presente nos dois primeiros intervalos, sumindo no intervalo 3 e 4 e revertendo consideravelmente no intervalo que continha os TRM 20 % mais lentos. Nesse efeito inverso, os testes não correspondentes foram 42,2 ms mais rápidos do que os testes correspondentes.

Diante desses resultados podemos afirmar que o efeito Simon pode ser modulado por práticas incompatíveis realizadas tanto em dimensões similares quanto em dimensões diferentes.

Com base nesses resultados apresentados podemos pensar que a codificação espacial criada para os estímulos e para as teclas de respostas, bem como a execução da resposta motora, não são os únicos fatores a serem considerados como constituintes da memória motora. Levando em consideração a organização do sistema nervoso, temos as práticas ortogonais ativando áreas corticais distintas e mesmo assim temos o treino incompatível levando ao desaparecimento do efeito de correspondência no teste de Simon subsequente. Portanto devemos considerar as propriedades de se responder a favor ou contra a fonte de estimulação como um fator relevante na formação das associações de memória durante o paradigma experimental utilizado. Novamente de acordo com Hebb (1979), essa regra / instrução para a execução da resposta estaria presente tanto nos testes realizados na vertical quanto nos realizados na horizontal e assim, esse fato seria o “núcleo em comum” da teoria hebbiana durante a execução de tarefas ortogonais e provavelmente ativaria áreas corticais semelhantes durante a interpretação e a execução de tais instruções.

## 7) DISCUSSÃO GERAL

Nas tarefas de compatibilidade estímulo-resposta, geralmente se encontra um efeito baseado na correspondência ou na não-correspondência nos tempos de reação. Assim, observou-se que determinadas características do estímulo podem facilitar uma resposta e / ou inibir outra. Esse fenômeno é chamado de Compatibilidade Estímulo – Resposta. Na tarefa de Compatibilidade Espacial, onde o aspecto relevante para a execução da tarefa é a localização do estímulo, o sujeito pode ser orientado a responder com a tecla que corresponde espacialmente ao estímulo ou com a tecla que não apresenta essa correspondência espacial. Dessa forma, se executa blocos com apenas um tipo de teste: compatível ou incompatível (figura 1). Já, na tarefa de Simon, onde o aspecto relevante é uma característica não espacial do estímulo, o sujeito realiza durante a execução da tarefa, testes correspondentes e não correspondentes, tendo em vista que o estímulo pode aparecer em qualquer um dos lados e a seleção da resposta não irá considerar os aspectos espaciais do alvo (figura 2). Em qualquer uma das tarefas de compatibilidade estímulo-resposta, os testes correspondentes geralmente apresentam latências menores do que os testes não correspondentes (Umiltá & Nicoletti, 1985).

Tagliabue e colaboradores (2000) consideram que as associações de memória de curto e longo prazo possam estar influenciando esses testes de compatibilidade estímulo-resposta. Para os autores, as associações de curto prazo são estabelecidas de acordo com a instrução do teste, são arbitrárias e tendem a sumir com o tempo. Já as de longo prazo, seriam caracterizadas pelas associações pré-existentes entre estímulo e resposta e não estariam relacionadas à instrução da tarefa. Tais associações pré-existentes seriam consolidadas durante a vida do indivíduo na execução de atividades corriqueiras do cotidiano, como fazer uma refeição, ler um livro, praticar esportes, entre outras. Dessa maneira, no teste de Simon, os dois tipos de associações estariam presentes: quando um estímulo-alvo aparece no mesmo hemisfério da tecla de resposta, utilizaríamos as associações pré-existentes, ou seja, responderíamos da forma como estamos habituados a interagir com o ambiente nas práticas motoras diárias, utilizando o efetor que corresponde espacialmente à localidade do alvo. Caso contrário, ou seja, se não houver a correspondência, responderemos de acordo com a instrução, sendo necessário, para isso, as associações de curto prazo. Essas idéias de Tagliabue e colaboradores (2000) condizem fortemente com o modelo das duas rotas proposto por De Jong e colaboradores (1994), onde existiria uma rota condicional (baseada nas

associações de curto prazo) e a rota incondicional (baseada nas associações de longo prazo). Nos testes de compatibilidade estímulo-resposta, a convergência das duas rotas ocasionaria tempos mais rápidos, enquanto que a divergência resultaria na inibição da resposta automática e na programação de uma nova resposta condicionalmente controlada, o que demandaria mais tempo.

Tagliabue e colaboradores (2000) demonstraram que o treino prévio em testes incompatíveis pode influenciar as associações de longo prazo pré-existentes, nas quais se baseia o efeito Simon. Assim, depois de um treino na condição incompatível, crianças apresentaram um efeito Simon reverso (testes não correspondentes mais rápidos do que os correspondentes), enquanto os adultos demonstraram a ausência do efeito Simon porém sem reverter o efeito. Esse achado pode ser explicado pelo fato dos adultos possuírem as associações de longo prazo ainda mais consolidadas em virtude do tempo de vida. No entanto, um efeito Simon reverso foi achado nos adultos quando o intervalo de tempo entre o treino incompatível e a tarefa de Simon foi de 7 dias. A explicação para esse resultado pode estar baseada no conceito de aprendizado "off-line". Robertson e colaboradores (2004) demonstraram que o intervalo entre práticas motoras pode acarretar no armazenamento e no fortalecimento de traços mnemônicos motores aprendidos recentemente. Vários autores acreditam que o tempo é determinante para que o processo fisiológico de consolidação se concretize (Robertson et al., 2004; Brashers-Krug et al., 1996; Lechner, 1999; Hebb, 1979).

No nosso trabalho, mais especificamente nos experimentos III, IV e V demonstramos que a interferência observada no trabalho de Tagliabue e colaboradores (2000) acontece também na dimensão vertical e que o efeito dessa modulação do efeito Simon pelo teste de compatibilidade espacial não depende da dimensão na qual os estímulos se encontram, pois este provavelmente seria codificado pela relação espacial estímulo-resposta. Em outras palavras, se o teste de compatibilidade espacial for executado numa dimensão espacial, o seu efeito pode ser transferido para outra dimensão, preservando somente a propriedade da resposta ser executada na mesma direção (condição correspondente) ou na direção oposta à posição do estímulo (condição não-correspondente). Esse achado corrobora com teoria da assembléia de células proposta por Hebb (1949), na qual ele defende que os grupos de neurônios em atividade simultânea tendem a criar conexões e redes de associações, as quais, apesar de se diferenciarem em vários aspectos, possuiriam um núcleo em comum. Desta forma, um sistema poderia ser ativado por sistemas similares, mesmo na ausência do estímulo

que o ativaria normalmente. Esse conceito a respeito do funcionamento neurofisiológico pode auxiliar no entendimento dos resultados obtidos nos experimentos IV e V, onde vimos que dois testes que engajam áreas distintas para a codificação espacial do estímulo e do local de resposta, em função da disposição dimensional diferente, podem interagir produzindo um efeito semelhante ao descrito por Tagliabue e colaboradores (2000) e ao obtido no experimento III. De acordo com as idéias de Hebb (1949), acreditamos que a prática dos testes recrutam áreas em comum nas duas dimensões, como por exemplo as relacionadas com a interpretação e com a execução das instruções (responder espacialmente a favor ou contralateralmente ao hemisfério onde o estímulo surgiu). Essas áreas que são ativadas em comum podem ser as responsáveis pela transferência da modulação de uma dimensão à outra.

O conceito de *interferência retroativa*, desenvolvido por Müller e Pilzecker (1900) apud Lechner et al. (1999), que também foi estendido aos aspectos motores no trabalho de Robertson e colaboradores (2004), talvez não se aplique a essa interferência que a prática incompatível tem no efeito Simon. Isto porque de acordo com sua definição, a interferência retroativa seria um efeito de interferência de uma prática posterior na perseveração (processo fisiológico, dependente do tempo, necessário ao fortalecimento dos traços de memória) das associações de memórias iniciais (Lechner et al., 1999). Assim, como Tagliabue e colaboradores (2000) não realizaram experimentos que buscassem pesquisar a consolidação de novas informações, talvez o termo que melhor se aplique a essa modulação seja "*interferência ativa*", que se caracterizaria pelo efeito que as novas associações de memória, geradas durante atividades que não estamos habituados a realizar, teriam sobre o que já foi aprendido em longo prazo. Dessa forma, podemos pensar que reverberação e a instabilidade gerada pelos pareamentos incompatíveis podem interferir ativamente nas associações de memória já consolidadas. Provavelmente essas alterações encontradas fazem parte do processo de consolidação das novas experiências. No entanto, de acordo com Robertson, e colaboradores (2004), as novas associações da memória de procedimento podem ficar inicialmente instáveis e a consolidação não se concretizar em função da retomada das práticas motoras habituais. Esse entendimento pode se estender também aos resultados obtidos nos experimentos III, IV e V.



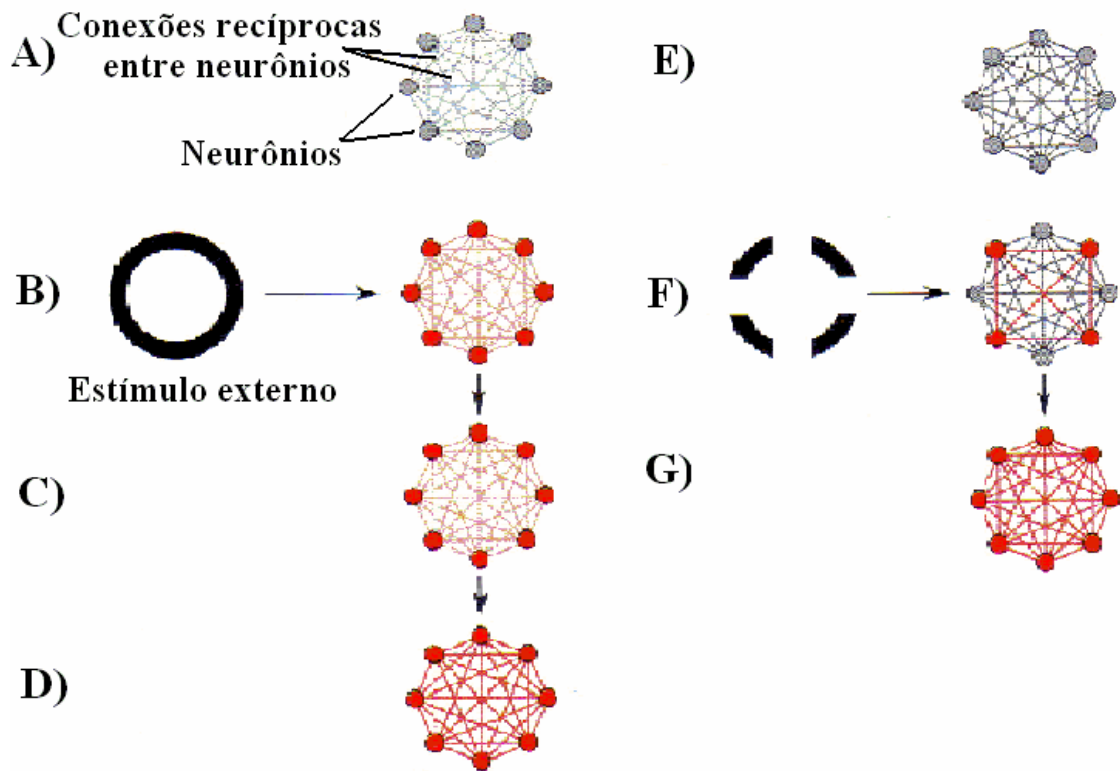


Figura 19: Assembléia de células neurais, proposto por Hebb. A) a assembléia celular; B) ativação do circuito por um estímulo externo; C) atividade de reverberação após remoção do estímulo; D) fortalecimento das conexões recíprocas entre os neurônios que foram ativados no mesmo tempo; E) as conexões fortalecidas armazenaram o engrama para o estímulo; F) Após o processo de aprendizado, a ativação parcial da assembléia celular leva a uma ativação da representação total do estímulo; G) ativações totais do circuito, levando à uma interpretação de um círculo. Modelo adaptado de Bear et al. (2002), figura 18.5.

A compreensão de que núcleos neurais em comum podem armazenar informações capazes de modular padrões de funcionamento em diferentes contextos, aliada ao achado de que novos pareamentos podem modular conexões fortemente estabelecidas, são as principais contribuições do presente trabalho. Talvez essas características do funcionamento da memória de procedimento estejam também presentes em outros tipos de memória, como a memória declarativa (ver Lechner et al., 1999), a emocional e quem sabe até mesmo a memória fisiológica. A eficiência psicoterápica de técnicas cognitivas e comportamentais como a dessensibilização

sistemática, descrita por Wolpe (1958), devem atuar baseadas em um funcionamento mnemônico semelhante aos que foram descritos anteriormente nas memórias de procedimento, pois tais técnicas buscam dissociar pareamentos entre estímulos específicos e respostas emocionais disfuncionais já consolidadas através do estabelecimento de novas associações destes estímulos condicionados com estados emocionais mais funcionais (como um relaxamento, por exemplo). Essa técnica é muito utilizada no tratamento dos transtornos de ansiedade em geral, dependência química e outros mais (Range, 2001). A prática fisioterápica e outras atividades destinadas à correção de hábitos (físicos, posturais, cognitivos, habilidades técnicas, etc...) também podem atuar obedecendo a essas características do funcionamento neurofisiológico da memória descritas mais acima.

Além desses tópicos, este trabalho trouxe outros dados que podem contribuir com a literatura especializada. No trabalho de Vallesi e colaboradores (2001), onde foram pesquisadas diferenças entre a prática horizontal e vertical da tarefa de Simon, a análise distribucional permitiu observar que o efeito de correspondência da tarefa na dimensão vertical se mantém constante durante todos os intervalos. Ou seja, tanto nas respostas mais lentas quanto nas respostas mais rápidas, a diferença entre os tempos de reação da condição não correspondente para a correspondente se manteve. Esses dados, comparados aos achados que obtiveram no Simon horizontal (o efeito decaiu nos tempos mais lentos), permitiram a estes autores sugerir que a diminuição do efeito na dimensão horizontal se daria em função da ativação automática inicial, que aumentaria imediatamente após aparecimento do estímulo e diminuiria com o tempo. Enquanto que na dimensão vertical, um mecanismo diferente atuaria baseado nos princípios da translação. Já, nossos resultados do experimento I se mostraram bem diferentes, pois na análise distribucional realizada através dos procedimentos de vincentização (tabela 1 e figura 6) vimos uma queda progressiva do efeito Simon para os tempos de resposta mais lentos, começando a partir do segundo intervalo. Wiegand e Washer (2005) demonstraram que o efeito, se analisado através de um processo distribucional dos tempos de reação, pode variar em sua forma de acordo com o mapeamento cognitivo do estímulo e da resposta. Em quatro experimentos, eles demonstraram que a variação randômica das características do estímulo e da resposta pode fazer com que o efeito Simon na vertical diminua ao longo dos tempos mais lentos, observando inclusive, em alguns dos experimentos, um padrão parecido ao que obtemos no nosso experimento I (queda do efeito a partir do segundo intervalo – figura 6). Nos outros experimentos (III,

IV e V) nos quais realizamos a análise distribucional para os dados do teste de Simon também foi observada uma queda do efeito ao longo dos testes mais lentos. No entanto não podemos utilizar esses dados como referência pelo fato deles terem sofrido uma possível interferência da prática prévia (teste de compatibilidade espacial). Considerando que a única diferença entre o paradigma experimental utilizado no experimento 1 e o empregado no estudo de Vallesi e colaboradores (2001) foi a localização das teclas de resposta e a execução do movimento, podemos supor que a redução do efeito encontrada nos tempos mais lentos foi devido à essa modificação. Essa hipótese é reforçada pelos achados de Wiegand e Washer (2005) e entra em contraste com a teoria de que existem mecanismos diferentes atuando nas tarefas de compatibilidade entre estímulo e resposta nas dimensões vertical e horizontal.

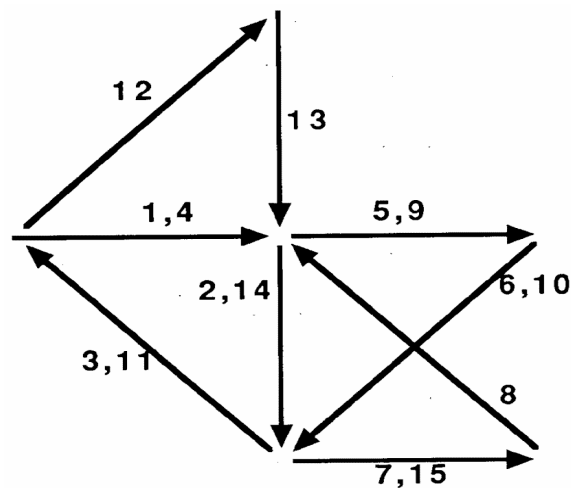


Figura 20: Ilustração das idéias de Hebb sobre a reverberação da atividade neural. Os números indicam a atividade seqüencial de ativação neuronal (1,4 significa que foi o primeiro e o quarto neurônio a ser ativado). O esquema mostra a possibilidade de uma reverberação alternativa que não se extingue tão rapidamente como ocorreria em um circuito fechado. A influência dos pareamentos incompatíveis no efeito Simon pode estar relacionada à reverberação das novas informações visuomotoras (testes incompatíveis). Modelo adaptado de Hebb (1949), figura 8.

Contudo, apesar dos achados já descritos aqui, algumas questões permaneceram presentes, como o fato de que, nos experimentos três e cinco, o grupo I, além de não apresentar o efeito Simon, obteve latências maiores em comparação ao grupo C. Enquanto que, no experimento quatro, o grupo I também não demonstrou o efeito mas

obteve latências menores do que o grupo C. Talvez esse resultado se deva pelo fato de que no experimento IV pessoas treinadas (que já realizaram algum teste de TRM) também participaram do estudo, enquanto que nos demais experimentos apenas sujeitos não-treinados realizaram os testes. De qualquer forma sabemos que existem diferenças entre testes praticados na horizontal e testes praticados na vertical (Vallesi et al., 2001; Rubichi et al. 2005). Talvez a interferência que uma tarefa de compatibilidade espacial possa causar no efeito Simon seja diferente se ela for praticada em dimensões distintas. Quando os dois testes de compatibilidade estímulo-resposta foram alinhados na mesma dimensão (experimento III) os TRM do grupo incompatível ficaram mais lentos do que os obtidos pelo grupo compatível. Além de identificarmos um efeito diferente quando os testes eram realizados em dimensões ortogonais no experimento IV, onde existiu a inibição do efeito Simon, mas não ocorreu a lentificação dos TRM do grupo I, outras questões também chamaram a atenção. No segundo experimento com tarefas ortogonais (experimento V) não tivemos a facilitação encontrada no grupo C nos demais estudos. Na análise distribucional vimos também que o efeito Simon começou a reduzir a partir do segundo intervalo. Essas e outras peculiaridades podem estar relacionadas com os arranjos e as combinações dimensionais. Por outro lado, como os grupos são formados por sujeitos diferentes, não podemos excluir que os achados anteriores sejam simplesmente uma variação inter-sujeitos.

## **8) CONCLUSÃO**

A memória é um processo básico e imprescindível para o aprendizado, seja ela implícita (memória de procedimentos, memória fisiológica e emocional) ou explícita (memória de fatos e eventos) (Bear et al., 2002). Conhecer padrões do funcionamento neurofisiológico e funcional dos processos de qualquer um dos tipos de memória é muito importante, pois tais entendimentos permitem uma conceituação maior a respeito de diferentes atividades do sistema nervoso central e podem favorecer novos desdobramentos em diferentes linhas terapêuticas. Na Psicologia clínica, por exemplo, não é raro o aparecimento de casos onde o sujeito cria conexões de memórias disfuncionais entre estímulos neutros, reações emocionais e fisiológicas, ocasionando dessa maneira aprendizados que conduzem a um funcionamento cognitivo-comportamental que pode ser prejudicial à vida do indivíduo. Já, na Fisioterapia, na

Medicina, na Fonoaudiologia e outras mais, muitas vezes o foco do trabalho são as memórias de procedimento e/ou as fisiológicas. No entanto, com o advento científico, surge uma visão integrada das esferas bio-psico-social que entende que as alterações (como o aprendizado) em uma dessas facetas podem acarretar mudanças significativas nas outras esferas (Lemgruber, 2000). Além das terapias que buscam a melhoria da qualidade de vida do sujeito, outras áreas de saber também se utilizam do conhecimento a respeito dos processos de aprendizado no decorrer das atividades profissionais, como a Educação física no aprimoramento das habilidades técnicas de atletas.

Alguns fenômenos de memória parecem ocorrer em diferentes tipos de associações mnemônicas (Hyden & Lange, 1983; Brashers-Krug et al., 1996; Klein et al., 1996; Lechner et al., 1999; Heyes e Foster, 2002; Robertson et al., 2004;), como são os casos da consolidação, da perseveração, da interferência retroativa, do aprendizado off-line, da facilitação na consolidação através de estimulação sensorial e comportamental, da interferência ativa de novas práticas nas memórias já consolidadas, etc. Tais fenômenos podem apresentar, no entanto, diferenças em função da constituição de sistemas distintos com características morfológicas diferentes, conforme proposto por Bear e colaboradores (2002).

No presente trabalho, assim como na pesquisa de Tagliabue e colaboradores (2000), utilizamos técnicas de Cronometria mental que permitem o estudo neurofuncional do sistema nervoso central através do TRM. Mais especificamente, acessamos alguns aspectos relacionados ao funcionamento mnemônico utilizando um paradigma constituído por dois testes de compatibilidade estímulo-resposta: o teste de compatibilidade espacial e o teste de Simon. Tagliabue et al. (2000) descreveram um efeito de interferência dos pareamentos incompatíveis do teste de compatibilidade espacial na habilidade que temos em responder de forma mais rápida e eficaz com o efetor espacialmente correspondente ao lado da estimulação. Esse efeito de correspondência, base do efeito Simon, foi modulado pelas práticas incompatíveis também em nosso estudo. Demonstramos no experimento III que essa modulação ocorre também com um arranjo vertical das teclas e dos estímulos e portanto não se trata de um fenômeno que ocorre especificamente na codificação espacial de estímulos e teclas horizontais. Com uma combinação de testes realizados em dimensões ortogonais, conseguimos dados muito interessantes no experimento IV, que nos possibilitou concluir que tal modulação encontrada no trabalho da Tagliabue e colaboradores (2000) e no experimento III, não é restrita a características

unidimensionais, visto que, se o teste de compatibilidade espacial for executado numa dimensão espacial, o seu efeito é transferido para a outra dimensão. O experimento V serviu ainda para fortalecer essas conclusões. Assim, nossos dados parecem corroborar com as idéias de Hebb (1979) sobre a assembléia de células neurais, levando em consideração que a codificação dos estímulos e das teclas engajariam áreas neurais diferentes em cada dimensão.

Todavia, para produzir o efeito de interferência, a realização de testes incompatíveis em dimensões diferentes deve também recrutar áreas neurais em comum, principalmente no que diz respeito à interpretação das regras e a execução das instruções (de se responder contralateralmente à fonte de estimulação, por exemplo).

Com base em todos os resultados descritos e nas idéias referenciadas, podemos concluir que uma das principais contribuições do trabalho atual se volta para a compreensão de que núcleos neurais em comum, ativados durante práticas motoras distintas, que não estamos habituados a realizar, podem armazenar informações capazes de modular padrões de funcionamento de habilidades motoras semelhantes e fortemente consolidadas.

Assim, esses resultados podem oferecer implicações importantes para práticas terapêuticas como a Fisioterapia, a Psicologia, a Medicina e até mesmo para práticas de aprimoramento motor, sob os cuidados da Educação física, pois os achados desse trabalho podem favorecer a criação e a utilização de técnicas que não se baseiem apenas na estimulação visual e motora, mas também em outras propriedades cognitivas que podem modular fortemente o aprendizado motor.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anzola, G. P., Bertoloni, G., Buchtel, H. A. & Rizzolatti, G. Spatial compatibility and anatomical factors in simple and choice reaction time. *Neuropsychologia*, 15: 295-382, 1977.
- Bear, M. F., Connors, B. W., Paradiso, M. A. Neurociências: desvendando o sistema nervoso. 2ª ed, Porto Alegre: *Artmed* 855 p. 2002.
- Brashers-Krug, T., Shadmehr, R. & Bizzi, E. Consolidation in human motor memory. *Nature* 382: 252-255, 1996
- Coles, M., Smid, H., Scheffers, M. & Otten, L. Mental chronometry and the study of human information processing. IN Rugg, M. & Coles, M. (Eds.), *Electrophysiology of mind: event-related brain potentials and cognition*. Oxford Psychology Series, 25: 86-131, 1995.
- De Jong, R., Liang, C.-C. & Lauber, E. Conditional and unconditional automaticity: a dual process model of effects of spatial stimulus-response correspondence. *Journal of Experimental Psychology: human perception and performance*, 20: 731-750, 1994.
- Eimer, M., Homel, B. & Prinz, W. S-R compatibility and response selection. *Acta psychological*, 90: 301-313, 1995.
- Fadiga, L., Craighero, L. & Olivier, E. Human motor cortex during the perception of other's action. *Current Opinion in Neurobiology*, 15: 213-218, 2005.
- Gawryszewski, L. G., Lameira A. P., Ferreira, F. M., Guimarães-Silva, S., Conde, E.Q. & Pereira Jr A.. A compatibilidade estímulo-resposta como modelo para o estudo do comportamento motor. *Revista Psicologia USP* (No prelo), 2006.

- Guimarães–Silva, S., Gawryszewski, L. G., Portugal, T. S. & Klausner-de-Oliveira, L. Inhibition of return, gap effect and saccadic reaction time to a visual target Brazilian. *Journal of Medical and Biological Research*, 37: 533-538, 2004.
- Guimarães, S. S. Técnicas cognitivas e comportamentais. Em Range, B. (Org.) *Psicoterapias cognitivo-comportamentais: um diálogo com a psiquiatria*. Porto Alegre, *Artes Médicas*, 2001.
- Hebb, D. O. The organization of behavior: a neuropsychological theory. *New York, Willey* 1949.
- Hebb, D. O. Mecanismos de aprendizagem e desenvolvimento. In *Psicologia*. Ed. Atheneu. Rio de Janeiro, RJ, 3ª ed., 79-106, 1979.
- Heyes, C. M. & Foster, C. L. Motor learning by observation: evidence from a serial reaction time task. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 55: 593-607, 2002.
- Homel, B. No prevalence of right–left over top-bottom spatial codes. *Perception and Psychophysics*, 58: 102-110, 1996.
- Hyden, H. & Lange, P. W. Modification of membrane-bound proteins of the hippocampus and entorhinal cortex by change in behavior in rats. *Journal of Neuroscience Research*, 9: 37-46, 1983.
- Jeannerod, M. & Jacob, P. Visual cognition: a new look at the two-visual systems model. *Neuropsychologia*, 43: 301-312, 2005 .
- Kleim, J. F., Lusing, E., Schwarz, E. R., Comery, T. A. & Greenough, W. T. Synaptogenesis and Fos Expression in the motor cortex of the adult rat after motor skill learning. *The Journal of Neuroscience*, 16: 4529-4535, 1996.



- Kornblum, S., Hasbroucq, T. & Osman, A. Dimensional overlap: cognitive basis for stimulus-response compatibility: a model and taxonomy. *Psychological review*, 97: 253-270, 1990.
- Lechner, H. A., Squire, L. R. & Byrne, J.H. 100 years of consolidation – remembering Müller and Pilzecker. *Learning & Memory*, 6: 77-87, 1999.
- Lemgruber, V. Um novo paradigma em saúde mental: a visão integrada Biopsicossocial. Em Lemgruber, V. (Org.) *O futuro da integração: desenvolvimentos em psicoterapia breve*. Porto Alegre, Artmed , 2000.
- Nicoletti R. & Umiltá, C. Right – left prevalence in spatial compatibility. *Perception and Psychophysics*, 35: 333-343, 1984.
- Oldfield, R. C. The assesement and analysis of handness: the Edinburg inventory. *Neuropsychologia*, 9: 97-113, 1971.
- Ratcliff, R. Group reaction time distributions and a analysis of distribution statistics. *Psychological Bulletin*, 86: 446-461, 1979.
- Ridderinkhof, K. R. Activation and suppression in conflict tasks: Empirical clarification through distributional analyses. In W. Prinz & B. Hommel (Eds.), *Common mechanisms in perception and action. Attention and performance*, 19: 494-519, Oxford, UK: Oxford University Press, 2004
- Riggio, L., Gawryszewski, L. & Umiltá, C. What is crossed in crossed hands effects? *Acta psychological*, 62: 89-100, 1986.
- Rizzolatti, G. & Matelli, M.. Two different streams form the dorsal visual system: anatomy and functions. *Experimental Brain Research*, 153: 146-157, 2003.
- Robertson, E.M., Pascual-Leone, A. & Miall, R. C. Current concepts in procedural consolidation. *Nature Reviews Neuroscience*, 5: 576-582, 2004.

- Rubichi, S., Gherri, E., Nicoletti, R. & Umiltá, C. Modulation of the vertical Simon effect in two dimensional tasks: the effect of learning. *European Journal of Cognitive Psychology*, 17: 686-694, 2005.
- Rubichi, S., Nicoletti, R. & Umiltá, C. Right–left prevalence effect with task irrelevant spatial codes. *Psychological Research*, 69: 167-178, 2005.
- Rubichi, S., Nicoletti, R., Pelosi, A. & Umiltá, C. Right–left prevalence effect with horizontal and vertical effectors. *Perception and Psychophysics*, 66: 255-263, 2004.
- Tagliabue, M., Zorzi, M., Umiltá, C. & Bassignani, F. The role of long-term-memory and short-term-memory in the Simon effect. *Journal of Experimental Psychology: human perception and performance*, 26: 648-670, 2000.
- Umiltá, C. & Nicoletti, R. Attention and coding effects in S-R compatibility due to irrelevant spatial cues. In M. Posner & O. S. M. Marin (Eds.), *Attention and performance*. Hillsdale, New Jersey, London: Lawrence Erlbaum Associates, 11: 457-471, 1985.
- Umiltá, C. & Nicoletti, R. Spatial stimulus – response compatibility. In R. W. Proctor & T. G. Reeve (Eds.), *Stimulus – response compatibility: an integrated perspective*. Advances in psychology. Amsterdam: North-Holland, 65: 89-116, 1990.
- Ungerleider, G. L., Doyon, J. & Karni, A. Imaging brain plasticity during motor skill learning. *Neurobiology of learning and memory*, 78: 553-564, 2002.
- Vallesi, A., Mapelli, D., Schiff, S., Amodio, P., Umiltá, C. Horizontal and vertical Simon effect: different underlying mechanisms? *Cognition*, 96: B33-B43, 2005.

- Wascher, E., Schatz, U., Verleger, R. & Kuder, T. Validity and boundary conditions of automatic response activation in the Simon task. *Journal of Experimental Psychology: human perception and performance*, 27: 731-751, 2001.
- Wolpe, J. Psychotherapy by reciprocal inhibition. Stanford, Stanford University Press, 1958.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)