

# **Características do controle motor nas habilidades: movimentos que requerem precisão e velocidade e Lateralidade no controle motor**

Disciplina: Controle Motor

**Prof. Daiana Amaral Medeiros**

**Professor Titular: Prof. Dr. Tércio Apolinário de Souza**



# CONTEÚDOS

◆ **PRECISÃO E VELOCIDADE**

◆ **LATERALIDADE E  
CONTROLE MOTOR**

## VELOCIDADE E PRECISÃO

- Woodworth (1899) estudou habilidades motoras, mostrando que a precisão dos movimentos de desenho de linha diminuía à medida que seu comprimento e velocidade aumentavam.

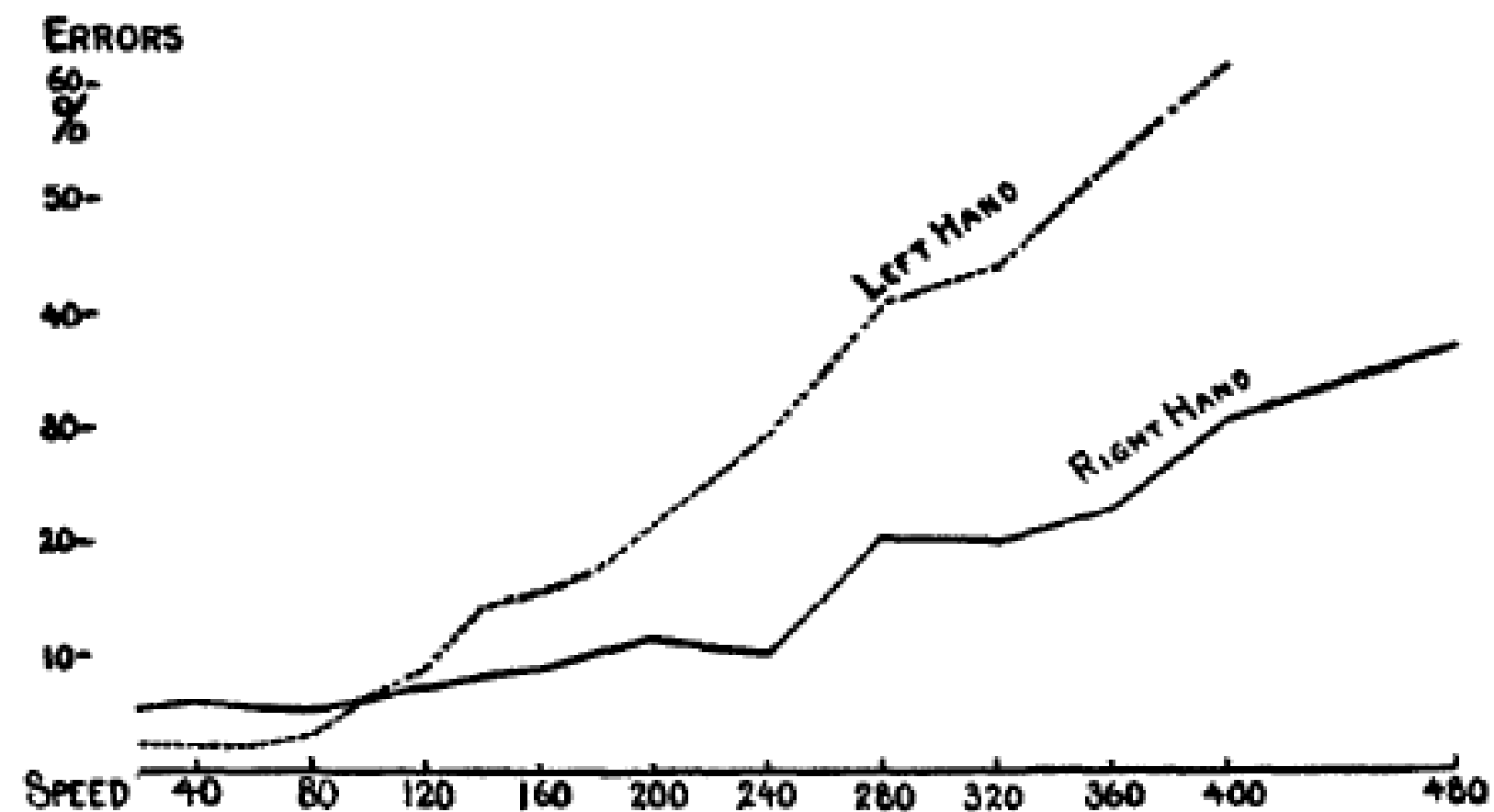
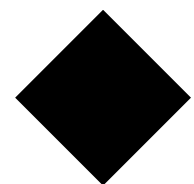
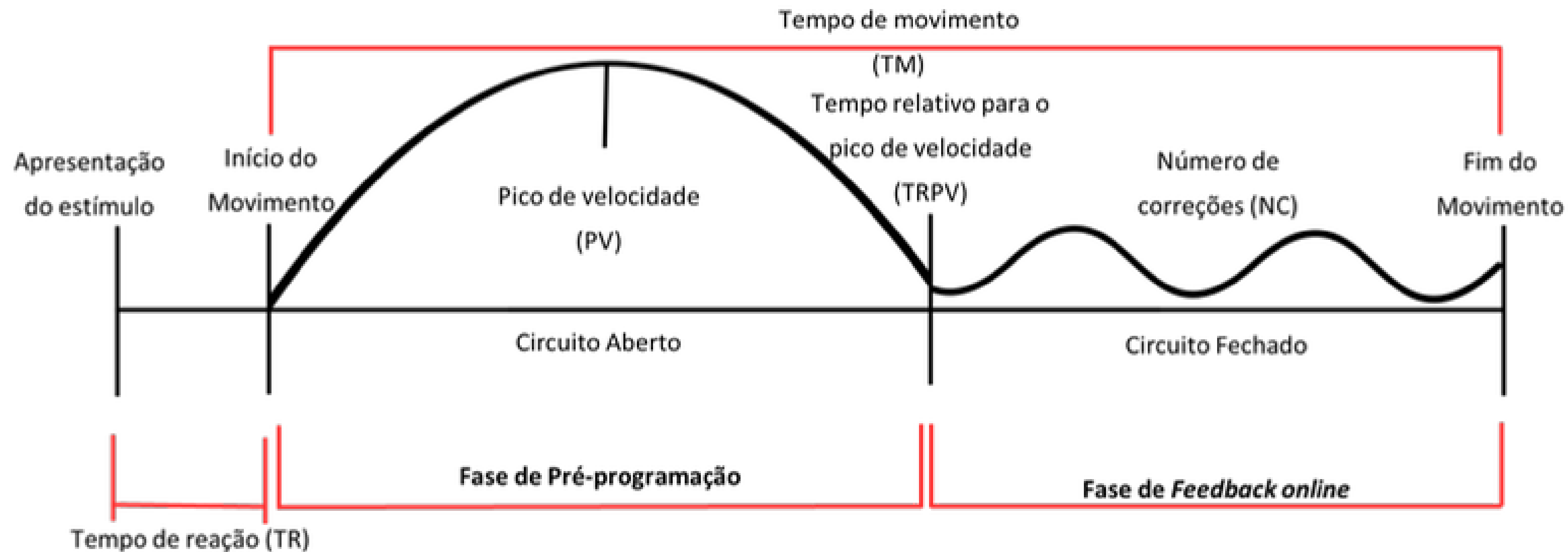


FIG. 8.—Relation of accuracy to speed, in the 'coördinate paper experiment.'

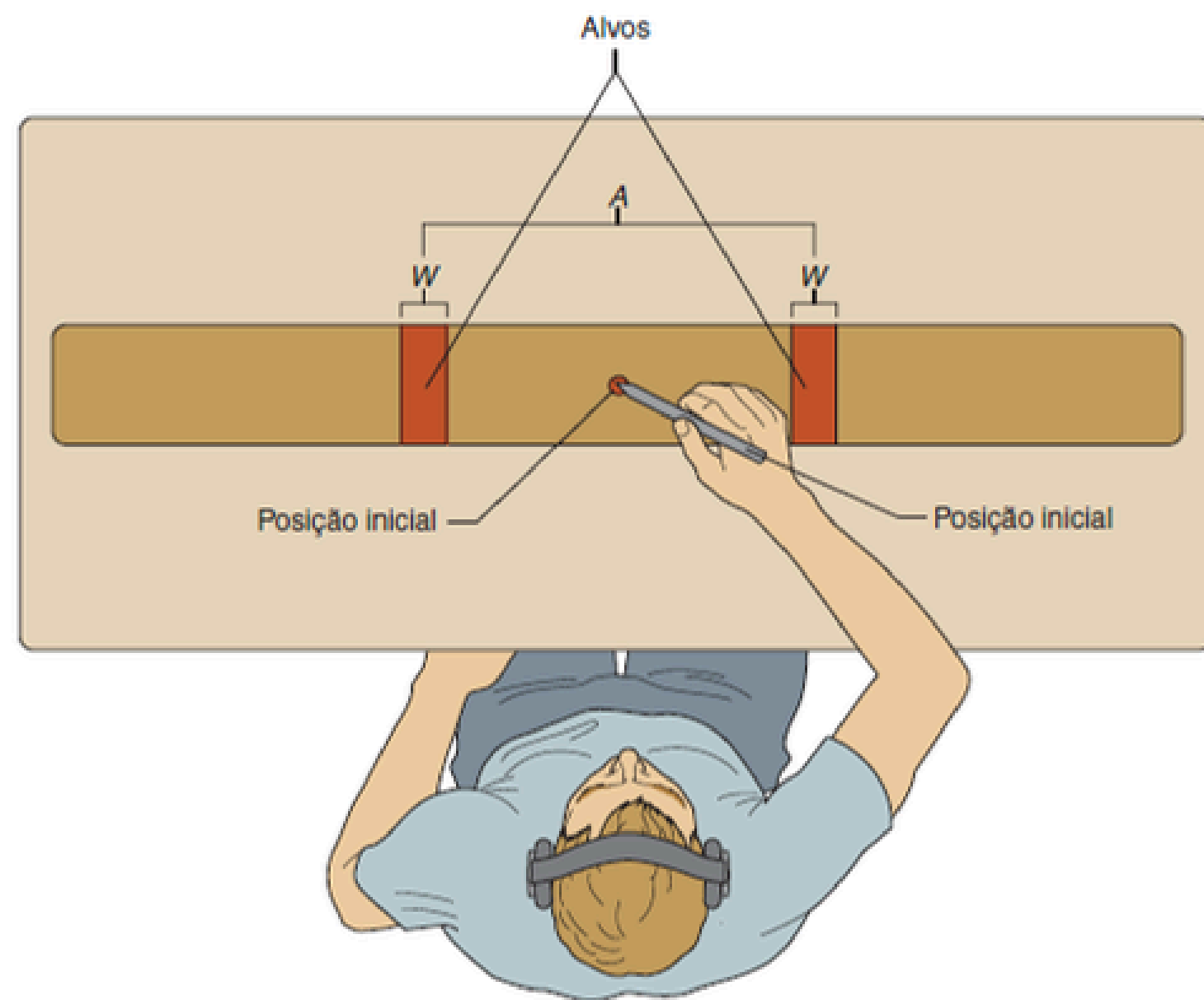


# MODELO DE WOODWORTH



(WOODWORTH, 1899; Elliott e Chua, 1993)

# VELOCIDADE E PRECISÃO



A LEI DE FITTS EXPLICA A RELAÇÃO ENTRE A VELOCIDADE E A PRECISÃO DE MOVIMENTOS. QUANDO UMA PESSOA REALIZA MOVIMENTOS RÁPIDOS, COMO ATINGIR ALVOS ALTERNADOS,

O TEMPO DE MOVIMENTO (TM) AUMENTA SE:  
1. AUMENTAR A DISTÂNCIA (A) ENTRE OS ALVOS.  
2. DIMINUIR O TAMANHO (W) DOS ALVOS.

QUANTO MAIOR O ID, MAIS LENTO É O MOVIMENTO, POIS MOVIMENTOS MAIS LONGOS E PRECISOS EXIGEM MAIOR CONTROLE. ESSA LEI APLICA-SE A TAREFAS DIVERSAS, DESDE TOCAR ALVOS ATÉ MANIPULAR OBJETOS PEQUENOS.

**FIGURA 6.1** Ilustração de um indivíduo realizando uma tarefa de batidas de Fitts. O sujeito bate entre dois alvos de largura (W) variável e com diferentes amplitudes entre eles (A), na tentativa de se mover tão rapidamente quanto possível enquanto minimiza o número de erros do alvo.

Adaptada de Fitts, 1954.

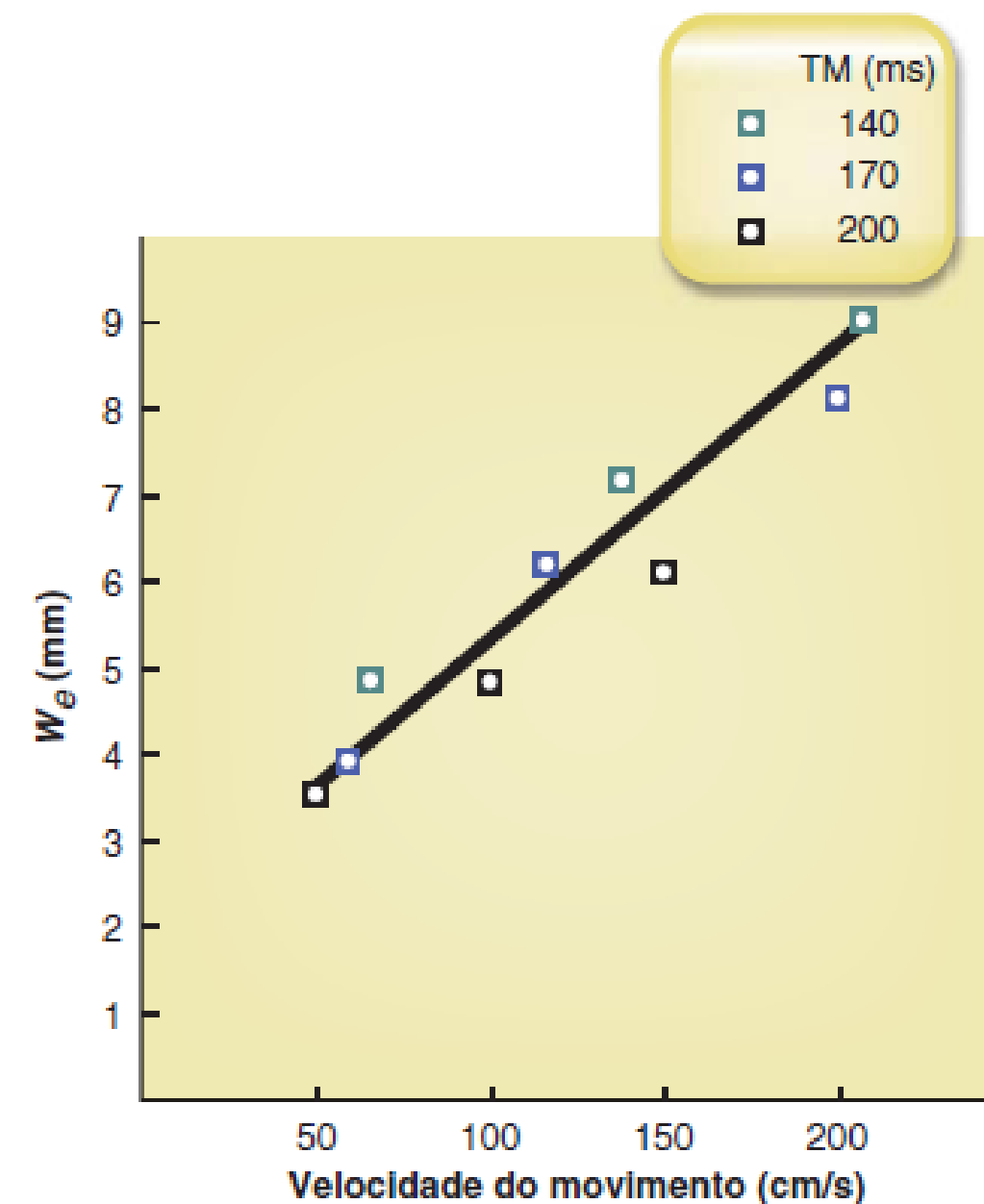
## ◆ TROCA LINEAR VELOCIDADE- PRECISÃO

- Relação inversa entre velocidade e precisão em movimentos rápidos.
- Maior distância do movimento → Mais imprecisão.
- Menor tempo de movimento (TM) → Maior erro.

### Controle motor em circuito aberto:

- Reduções no TM afetam a consistência do movimento, mesmo sem tempo para feedback.
- Movimentos rápidos sacrificam precisão devido a limitações no planejamento motor.

**Conclusão: Quanto mais rápido ou mais distante o movimento, maior o risco de erro.**



**FIGURA 6.5** Variabilidade de pontos finais de movimento ( $W_e$ ) em uma tarefa de pontaria rápida como função de velocidade média do movimento ( $A/TM$ ).

Reproduzida, com autorização, de Schmidt et al. 1979.

## ◆ FONTES DE ERRO EM MOVIMENTOS RÁPIDOS

- **Erro e Variabilidade:**

- Movimentos rápidos têm maior erro com aumento da distância ou redução do tempo de movimento (TM).
- Programas motores determinam ordem e intensidade das contrações musculares, mas apresentam variabilidade.

- **Causas de Erros:**

- **Processos “ruidosos”:** Impulsos inconsistentes do sistema nervoso central para ativar músculos.
- **Atividades reflexas:** Contribuem para contrações inconsistentes.

## ◆ FONTES DE ERRO EM MOVIMENTOS RÁPIDOS

Força e Variabilidade:

- Força aplicada varia entre tentativas devido ao "ruído" no sistema nervoso.
- Maior força de contração → Maior variabilidade nas aplicações de força.

**Analogia: Semelhante a ruídos em um sistema de som que alteram a fidelidade da gravação original.**



# ◆ PRECISÃO ESPACIAL E TEMPORAL

## Precisão Espacial:

- Refere-se à exatidão de alcançar um ponto ou alvo no espaço.
- Influenciada pela troca velocidade-precisão (Lei de Fitts).
- Movimentos rápidos geralmente reduzem a precisão espacial
- Exemplo: Chutar uma bola no gol.

## Precisão Temporal:

- Relaciona-se ao tempo exato de execução do movimento.
- Fundamental em tarefas que requerem sincronia, como esportes.
- Movimentos rápidos e potentes melhoram a precisão temporal
- Exemplo: Acertar uma bola de tênis em movimento.

# Exemplos?

# ◆ PRECISÃO ESPACIAL E TEMPORAL

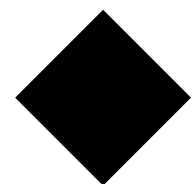
## Precisão Espacial



## Precisão Temporal







# SITUAÇÕES EM QUE A TROCA VELOCIDADE-PRECISÃO NÃO SE APLICA

- **Movimentos Muito Potentes**

- Movimentos de alta velocidade, como chutes ou tacadas, exigem precisão espacial e temporal.
- Aumenta a força sem comprometer a precisão.

- **Precisão Temporal Prioritária**

- Em movimentos com grande sincronização (ex.: rebater uma bola), a precisão no tempo é mais importante que a precisão espacial.

- **Força Máxima e Precisão**

- Movimentos com 50% a 84% da força máxima têm maior precisão espacial devido à redução da variabilidade na força.

- **Curva de Precisão Espacial**

- Movimentos rápidos e lentos são mais precisos, enquanto movimentos de velocidade moderada têm mais erros.

- **Implicações no Esporte**

Atletas combinam velocidade e precisão por meio de ajustes finos na força e no tempo.



# ◆ LATERALIDADE



## Definição:

“Um elemento dinâmico da motricidade humana, em que predisposições inatas são reforçadas ou modificadas pela contínua interação com o ambiente durante o ciclo de vida de um indivíduo”

(Souza & Teixeira, 2009, p. 68).

- **Aspectos Fundamentais:**

- **Assimetria de preferência:** Uso preferencial de um membro sobre o outro.
  - **Assimetria de desempenho:** Diferença na qualidade do desempenho entre os membros.
- (Carson, 1989)

# ◆ NIVEL NEUROBIOLÓGICO DO CONTROLE MOTOR



**SNC**

Associação de mecanismos do  
SNC com aspectos da  
resposta motora

**Especialização Hemisférica**

Proficiência relativa dos  
hemisférios cerebrais em  
determinados tipos de  
processamento

**Corpo Caloso**

Transmissão de informações  
entre os hemisférios

# ◆ ASSIMETRIAS DE DESEMPENHO



## **Estudo Seminal de Sperry (1950):**

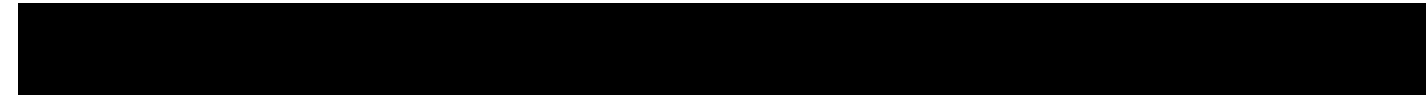
- Investigação com pacientes de cérebro dividido, evidenciando as diferenças no desempenho das mãos.
- O estudo mostrou como os hemisférios cerebrais influenciam de maneira distinta o controle motor e perceptivo.

## **Definição:**

- As assimetrias de desempenho se referem às diferenças no controle motor de segmentos corporais contralaterais homólogos (como as mãos direita e esquerda), observadas em várias tarefas motoras, como movimentos de apontamento (Teixeira, 2006).

**Essas diferenças são atribuídas à especialização hemisférica, onde cada hemisfério tem uma proficiência diferente no processamento percepto-motor (Todor & Smiley, 1985; Elliott & Roy, 1996).**

# ESPECIALIZAÇÃO HEMISFÉRICA

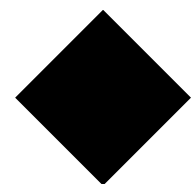


## **Hemisfério Esquerdo (Dominante):**

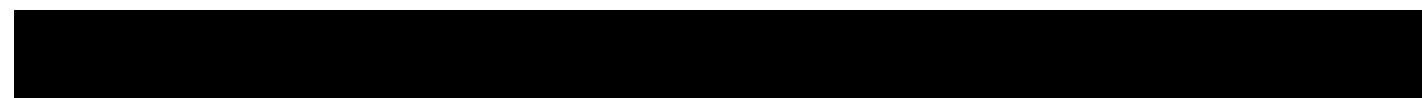
- Função: Processa feedback visual e proprioceptivo de maneira mais eficiente, o que é crucial para o controle motor preciso.
- Organização sequencial do movimento: Melhor controle da sequência dos movimentos, favorecendo a coordenação e a velocidade (Teixeira, 2006; Boulinguez et al., 2000).
- Desempenho motor: Maior habilidade de correção e controle motor, refletindo em maior precisão e velocidade da mão direita (dominante para destros).

## **Hemisfério Direito (Não Dominante):**

- Função: Tem um papel chave na preparação do movimento, principalmente na organização visuoespacial antes da execução.
- Processamento visuoespacial: Envolvido na percepção do ambiente e na preparação para o movimento, sendo crucial para ajustes espaciais (Bryden, 1990).



## IMPLICAÇÕES FUNCIONAIS DAS ASSIMETRIAS DE DESEMPENHO



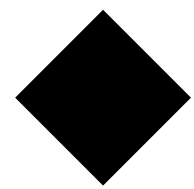
- **Hemisfério Dominante (Esquerdo):**

- Responsável pela execução mais rápida e precisa dos movimentos, especialmente com a mão direita (para destros).
- Controle motor superior: O hemisfério esquerdo oferece um controle mais refinado e rápido dos movimentos, refletindo em maior velocidade, precisão e correção.

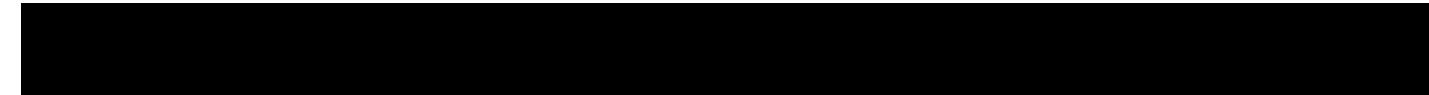
- **Hemisfério Não Dominante (Direito):**

- Especialização em preparação do movimento, sendo fundamental na organização inicial e ajustes espaciais.
- Embora o hemisfério não dominante tenha um controle motor menor, ele ajuda na coordenação geral e na adequação do movimento ao ambiente.



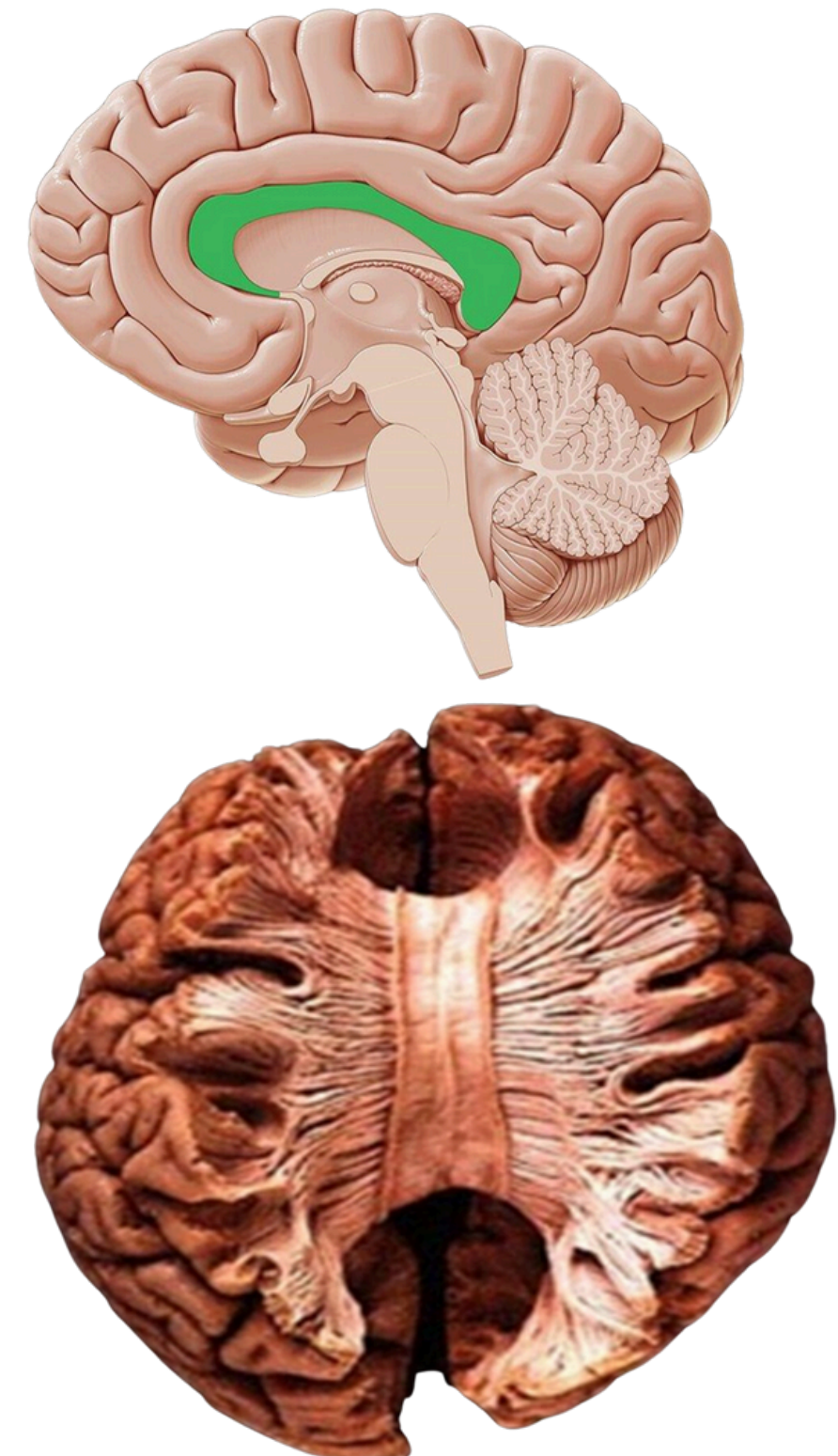


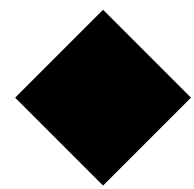
# CONEXÃO INTER-HEMISFÉRICA



## Função do Corpo Caloso

- Conexão entre os hemisférios cerebrais: O corpo caloso é a principal via de comunicação entre os hemisférios direito e esquerdo do cérebro.
- Sincronização neuronal: Ajuda a sincronizar a atividade oscilatória dos neurônios, facilitando o processamento de informações visuais.
- Função inibitória: Pode agir inibindo um hemisfério para que o outro possa dominar o processamento em determinadas tarefas
- Comunicação inter-hemisférica: As conexões calosas permitem a cooperação e também a competição entre os hemisférios, com destaque para a dominância de um hemisfério sobre o outro em certas situações.





## CONEXÃO INTER-HEMISFÉRICA



### Conexões Hemisféricas Inibitórias:

- Hemisfério Dominante (Esquerdo)
- Estabelece conexões inibitórias com o hemisfério não dominante (direito), um mecanismo evolutivo para otimizar o processamento paralelo e melhorar a performance motora (Gazzaniga, 2000; Rogers, Zucca, & Vallortigara, 2004).
- A conexão entre os córtices motores primários (M1) dos hemisférios direito e esquerdo se dá através do corpo caloso e é principalmente inibitória, com o hemisfério dominante inibindo o não dominante (Ferber et al., 1992).

# ◆ CONEXÃO INTER-HEMISFÉRICA

## Impacto no Desempenho:

- Essas conexões inibitórias favorecem o controle predominante de um hemisfério, permitindo maior eficiência e especialização motoras.
- Explicação para a Diferença no Desempenho das Mãos: A dominância do hemisfério esquerdo resulta em maior precisão, velocidade e correção na execução de tarefas motoras com a mão direita (dominante para destros).



# **ESPECIALIZAÇÃO HEMISFÉRICA E CONTROLE MOTOR**



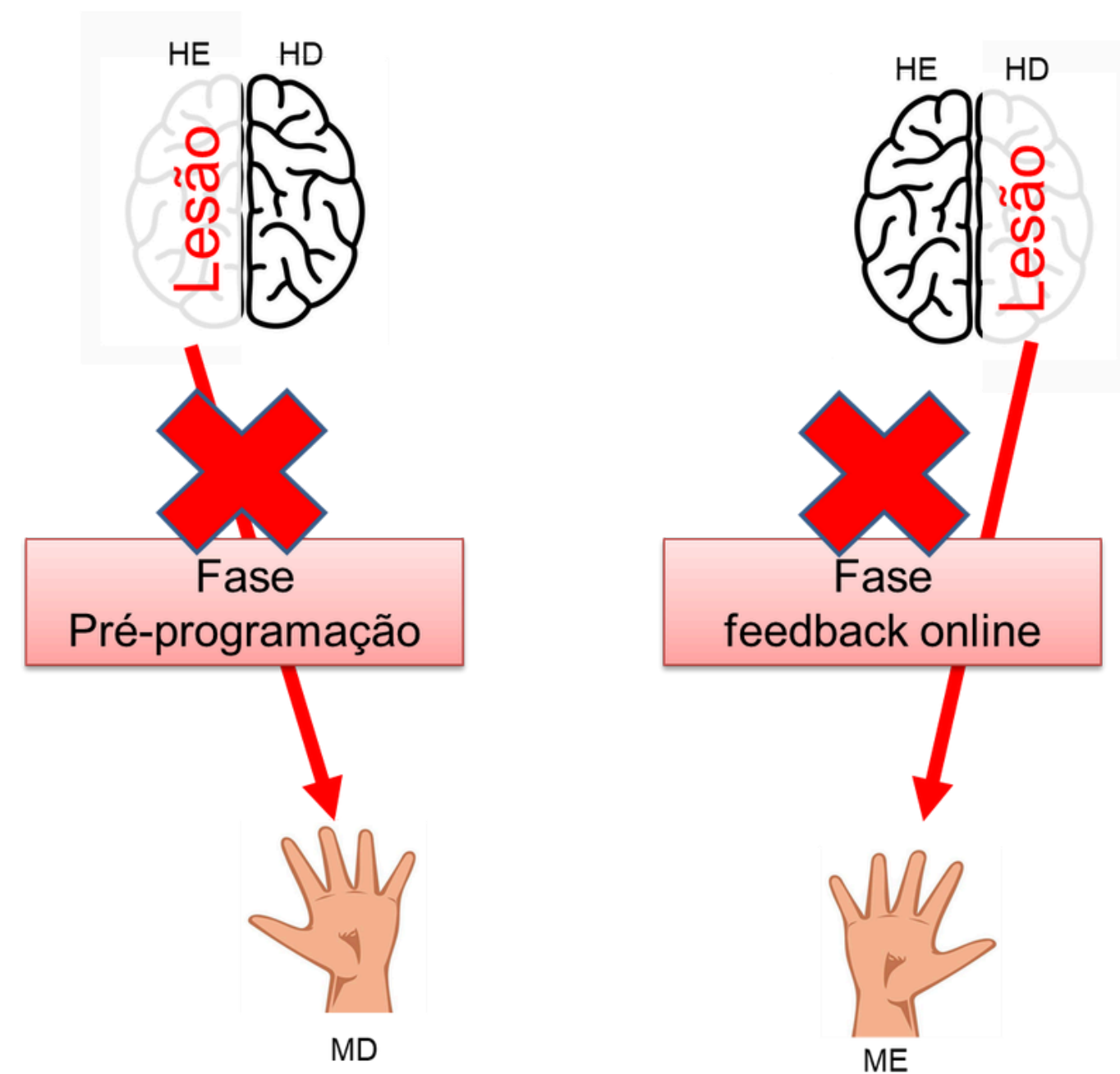
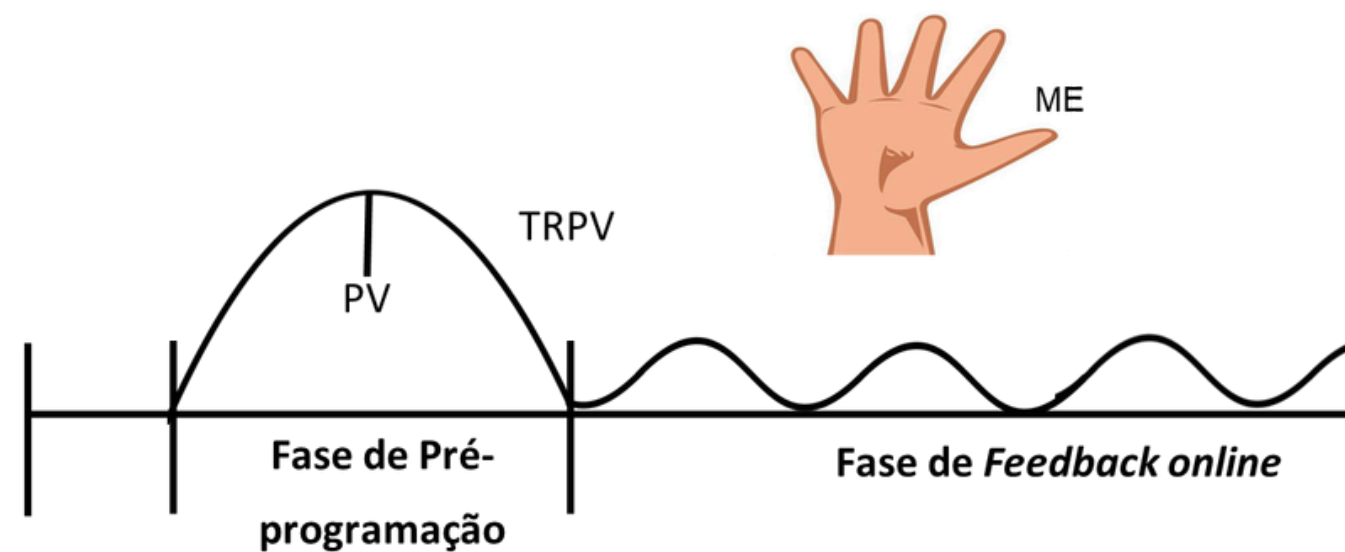
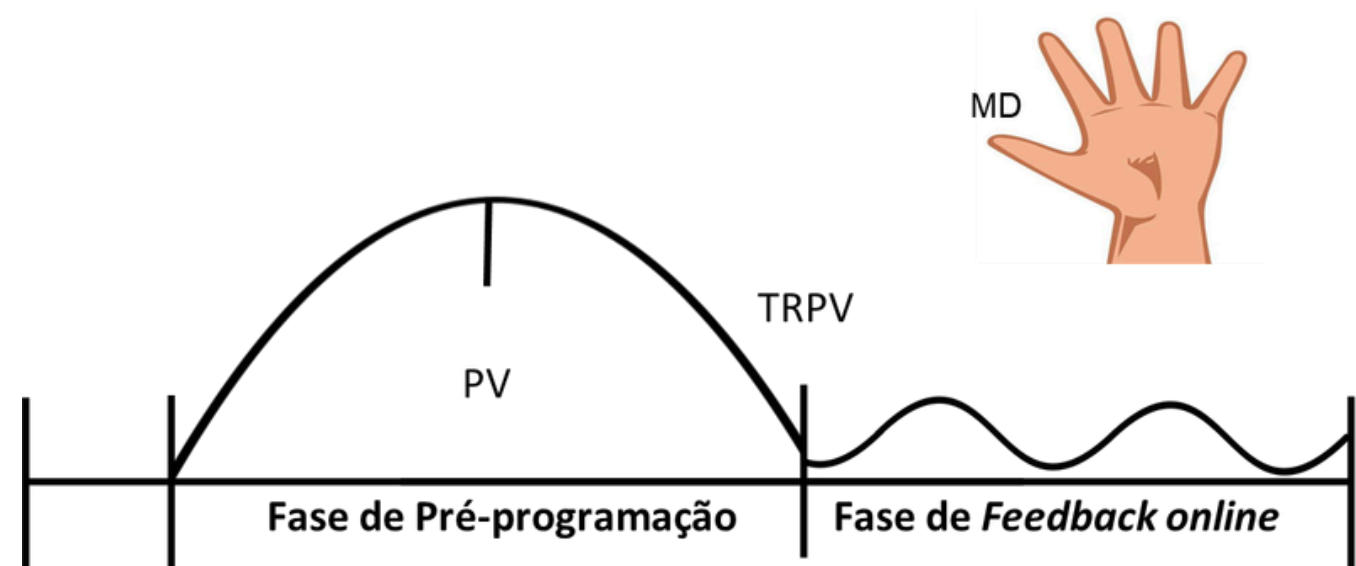
## **Hemisfério Esquerdo (Dominante):**

- Feedback visual e proprioceptivo (Boulinguez et al., 2000).
- Organização sequencial do movimento (Teixeira, 2006).
- Melhor controle: maior velocidade, precisão e correção (Gazzaniga, 2000).

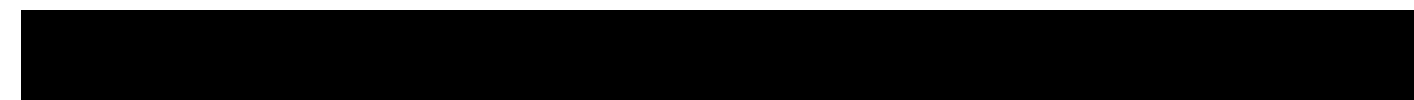
## **Hemisfério Direito (Não Dominante):**

- Processamento visuoespacial antes do movimento (Bryden, 1990).
- Papel principal na preparação motora (Gazzaniga, 2000).

# RELAÇÃO ENTRE O NÍVEL COMPORTAMENTAL E NEUROBIOLÓGICO



◆ **DÚVIDAS?**



**daianaamaralfisio@gmail.com**





# REFERÊNCIAS

Schmidt, R. Wrisberg, C. (2016). Aprendizagem e desempenho motor: dos princípios de aplicação. Artmed.

CARSON, R. G. et al. Manual asymmetries: feedback processing, output variability, and spatial complexity – resolving some inconsistencies. Journal of Motor Behavior, v. 21, n. 1, p. 38-47, 1989.

ELLIOTT, D. et al. Goal-Directed Aiming: Two Components but Multiple Processes. Psychological Bulletin, v. 136, n. 6, p. 1023-1044, 2010.

FERBERT, A. et al. Interhemispheric inhibition of the human motor cortex. Journal of Physiology, v. 453, p. 525-546, 1992.

GAZZANIGA; RICHARD B. IVRY; GEORGE R. MANGUN. Cognitive Neuroscience The Biology of the Mind. 2014. ed. [s.l: s.n.].

SPERRY, R. W. Neural basis of the spontaneous optokinetic response produced by visual inversion. The Journal of Comparative Psychology, v. 43, n. 6, p. 482 – 489, 1950.

TEIXEIRA, L. A. Controle Motor. Barueri: Manole, 2006.

WOODWORTH, R. S. The Accuracy of voluntary movement. Psychological Review, v. 3, p. 1-114, 1899.