

Introdução ao Controle Motor

O controle do movimento coordenado:

- Coordenação, graus de liberdade;
- Sistema de controle de circuito aberto;
- Sistema de controle de circuito fechado.

Prof. Dr. Jair Sindra Virtuoso Jr

Universidade Federal do Triângulo Mineiro

jair@ef.uftm.edu.br



Combinações de músculos e articulações são diferentes para muitas habilidades



Ainda há outras habilidades, em que utilizamos somente um braço e uma mão e, nesse caso, é preciso coordenar alguns poucos músculos e articulações.



Habilidade que envolve a coordenação de braços, mãos e dedos.

O desempenho de habilidades motoras tem outra característica geral importante, além da coordenação do corpo e dos membros.



Movimentos lentos



Movimentos rápidos e balísticos



Somos capazes de realizar habilidades que foram bastante praticadas, com um considerável grau de sucesso, em uma variedade de situações, mesmo que nunca tenhamos estado antes em situações semelhantes.

Conceitos fundamentais

Coordenação: é a **padronização dos movimentos do corpo** e dos membros relativamente à **padronização dos eventos e objetos do ambiente**.



Turvey MT. Coordination. Am Psychol 1990; 45(8):938-53

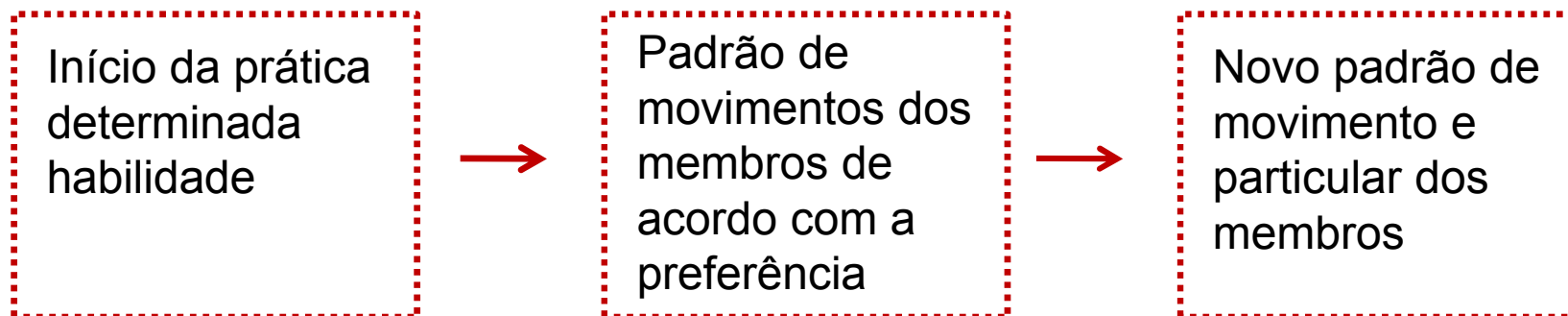
A quem interessar o artigo poderá ser enviado em anexo ao email da turma como [leitura complementar!](#)

Divisão do conceito (Coordenação) em duas partes (1ª parte):

A coordenação implica em padrões de movimentos do corpo e/ou dos membros

Alguns padrões de movimento dos membros permitem que a pessoa consiga realizar uma determinada ação proposta, melhor do que outros.

Ao aprender uma habilidade, a pessoa precisa desenvolver um padrão adequado de coordenação de movimento dos membros.





Coordination Changes Associated With Practice of a Soccer Kick

David I. Anderson and Ben Sidaway

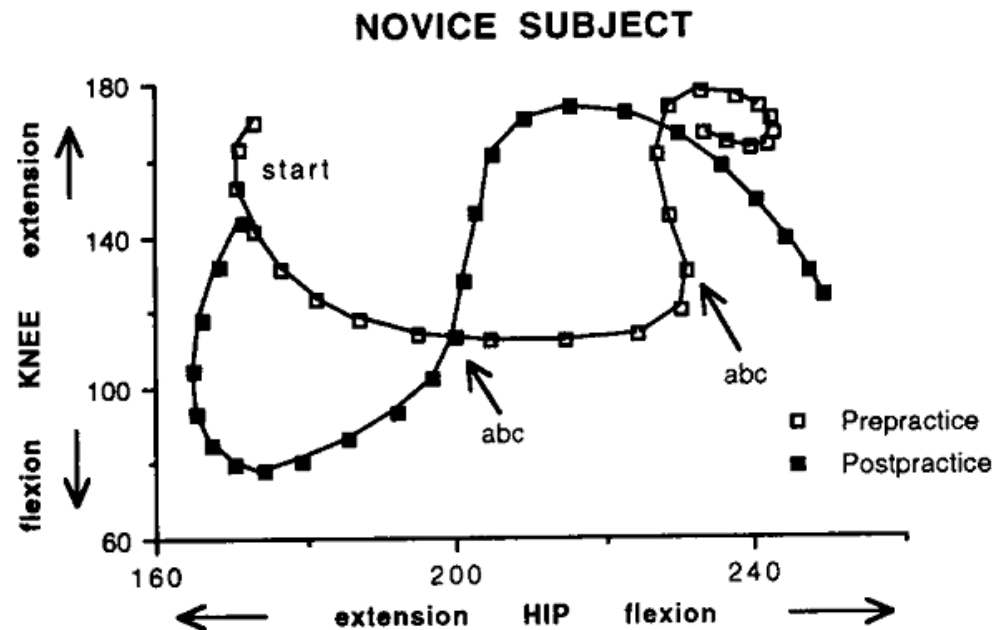


Diagrama ângulo-ângulo mostrando as mudanças de coordenação resultantes da prática para as relações do quadril e do joelho durante a execução de um chute de futebol.

Divisão do conceito (Coordenação) em duas partes (2ª parte):



As características do ambiente definem as características dos padrões de movimento da pessoa.

Coordenação do Movimento - Resumo

O movimento humano é realizado sob várias restrições de natureza biomecânica, anatômica, fisiológica, neural, ambiental e/ou relacionados à tarefa.

(Chiel & Beer, 1997; Zatsiorsky, 1998; Valero-Cuevas, 2005)

Graus de liberdade

Como o sistema nervoso controla os vários músculos e articulações envolvidos na produção de um dado padrão?

Para o desempenho de um movimento coordenado, o sistema nervoso tem que resolver o que ele chamou de “*Graus de liberdade*”

Os graus de liberdade de qualquer sistema refletem o número de elementos ou componentes independentes do sistema.

Os GL são usualmente utilizados para descrever o número de caminhos nos quais uma unidade de controle é capaz de se mover (Rose, 1997)

Graus de Liberdade

Por exemplo, nós podemos descrever o movimento humano a nível de articulações, músculos e/ou unidades motoras.

Se analisarmos o controle articular que realizamos para movimentar o braço podemos identificar 7 GL (3 GL no ombro, 1 GL no cotovelo, 1 GL na rádio-ulnar e 2 GL no punho)

O mesmo movimento se for analisado em relação ao controle muscular o número de GL sobe para 26.

Resolução dos Graus de Liberdade

Cinematicamente, o esqueleto humano pode ser tratado como uma estrutura em cadeia;

Nosso esqueleto é composto por 148 ossos móveis conectados por intermédio de vários tipos de articulação, resultando em 244 GL (Zatsiorky, 1998);

A mobilidade e a flexibilidade são moldadas por vários GL do sistema neuro músculo esquelético;

Ainda sabemos pouco sobre como estes GL são organizados para fazer os inúmeros movimentos corporais;

A resolução dos Graus de Liberdade foi inicialmente proposto pelo pesquisador russo Nicolai Bernstein entre 1930 a 1950, porém somente em 1967 foi de conhecimento do mundo ocidental;

Como pode ser criado um sistema de controle efetivo e eficiente, para que um sistema complexo, com muitos graus de liberdade, seja obrigado a agir de uma determinada forma?

O exemplo do helicóptero



Para o controle das ações do helicóptero, os engenheiros reduzem a complexidade da tarefas, criando instrumentos (alavancas e pedais) que controlam diversas funções simultaneamente.

Sistemas de controle de circuito aberto e de circuito fechado

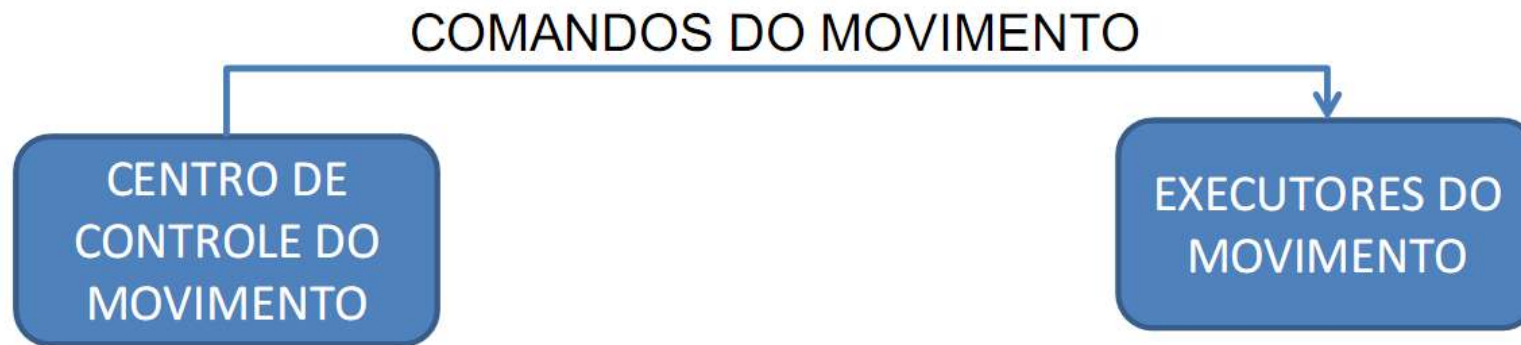
Sistemas que representam a descrição do processo de controle do movimento humano complexo, são fundamentais para descrever as diferentes formas utilizadas pelo sistema nervoso central e periférico para iniciar e controlar uma ação.

Centro de Controle

Executores

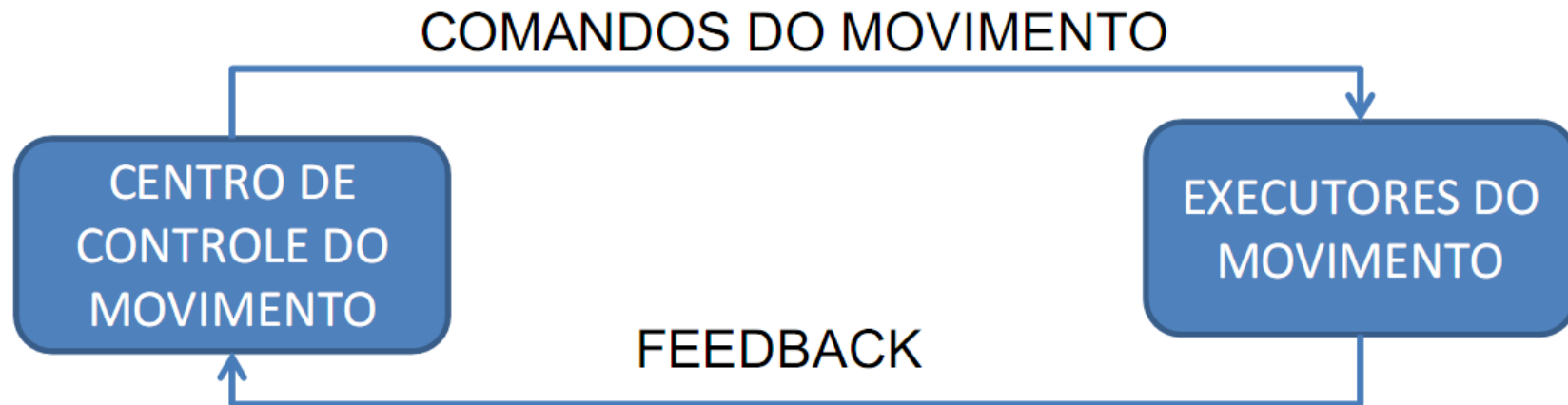
Músculos e articulações

Sistemas de controle de circuito aberto



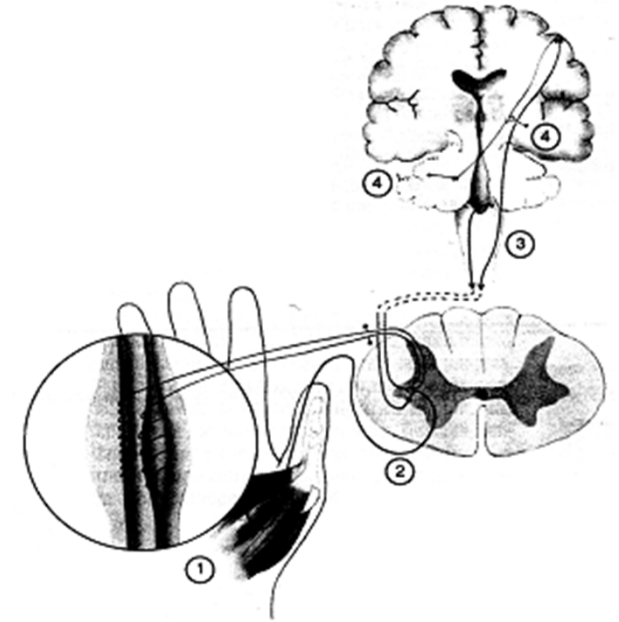
Exemplo: você programa o despertador de seu celular para tocar às 7h da manhã pois você deseja correr no setor de esportes da UFTM numa manhã ensolarada. Ele tocará às 7h da manhã seguinte, independente de uma eventual chuva que fará você desistir de sua corrida. Ou seja, o circuito é aberto e não recebe nenhum feedback para que a resposta possa ser diferente (no caso da chuva).

Sistemas de controle de circuito fechado



Exemplo: O termostato de alguns aparelhos de ar condicionado medem a temperatura ambiente e o mesmo é acionado apenas quando a temperatura for superior a um valor definido na programação. Ou seja, existe um feedback que informa que a temperatura atingiu um valor pré definido.

Dúvidas?



Teorias do Controle Motor

Prof. Dr. Jair Sindra Virtuoso Jr

Universidade Federal do Triângulo Mineiro

jair@ef.uftm.edu.br

Aula 9-10

Teorias do Controle Motor

Teoria baseada no Programa Motor – Considera a primazia do SNC no controle do movimento coordenado.

Teoria dos Sistemas Dinâmicos – considera a relação entre sujeito e ambiente como determinantes do controle do movimento coordenado.

Programa Motor Generalizado

Proposto por Richard Schmidt (1988): um PMG seria o responsável pelo controle de uma **classe de ações** e não um movimento (ou uma seqüência de movimentos).

Esta classe de ações são diferentes ações que tem características comuns, ou seja, são os aspectos invariantes de um PMG.

Os aspectos invariantes formam a base do que está armazenado na memória.

Programa Motor Generalizado

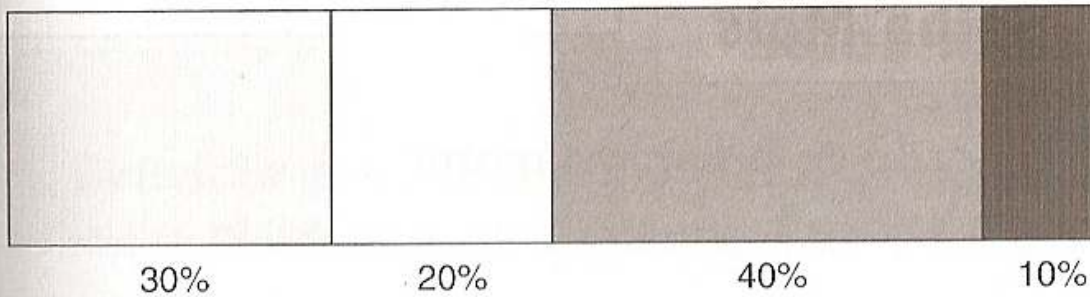
Para executar uma tarefa o sujeito precisa recuperar o programa na memória e depois acrescentar parâmetros específicos do movimento.

Exemplo no Esporte: Um jogador de basquetebol pode realizar uma bandeja em diferentes velocidades, mas mesmo assim o timing relativo, a força relativa e a seqüência dos movimentos são mantidos.

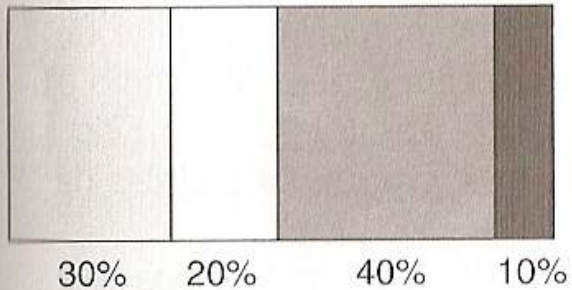
Diferentes velocidades: parametrização

Timing relativo, força relativa e seqüência: são os aspectos invariantes

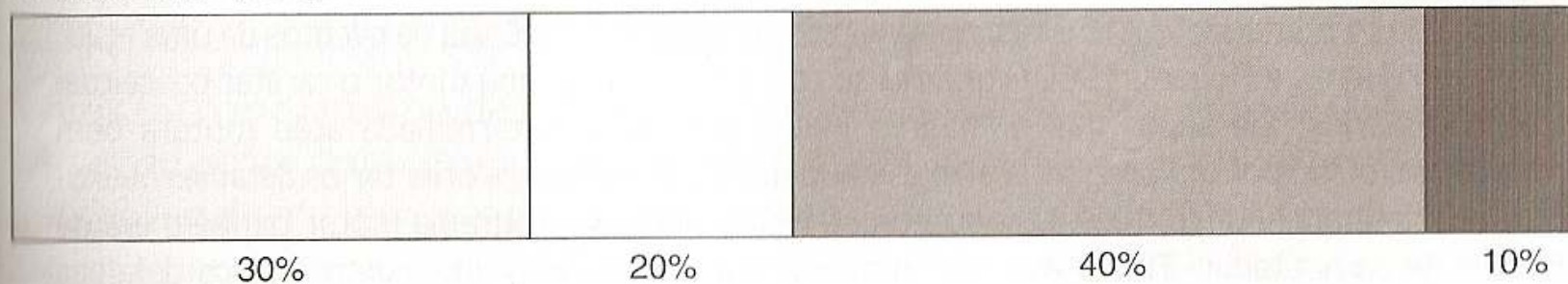
a. Velocidade normal (10 s)



b. Mais rápido (5 s)



c. Mais lento (15 s)



Escala de tempo (s)



Figura 2.1-3—Uma ilustração do tempo relativo invariante para um habilidade motora hipotética de quatro componentes quando (a) desempenhada normalmente com uma duração de 10 s, (b) desempenhada mais rapidamente com uma duração de 5 s e (c) desempenhada mais lentamente com uma duração de 15 s.

Aspectos da teoria do PMG que podem ser alterados:

Força total;

Tempo total;

Músculos utilizados.

Teoria do Esquema de Schmidt

Quando os indivíduos praticam uma classe específica de movimentos, eles adquirem um conjunto de regras, chamando ESQUEMA, que usam para realizar a parametrização para diferentes versões da ação.

Exemplos: atirar, chutar, andar e correr

Para Schmidt o que acontece não é o armazenamento de um programa motor para um movimento específico e sim relações básicas ou regras gerais sobre o movimento.

A Teoria do Esquema é baseada nas evidências de que toda vez que um movimento é realizado, quatro elementos de informação são acionados, são eles:

Condições iniciais – ponto de partida

Certos aspectos da ação motora – quão rápido, quão alto

Os resultados da ação – acerto ou erro

As conseqüências sensoriais da ação – como o praticante se sente após a ação

Teoria do Esquema de Schmidt

As relações entre estes itens de informação são usados para construir o **ESQUEMA DE MEMÓRIA** e o **ESQUEMA DE RECONHECIMENTO**

O **ESQUEMA DE MEMÓRIA** é baseado nas condições iniciais e nos resultados, sendo usado para gerar um programa motor para o novo objetivo.

O **ESQUEMA DE RECONHECIMENTO** é baseado nas ações sensoriais e no resultado.

Que bicho são esses?



Por que você classificou a maioria como cão?

Porque você tem no seu SNC um ESQUEMA para identificar um cão!

Na Aprendizagem Motora é semelhante: quando você tem a tarefa “chutar uma bola”, você recorre ao ESQUEMA “chutar”, onde você fará opções relativas às questões: Que bola é? Qual o tamanho dela? Conheço sua massa? Onde ela está? Para onde quero chutar? Com que velocidade? etc.

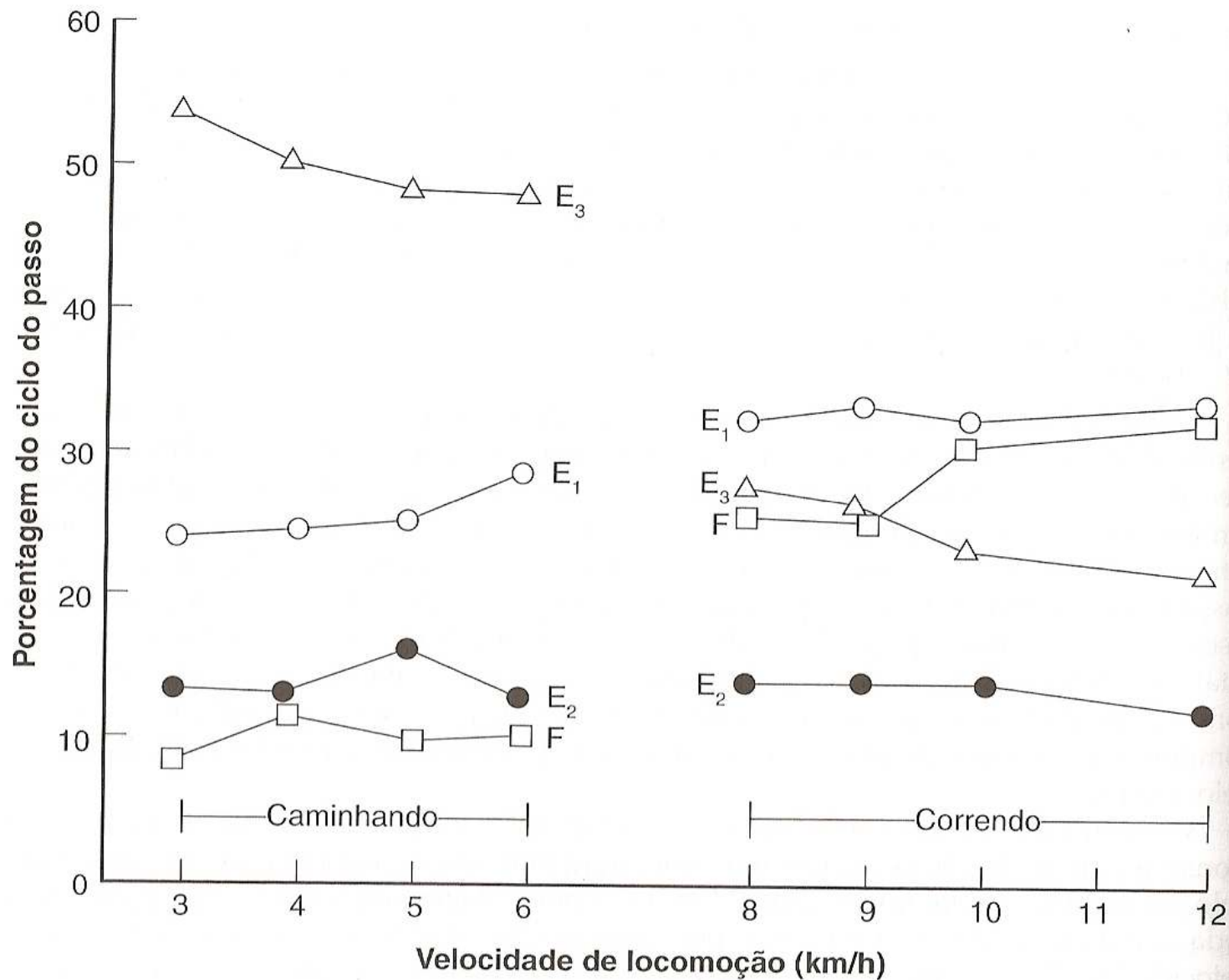


Figura 2.1-4 — Resultados do experimento de Shapiro et al., mostrando o timing relativo das fases do ciclo de quatro passadas (valores médios), determinado pela comparação das porcentagens de diferentes velocidades da locomoção. (De D. C. Shapiro et al., "Evidence for Generalized Motor Programs Using Gait-Pattern Analysis" em *Journal of Motor Behavior*, 13, 33-47, 1966. Direitos autorais da Heldref Publications, Inc. Washington DC. Reprodução autorizada.)

Teorias dos Sistemas dinâmicos

Essa teoria interessa saber como um sistema varia ao longo do tempo, passando de um estado estável para outro, devido ao efeito de uma variável específica.

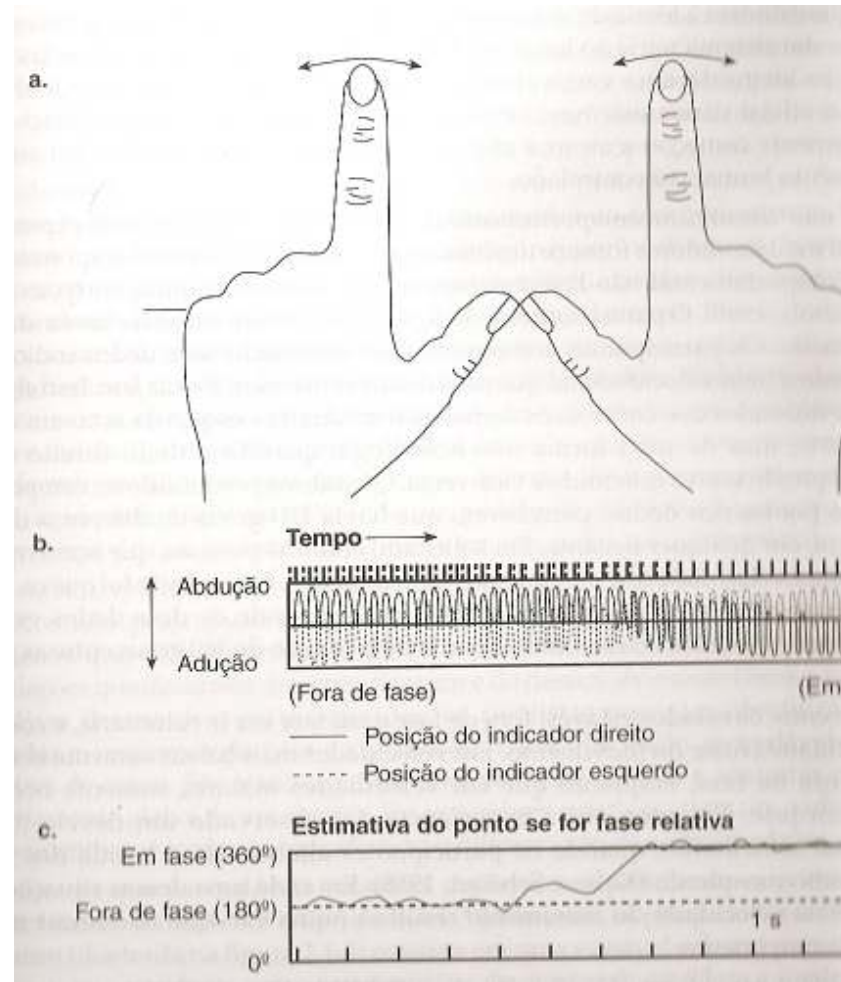


O controle motor humano deve ser tratado pela perspectiva da dinâmica não-linear

O conceito de **estabilidade** é diferente do conceito de **invariância**

O conceito de estabilidade constitui a essência das abordagens de sistemas dinâmicos

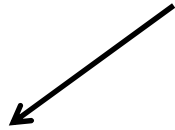
A estabilidade engloba a noção de variabilidade, observando que se um sistema estiver ligeiramente perturbado, ele retornará espontaneamente para um estado estacionário



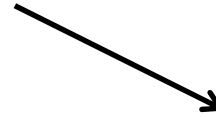
a) Mostra o posicionamento da mão e dos dedos para o desempenho da tarefa do movimento do dedo utilizado nos experimentos de Kelso

b) e c) Mostram a posição do movimento da ponta dos dedos em função do tempo, com aumento da freqüência durante o movimento

Os estados estacionários comportamentais estáveis de sistemas são conhecidos como atraidores (ou estados atraidores)



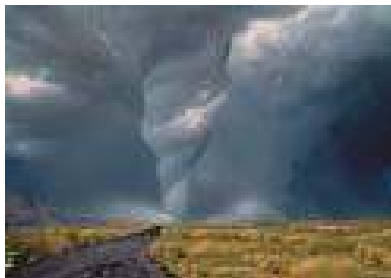
Estados estáveis
caracterizados por uma
variabilidade comportamental
mínima



Estados ideais de energia
suficiente

Auto-organização

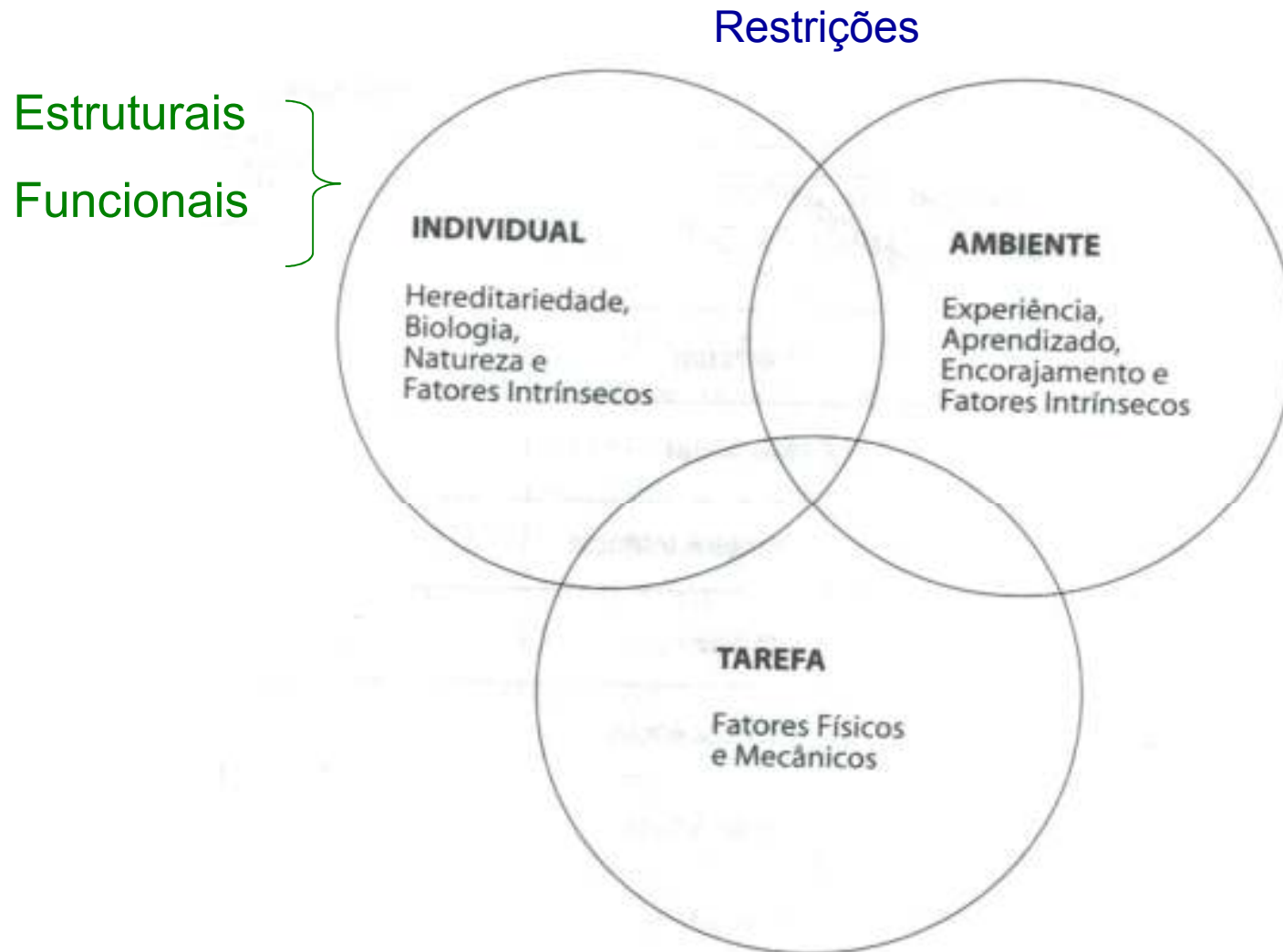
Quando certas condições caracterizam uma situação, surge um padrão específico estável de comportamento.



Ex no mundo físico
Formação de furacões
Em certas condições de
vento e temperatura os
furacões se formam

Fatores que influenciam a habilidade motora

Modelo de Newell (1986)



Dúvidas!

Atividade Dirigida

Estudo dirigido!

- 1) Procure em sites de buscas genéricos a exemplo do google (<http://www.google.com>) ou ainda, em sites especializados de buscas, BIREME (<http://www.bireme.br/php/index.php>) textos que abordem a Teoria dos Sistemas dinâmicos!
- 2) Atividade Dirigida: Teoria baseada no programa motor **Versus** Teoria dos Sistemas dinâmicos (preparo para a próxima aula).
- 3) Questões para estudo (entregar na próxima aula).

Disponível no link: www.virtuosojrwebnode.com.br

Login: educa01@hotmail.com senha: educa01