

## AGRADECIMENTOS

A todos aqueles que contribuíram para realização desse trabalho:

Ao Prof. Dr. Go Tani, pela credibilidade e paciência infinitas;

A Profa. Dra. Marize Cisneiros, pelo compartilhamento de valores e princípios;

Ao Prof. Dr. Luis Coelho, da Poli/USP, pela ajuda incansável nos ajustes do sistema de captação de dados;

Ao Prof. Dr. Antônio Carlos Pião, do IGCE/UNESP – Rio Claro, pelas orientações nos tratamentos estatísticos;

Ao Cmt. Ten Cel PM Waldir Ferreira da Silva e ao Major José Marcelino Teodoro Neto em nome do qual agradeço a todos os alunos do 36º BPMI - Curso de Formação de Soldados – Limeira, São Paulo, que voluntariamente aceitaram participar dessa pesquisa;

Ao Cmt. Cel PM Paulo Cesar Franco, em nome do qual agradeço a todos aqueles alunos do Centro de Formação de Soldados CFSd – Pirituba, São Paulo - que voluntariamente aceitaram participar dessa pesquisa;

As queridas Letícia e Déborah, pela ajuda na coleta de dados;

Aos membros do LACOM pelo convívio e discussões, em especial, aos amigos Orlando, Cleverton, Meico e Rejane.

Aos amigos da querida “Esquadrilha” (Aparecida, Letícia, Sérgio, Luciano, Prista e Claire) pelos ensinamentos oriundos das noites cantantes;

Aos amigos Alessandro Nicolai Ré e Claudia Ruberg, pelo companheirismo;

Ao querido e inestimável Luciano Basso, pelo saudável embate de idéias e conceitos e pelo compartilhamento de valores, princípios, espaço físico e amigos!

Ao melhor amigo Marco Escher, pela revisão do texto e por ser o melhor dos amigos;

Aos meus pais Alfredo e Thereza e meus irmãos Vera, Rosa e Pepone, sem os quais qualquer projeto de vida seria inviável!

Aos funcionários da secretaria de Pós-graduação, da secretaria do Departamento de Pedagogia, da Direção, da Biblioteca, da Reprografia, da Tesouraria, da Recepção e da Limpeza da EEFÉ-USP que, sem esquecer o profissionalismo, tornam tão familiar e agradável o ambiente dessa Escola;

A CAPES, pela bolsa PQI, que viabilizou essa pesquisa;

A DEUS, que me carregou quando faltaram forças.

A todos, MUITO OBRIGADA!

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS .....	v
LISTA DE FIGURAS .....	vii
LISTA DE QUADROS .....	x
LISTA DE ANEXOS .....	xi
LISTA DE APÊNDICES.....	xii
RESUMO .....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 OBJETIVOS e DELIMITAÇÃO.....	7
2.1 Objetivo geral.....	7
2.2 Objetivos específicos.....	7
2.3 Delimitação .....	7
3 REVISÃO DA LITERATURA .....	8
3.1 A abordagem sistêmica .....	8
3.1.2 Sistemas complexos e a noção de complexidade no processo de aprendizagem motora .....	13
3.2 O aumento de complexidade e a redundância do sistema.....	21
3.2.1 A informação e a estrutura hierárquica das organizações .....	29
3.3 Estabilidade, perturbação e instabilidade.....	34
3.3.1 A noção de adaptação .....	38
3.4 Os modelos sistêmicos de equilíbrio e não-equilíbrio em aprendizagem motora .....	41
3.4.1 O modelo do Processo Adaptativo na aprendizagem motora .....	45
3.4.2 Evidências do modelo do processo adaptativo.....	48

3.4.3	A formação e a reorganização da estrutura na tarefa de rastreamento de um padrão luminoso.....	57
4	MATERIAIS E MÉTODO.....	60
4.1	Sujeitos.....	60
4.2	A tarefa.....	61
4.3	Equipamento e procedimentos.....	62
4.4	Variáveis.....	63
4.5	Redução dos dados .....	65
4.6	Delineamentos.....	66
4.7	Tratamento estatístico .....	67
5	RESULTADOS .....	68
5.1	Experimento 1 .....	68
5.1.1	Análise descritiva .....	68
5.1.2	Análise inferencial .....	77
5.2	Experimento 2 .....	85
5.2.1	Análise descritiva .....	87
5.2.2	Análise inferencial .....	96
5.3	Experimento 2 – Reagrupamento dos dados para análise comparativa dos sujeitos que alcançaram o critério precocemente com os que alcançaram tardiamente ou não o alcançaram .....	115
5.3.1	Análise descritiva .....	116
5.3.2	Análise inferencial .....	119
6	DISCUSSÃO .....	125
7	CONCLUSÕES .....	135
	REFERÊNCIAS .....	136
	ANEXOS .....	150
	APÊNDICES.....	217

## LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1 - Média e desvio padrão da idade nos seis grupos do Experimento 1.....	61
TABELA 2 - Média e desvio padrão da idade nos seis grupos do Experimento 2.....	61
TABELA 3 - Resultados da Análise de Variância com medidas repetidas para hipótese de nenhum efeito do tempo (Experimento 1).....	78
TABELA 4 - Resultados da Análise de Variância com medidas repetidas para hipótese de nenhum efeito entre os grupos (Experimento 1).....	79
TABELA 5 - Resultados da Análise de Variância com medidas repetidas para hipótese de nenhum efeito de interação entre os grupos e blocos (Experimento 1).....	80
TABELA 6 - Resultados do teste <i>post hoc</i> Ryan, Einot, Gabriel e Welsch (R-E-G-W) para as respostas antecipatórias.....	81
TABELA 7 - Resultados do teste <i>post hoc</i> Ryan, Einot, Gabriel e Welsch (R-E-G-W) para as respostas corretas (Experimento 1).....	82
TABELA 8 - Resultados do teste <i>post hoc</i> Ryan, Einot, Gabriel e Welsch (R-E-G-W) para as respostas erradas.....	83
TABELA 9 - Resultados do teste <i>post hoc</i> Ryan, Einot, Gabriel e Welsch (R-E-G-W) para as respostas omissas.....	84
TABELA 10 - Resultados da Análise de Variância com medidas duplamente repetidas para as respostas antecipatórias, corretas, erradas e omissas.....	98
TABELA 11 - Resultados da Análise de Variância com medidas repetidas para hipótese de nenhum efeito do tempo.....	99
TABELA 12 - Resultados da Análise de Variância com medidas repetidas para	

hipótese de nenhum efeito entre os grupos.....	100
TABELA 13 - Resultados da Análise de Variância com medidas repetidas para hipótese de nenhum efeito de interação entre os grupos e blocos	101
TABELA 14 - Resultados do teste <i>post hoc</i> Ryan, Einot, Gabriel e Welsch (R-E-G-W) para as respostas antecipatórias, corretas, erradas e omissas nos seis grupos do Experimento 2.....	102
TABELA 15 - Grupos dos sujeitos precoces e tardios formados pelos grupos G1, G2, G3 e grupos dos sujeitos precoces e tardios formados pelos grupos G4, G5 e G6 e o respectivo n.....	116
TABELA 16 - Resultados da Análise de Variância com medidas repetidas para hipótese de nenhum efeito entre os grupos.....	119
TABELA 17 - Resultados da Análise de Variância com medidas repetidas para hipótese de nenhum efeito de interação entre grupos e blocos.....	120
TABELA 18 - Resultados do teste <i>post hoc</i> Ryan, Einot, Gabriel e Welsch (R-E-G-W) para as respostas antecipatórias, corretas, erradas e omissas nos grupos GA, GB, GC e GD.....	121

## LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1 – Representação esquemática dos ciclos sucessivos de Instabilidade-Estabilidade-Instabilidade no Processo Adaptativo...	4
FIGURA 2 – Ponto de desafio para aprendizagem para iniciantes, intermediários, habilidosos e peritos .	27
FIGURA 3 – As fases fundamentais do Processo Adaptativo	46
FIGURA 4 – Modelo de não-equilíbrio de aprendizagem motora	47
FIGURA 5 – Representação gráfica do equipamento	62
FIGURA 6 – Esquema representativo da situação de coleta de dados	63
FIGURA 7 – Tipos de resposta do sistema: E1 = estímulo 1; E2 = estímulo 2; R1 = resposta 1; R2 = resposta 2 e R3 = resposta 3	64
FIGURA 8 – Esquema ilustrativo das fases e blocos dos Experimentos 1 e 2	65
FIGURA 9 – Proporções de respostas omissas, erradas, corretas e antecipatórias nos G1, G2, G3, G4, G5 e G6, por blocos de tentativas	70
FIGURA 10 – Média e erro padrão das respostas omissas dos G1, G2, G3 e G4, G5, G6, por blocos de tentativas	73
FIGURA 11 – Média e erro padrão das respostas erradas dos G1, G2, G3 e G4, G5, G6, por blocos de tentativas	74
FIGURA 12 – Média e erro padrão das respostas corretas dos G1, G2, G3 e G4, G5 e G6, por blocos de tentativas	75
FIGURA 13 – Média e erro padrão das respostas antecipatórias dos G1, G2, G3 e G4, G5, G6, por blocos de tentativas	76
FIGURA 14 – Esquema ilustrativo dos grupos originais e os reagrupamentos do Experimento 2	87
FIGURA 15 – Proporção de respostas omissas, erradas, corretas e	

antecipatórias no G1, por blocos de tentativas.....	87
FIGURA 16 – Proporção de respostas omissas, erradas, corretas e antecipatórias no G2, por blocos de tentativas.....	88
FIGURA 17 – Proporção de respostas omissas, erradas, corretas e antecipatórias no G3, por blocos de tentativas.....	88
FIGURA 18 – Proporção de respostas omissas, erradas, corretas e antecipatórias no G4, por blocos de tentativas.....	92
FIGURA 19 – Proporção de respostas omissas, erradas, corretas e antecipatórias no G5, por blocos de tentativas.....	92
FIGURA 20– Proporção de respostas omissas, erradas, corretas e antecipatórias no G6, por blocos de tentativas.....	93
FIGURA 21 – Média das respostas omissas dos grupos G1, G2, G3, G4, G5 e G6 ao longo dos blocos.....	94
FIGURA 22 – Média das respostas erradas dos grupos G1, G2, G3, G4, G5 e G6 ao longo dos blocos.....	94
FIGURA 23 – Média das respostas corretas dos grupos G1, G2, G3, G4, G5 e G6 ao longo dos blocos.....	95
FIGURA 24 – Média das respostas antecipatórias dos grupos G1, G2, G3, G4, G5 e G6 ao longo dos blocos.....	95
FIGURA 25 - Representação dos dois ciclos consecutivos de Instabilidade-Estabilidade-Instabilidade e os respectivos blocos de prática.....	97
FIGURA 26 - Média das respostas antecipatórias dos grupos G1, G2, G3, G4, G5 e G6 no primeiro (B1, B10, B11) e no segundo ciclo I-E-I (B11, B20, B21).....	103
FIGURA 27 - Média das respostas corretas dos grupos G1, G2, G3, G4, G5 e G6 no primeiro (B1, B10, B11) e no segundo ciclo I-E-I (B11, B20, B21).....	105
FIGURA 28 - Média das respostas erradas dos grupos G1, G2, G3, G4, G5 e G6 no primeiro (B1, B10, B11) e no segundo ciclo I-E-I (B11, B20, B21).....	105



FIGURA 29 - Média das respostas omissas dos grupos G1, G2, G3, G4, G5 e G6 no primeiro (B1, B10, B11) e no segundo ciclo I-E-I (B11, B20, B21).....	106
FIGURA 30 - Média das respostas antecipatórias, corretas, erradas e omissas do grupo G1 no primeiro ciclo I-E-I (B1, B10, B11) e no segundo ciclo (B11, B20, B21).....	107
FIGURA 31 - Média das respostas antecipatórias, corretas, erradas e omissas do grupo G2 no primeiro ciclo I-E-I (B1, B10, B11) e no segundo ciclo (B11, B20, B21).....	109
FIGURA 32 - Média das respostas antecipatórias, corretas, erradas e omissas do grupo G3 no primeiro ciclo I-E-I (B1, B10, B11) e no segundo ciclo (B11, B20, B21).....	110
FIGURA 33 - Média das respostas antecipatórias, corretas, erradas e omissas do grupo G4 no primeiro ciclo I-E-I (B1, B10, B11) e no segundo ciclo (B11, B20, B21).....	111
FIGURA 34 - Média das respostas antecipatórias, corretas, erradas e omissas do grupo G5 no primeiro ciclo I-E-I (B1, B10, B11) e no segundo ciclo (B11, B20, B21).....	113
FIGURA 35 - Média das respostas antecipatórias, corretas, erradas e omissas do grupo G6 no primeiro ciclo I-E-I (B1, B10, B11) e no segundo ciclo (B11, B20, B21).....	114
FIGURA 36 – Média das respostas antecipatórias, corretas, erradas e omissas dos sujeitos precoces (GA) e tardios (GB) nos grupos G1, G2 e G3.....	117
FIGURA 37 – Média das respostas antecipatórias, corretas, erradas e omissas dos sujeitos precoces (GC) e tardios (GD) nos grupos G4, G5 e G6.....	118

## LISTA DE QUADROS

	Página
QUADRO 1 – Quadro-resumo de estudos realizados sob a abordagem do Processo Adaptativo.....	49
QUADRO 2 – Intervalos Inter Estímulos (IIE) e seqüência dos sinais luminosos dos seis grupos do Experimento 1.....	65
QUADRO 3 – Intervalos Inter Estímulos (IIE) nas fases de Estabilização, Adaptação I e Adaptação II e seqüência dos sinais luminosos dos seis grupos do Experimento 2.....	66

## LISTA DE ANEXOS

	Página
ANEXO I - Formulário de consentimento.....	150
ANEXO II - Percentuais das respostas do Experimento 1.....	153
ANEXO III - Medidas de média e erro-padrão do Experimento 1.....	155
ANEXO IV - Output do SAS da análise multivariada de medidas repetidas para as respostas omissas, erradas, corretas e antecipatórias do Experimento 1.....	156
ANEXO V - Percentual das respostas do Experimento 2.....	176
ANEXO VI - Medidas de média e erro-padrão do Experimento 2.....	178
ANEXO VII - Resultados da ANOVA Two-Way para hipótese de nenhum efeito de interação entre os grupos e os blocos B9, B10, B19 e B20 para respostas omissas, erradas, corretas e antecipatórias do Experimento 2.....	180
ANEXO VIII - Output do SAS da análise de variância two-way dos blocos B9, B10, B19 e B20 para respostas omissas, erradas, corretas e antecipatórias do Experimento 2.....	181
ANEXO IX - Output do SAS da análise multivariada de medidas repetidas para as respostas omissas, erradas, corretas e antecipatórias do Experimento 2 .....	188

## LISTA DE APÊNDICES

	Página
APÊNDICE 1 - Respostas individuais por blocos de tentativas dos grupos G1, G2, G3, G4 e G5 do Experimento 1.....	217
APÊNDICE 2 - Respostas individuais por blocos de tentativas dos grupos G1, G2, G3, G4 e G5 do Experimento 2.....	232

## RESUMO

## O CICLO INSTABILIDADE-ESTABILIDADE-INSTABILIDADE NO PROCESSO ADAPTATIVO EM APRENDIZAGEM MOTORA

Autor: MARIA TERESA CATTUZZO

Orientador: PROF.DR. GO TANI

O objetivo foi investigar a aquisição de habilidades motoras, no modelo do Processo Adaptativo, testando dois ciclos de Instabilidade-Estabilidade-Instabilidade (I-E-I). Duzentos e quarenta homens adultos jovens participaram de dois experimentos realizando uma tarefa seriada de rastreamento. As variáveis dependentes foram as respostas omissas, erradas, corretas e antecipatórias. O Experimento 1 testou o efeito dos Intervalos Inter-Estímulos (IIEs) em uma fase de aquisição num delineamento com seis grupos (300, 400, 500, 600, 700 e 800 ms de IIE); os testes estatísticos indicaram efeito de interação de grupos e blocos em todas as respostas. Com base nesses resultados foi elaborado o experimento principal com a mesma tarefa, num delineamento de três fases (Estabilização, Adaptação I e II) com o intuito de analisar o efeito dos ciclos I-E-I e dos IIEs no desempenho. Foram testados seis grupos nos quais os IIEs eram modificados de uma fase para outra. Os testes estatísticos mostraram efeito de interação entre grupos e blocos para os quatro tipos de resposta. Em seu conjunto, os resultados indicam que a aquisição de habilidades se dá mediante sucessivos ciclos de estabilização-adaptação, que leva ao aumento de complexidade; houve efeito do nível de estabilização alcançado no primeiro ciclo para o segundo ciclo de I-E-I e da magnitude da perturbação; a redundância inicial na estrutura teve efeito no desempenho em respostas funcionais ao longo dos ciclos.

Palavras-chave: Aprendizagem motora, processo adaptativo, ciclo instabilidade-estabilidade-instabilidade

## ABSTRACT

THE INSTABILITY–STABILITY-INSTABILITY CYCLE IN THE ADAPTIVE PROCESS  
OF MOTOR LEARNING

Author: MARIA TERESA CATTUZZO

Adviser: PROF. DR. GO TANI

The aim of this study was to investigate the acquisition of motor learning as proposed by Adaptive Process model of motor learning by testing two Instability-Stability-Instability cycles (IN-ST-IN). Two hundred and forty young adult men participated in the two experiments in which a serial tracking task was used. The dependent variables were anticipatory, correct, incorrect and omission responses. The first experiment tested the effect of the Inter-Stimuli-Intervals (ISI) in an acquisition phase with a design comprised by six groups (300, 400, 500, 600, 700 e 800 ms of ISI); the MANOVA statistics (6 Groups X 3 Blocks) indicated interaction effect in all responses. Based on these results the main experiment was set up with a design of three phases (Stabilization, Adaptation I and II) with the aim to analyze the effect of the IN-ST-IN cycles and the ISIs on four responses. Six groups were tested in which the ISI were modified in each phase. The MANOVA statistics (6 Groups X 5 Blocks) indicated interaction effect in all responses. In sum, the results indicated that the acquisition process of motor skills takes place in the course of successive stabilization-adaptation cycles that lead to the increase to system's complexity; there was observed effect of the first cycle stabilization level on the second cycle; the early redundancy in the structure had effect on the functional responses performance, throughout the cycles.

Keywords: motor learning, instability-stability-instability cycle, adaptive process