



Universidade Federal
do Rio de Janeiro



Universidade Federal do Rio de Janeiro
Programa de Pós-graduação em Informática

Paula Andréa Prata Ferreira

UM PROJETO ARQUITETURAL PARA SISTEMAS NEUROPEDAGÓGICOS INTEGRADOS

Rio de Janeiro
2009

Paula Andréa Prata Ferreira

Um projeto arquitetural para sistemas
neuropedagógicos integrados

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Informática (PPGI), Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de mestre em Informática.

Orientador: Carlo Emmanoel Tolla de Oliveira

Rio de Janeiro

2009

F245 Ferreira, Paula Andréa Prata.

Um Projeto arquitetural para sistemas neuropedagógicos integrados / Paula Andréa Prata
Ferreira – Rio de Janeiro, PPGI/IM/NCE/UFRJ, 2009.
161 f. :il.

Dissertação (mestrado em Informática – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto
de Matemática, Núcleo de Computação Eletrônica, 2009.

Orientador: Carlo Emmanoel Tolla de Oliveira

1. Arquitetura de sistemas – Teses. 2. Sistemas neuropedagógicos – Teses . 3. Sistemas
integrados – Teses. I. Carlo Emmanoel Tolla de Oliveira (Orient.). II. Universidade Federal
do Rio de Janeiro, Instituto de Matemática, Núcleo de Computação Eletrônica. III. Título

CDD

Paula Andréa Prata Ferreira

Um projeto arquitetural para sistemas neuropedagógicos integrados

Dissertação submetida ao corpo docente do Programa de Pós-graduação em Informática, Instituto de Matemática, Núcleo de Computação Eletrônica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Informática

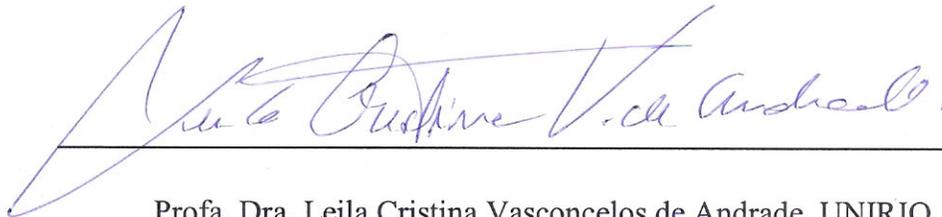
Aprovada em: Rio de Janeiro, 16 fevereiro de 2009



Prof. Carlo Emmanoel Tolla de Oliveira, Ph.D., NCE e PPGI/UFRJ (orientador)



Prof. Marcos da Fonseca Elia, Ph.D., NCE e PPGI/UFRJ



Prof. Dra. Leila Cristina Vasconcelos de Andrade, UNIRIO



Prof. Dr. Paulo Sergio Sgarbi Goulart, ProPEd-UERJ

*Para Conceição Prata,
minha primeira grande mestre e mãe.
Aquele que ensinou e exerceu a educação
ao longo de toda sua vida
e dedicou seu amor incondicional
para que eu pudesse chegar até aqui.*

Agradecimentos

Para chegar até aqui foram necessários dedicação, muita fé, coragem, humildade, amor aos estudos e lealdade com o compromisso assumido. Porém, todos esses elementos não seriam suficientes se não tivesse tido pessoas queridas que me apoiaram e incentivaram. A todos aqueles que acreditaram e me apoiaram, quero deixar meus sinceros agradecimentos.

Primeiramente a Deus, minha fonte de fé e força para chegar até aqui.

Minha mãe, irmãos e sobrinho pela segurança emocional, confiança inabalável, compreensão em todos os momentos de ausência e incentivo para enfrentar todas as adversidades pertinentes a essa etapa da vida. O apoio de vocês foi fundamental nessa jornada, de onde saímos mais fortalecidos e unidos pelos sentimentos de respeito mútuo e amor incondicional que nos agregam em uma família verdadeira.

Ao meu orientador Carlo Tolla, que me acolheu, apoiou esse trabalho do princípio ao fim e não desanimou diante do inesperado, contribuindo para que toda essa jornada fosse cumprida.

Ao professor Marcos Elia pela dedicação, respeito, compromisso e exemplo do mais profundo amor pelo ato de educar. Seu exemplo jamais será esquecido por mim.

Ao professor Paulo Sgarbi por me iluminar com ideias maravilhosas para futuros trabalhos.

Aos professores e amigos Daniele Monteiro e André Luiz Lourenço, que escreveram as cartas de recomendação para que eu concorresse ao mestrado. Professores que, ao assinarem uma carta, assinavam também confiança, incentivo e certeza de que eu chegaria ao final dessa jornada.

À minha queridíssima e inestimável professora de ginásio Regina Célia Figueiredo Nunes, que plantou em mim todo o amor pelas palavras, além de deixar as mais profundas marcas de dedicação e amor ao ato de educar o próximo.

À minha amiga Cleo Weber, que esteve ao meu lado por infinitos momentos, compartilhando de dificuldade e ajudando a procurar soluções de forma incansável. Agradeço por sua imensa dedicação, generosidade e amizade fiel.

À minha amiga Ana Cláudia Rocha, poucas seriam as linhas para discorrer sobre a criatura humana, generosa e de caráter reto que você é. Agradeço pela convivência, exemplo profissional e

amizade fiel. Agradeço também pela oportunidade de ter recebido de você um olhar imparcial em momentos cruciais de nossa convivência, responsável por gerar toda a diferença.

À Aline Machado Gomes, que compartilhou sua experiência, orientação e conhecimento de forma generosa e desprendida. Além disso, ensinou mantra, alegrou e iluminou a todos nós com sua presença. Você nos deu a oportunidade de conviver com sua figura humana e dividiu conosco o seu saber. Meu muito obrigada pela oportunidade de ter vivenciado momentos tão enobrecedores ao seu lado. O presente trabalho contou muito com sua dedicação para que pudesse chegar ao fim.

Ao amigo Felipe Dias, que partilhou de seu conhecimento, experiência e dedicação. Agradeço também a confiança, o apoio valioso, o zelo, suas palavras carinhosas e orientações sensatas e justas.

À família Chagas pela amizade, torcida, incentivo e pelo exemplo de sempre acreditar em dias melhores.

À minha amiga Catarina por todo incentivo, apoio, sinceras orações e amizade fiel.

Ao meu amigo Chrystiano Araújo por todo apoio, dedicação, palavras sinceras, exemplo de talento, profissionalismo e amizade fiel.

À funcionária e amiga Lina Marchese pela figura humana, por toda sua dedicação, empenho e dignidade para com o próximo.

Aos dedicados “meninos do CPII” – Thiago Herrera, Wander Ribeiro, Jefferson Rangel, Antônio Lemos, Sandro Saporito e Gabriel de Almeida - por todo empenho, dedicação e seriedade na realiza desse trabalho.

Aos colegas de mestrado das disciplinas de neuropedagogia e POO que tanto contribuíram para que chegássemos aqui.

Aos colegas professores e amigos Eliana Mara e Vagner Azevedo por todo apoio, incentivo e ajuda nas horas derradeiras.

À Geny Nunes pelo exemplo e dedicação profissional, fundamentais para que eu chegasse dignamente ao final desse processo.

Resumo

FERREIRA, Paula Andréa Prata. **Um projeto arquitetural para sistemas neuropedagógicos integrados.** 2009. 162 f. Dissertação (mestrado em Informática) – Programa de Pós-graduação em Informática, Instituto de Matemática, Núcleo de Computação Eletrônica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

O desenvolvimento cognitivo é condição *sine qua non* para o desenvolvimento pleno do ser humano. O indivíduo cumpre seu ideal de desenvolvimento cognitivo mediante a uma série de condições endógenas e exógenas. Dessa forma, é importante fornecer mecanismos de acesso ao desenvolvimento cognitivo de forma ampla e democrática. O presente trabalho apresenta um modelo arquitetural para realização de jogos neuropedagógicos e de sistemas integrados de plataformas para atendimento a crianças de diferentes grupos de risco.

Abstract

FERREIRA, Paula Andréa Prata. **Um projeto arquitetural para sistemas neuropedagógicos integrados.** 2009. 162 f. Dissertação (mestrado em Informática) – Programa de Pós-graduação em Informática, Instituto de Matemática, Núcleo de Computação Eletrônica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

The cognitive development is sine qua non condition for the human being's full development. The individual accomplishes his ideal of development cognitive through a series of endogenous and exogenous conditions. In that way, it is important to supply access mechanisms to the cognitive development in a wide and democratic way. The present work presents an architectural model for accomplishment of neuropedagogical games and an integrated system of platforms for the service to children of different risk groups.

Lista de figuras

Figura 2.1 – Teorias do desenvolvimento cognitivo segundo Flavell.....	27
Figura 2.2 – Processamento de informações pelo sistema cognitivo	28
Figura 2.3 – Canais morfogenéticos da espécie humana.....	33
Figura 2.4 – Capacidade dos canais morfogenéticos.....	34
Figura 2.5 – Linguagens-código.....	35
Figura 2.6 – Conjunto de habilidades que serão trabalhadas através da elaboração dirigida em diferentes jogos computacionais.....	37
Figura 2.7 – Três tipos de risco ao desenvolvimento cognitivo	39
Figura 3.1 – Definição de cognição segundo Myers	43
Figura 3.2 – Interação homem-computador (IHC)	45
Figura 3.3 – Design de interação, disciplinas.....	46
Figura 3.4 - Processo da cognição e metacognição.....	48
Figura 3.5 - Projetar a interação para melhorar a zona proximal de planejamento.....	49
Figura 4.14 – Modelo de três camadas	55
Figura 4.15 – Camada modelo, controle e o fluxo de informações para auto-regulação	55
Figura 4.16 – Estudo conceitual para elaboração da API.....	57
Figura 4.17 – Diagrama de casos de uso sobre a sessão do jogo	59
Figura 4.18 – (1) Aplicação cliente-jogador, (2) cliente-aplicador, (3) e (4) aplicação servidor	60
Figura 5.1 – Jogo Vygotsky em duas versões	66
Figura 5.2 – Jogo Vygotsky com barra lateral para ajuste	66
Figura 5.3 – Jogo de atenção focal com <i>feedback</i> na tela.....	67
Figura 5.4 – Jogo de atenção focal com barra lateral para ajuste.....	67
Figura 5.5 – <i>Wiki</i> desenvolvida pela turma de neuropedagogia.....	72
Figura 5.6 – Cenário modular do jogo original	75
Figura 5.7 – Cenário modular em detalhes.....	75
Figura 5.8 – Barra de personagens	77
Figura 5.9 – Barra de personagens inclusa no cenário do jogo.....	77
Figura 5.10 – Barra de personagens a parte do cenário do jogo.....	77
Figura 5.11 – Tela inicial do jogo Cria Conto.....	78
Figura 5.12 – Tela do mediador	79
Figura 5.13 – Personagem mediador do jogo.....	79
Figura 5.14 – Zona de visualização.....	80
Figura 5.15 – Diagrama de pacotes	87
Figura 5.16 – <i>Wiki</i> da turma de programação.....	88
Figura 5.17 – Conjunto de dez jogos postados na <i>wiki</i>	88
Figura 5.18 – Análise espectral das variáveis	89
Figura 5.19 - Exemplo do estudo espectral envolvido na composição da interface com elementos bidimensionais.....	90
Figura 5.20 – Variação do jogo para atenção seletiva com o uso de ícones tridimensionais... 90	90
Figura 5.21 – Exemplo de movimentação de peças no tabuleiro em jogo para atenção dividida com muitas peças.....	92
Figura 5.22 – Exemplo de movimentação de peças no tabuleiro em jogo para atenção dividida com poucas peças	92
Figura 5.23 - Jogos idealizados para trabalhar a atenção seletiva realizados com o <i>framework Phidias</i> com ícones bidimensionais e tridimensionais de várias cores	93
Figura 5.24 – Jogo dos Elásticos original.....	94
Figura 5.25 – Composição de peças e tabuleiro do jogo concreto	94

Figura 5.26 – Interface do Jogo dos Elásticos	96
Figura 6.1 – Conjunto de plataformas que compõe o projeto	102
Figura 6.2 – Diagrama de casos de uso sobre o acolhimento da criança nas plataformas de atendimento	104
Figura 6.4 – Tela de abertura da plataforma CRISTAAL	106
Figura 6.5 – Tela de abertura da Plataforma Neurolab INES.....	107
Figura 6.6 – Tela de abertura da plataforma Neurolab IBC	108
Figura 6.7 – Tela de abertura da plataforma EsGRIMA	108
Figura 6.8 – Divisão da plataforma EsGRIMA	109
Figura 6.9 – Seção de cadastro da plataforma EsGRIMA.....	109
Figura 6.10 – Seção de testes da plataforma EsGRIMA	110
Figura 6.11 – Seção de jogos da plataforma EsGRIMA	111
Figura 6.12 – Tela de abertura da plataforma OURO	112
Figura 6.13 – Tela de abertura do Neurolab INES	112
Figura 6.14 – Tela de abertura do Neurolab IBC	113
Figura 6.15 – Tela de abertura da plataforma Sala da PAZ	113
Figura 6.16 – Tela de abertura da plataforma Neurolog.....	114
Figura 6.17 – Modelo de três camadas para desenvolvimento das plataformas.....	115
Figura 6.18 – Marca da plataforma Neurolab IBC (voltada para atendimento de crianças vítimas de com deficiência visual) com a figura da criança com a flor de lótus posicionada nos olhos	116
Figura 6.19 – Marca da plataforma Neurolab INES (voltada para atendimento de crianças surdas) com a figura da criança com a flor de lótus nas orelhas	117
Figura 6.20 – Marca da plataforma TUIA (voltada para atendimento de crianças vítimas de abuso e violência) com a figura da criança com a flor de lótus posicionada no coração	117
Figura 6.21 – Marca da plataforma CRISTAAL (voltada para atendimento de crianças com deficiência intelectual) com a figura da criança com a flor de lótus posicionada na cabeça .	117
Figura 6.22 – Marca da plataforma EsGRIMA (voltada para atendimento de crianças com dificuldades de aprendizado) com a figura da flor de lótus posicionada na tela de um computador	117
Figura 6.23 – Marca da plataforma OURO (voltada para integrar profissionais de pesquisas em prol das neurociências) com a figura da flor de lótus.....	117
Figura 6.24 – Exemplo do agrupamento de elementos da interface pelo princípio da proximidade.....	118
Figura 6.25 – Uso do princípio do alinhamento através da aplicação de diferentes eixos.....	119
Figura 6.26 – Uso do princípio da repetição aplicado em diferentes seções da plataforma TUIA.....	120
Figura 6.27 – Uso do princípio do contraste aplicado para destacar as diferentes seções e subseções da plataforma TUIA	121
Figura 6.28: Levantamento da aderência ao modelo arquitetural	123
Figura 7.1 – Dimensões do estudo	130
Figura 7.2 – Gráfico <i>blox plot</i> para análise do delineamento dentre participantes	135
Figura 7.3 – Interface de abertura da primeira e segunda versão da plataforma TUIA respectivamente	137
Figura 7.4 – Interface de navegação após <i>login</i> da primeira e segunda versão da plataforma TUIA respectivamente.....	137
Figura 7.5 – Interface de consulta da área de seminários da primeira e segunda versão da plataforma TUIA respectivamente	138
Figura 7.6 - Concentração de <i>outliers</i> no final da segunda testagem da escala	139
Figura 8.1 – Infográfico com todas as ações desenvolvidas ao longo do projeto	146

Lista de quadros

Quadro 5.1 – Análise da aderência ao modelo arquitetural da primeira etapa de desenvolvimento dos jogos.....	69
Quadro 5.2 – Análise da aderência ao <i>design</i> metacognitivo na primeira etapa de desenvolvimento dos jogos.....	70
Quadro 5.3 – Análise da aderência ao modelo neuropedagógico proposto na primeira etapa de desenvolvimento dos jogos.....	71
Quadro 5.4 – Análise da evolução do desenvolvimento dos jogos na primeira etapa	71
Quadro 5.5 – Análise da aderência ao modelo arquitetural para o desenvolvimento do jogo Cria Conto	83
Quadro 5.6 – Análise da aderência ao <i>design</i> metacognitivo no desenvolvimento do jogo Cria Conto	84
Quadro 5.7 – Análise da aderência ao modelo neuropedagógico no desenvolvimento do Jogo Cria Conto	85
Quadro 5.8 – Análise da evolução do desenvolvimento do jogo Cria Conto.....	85
Quadro 5.8 – Análise da aderência ao modelo arquitetural para desenvolvimento dos jogos de atenção e do Jogo dos Elásticos.....	97
Quadro 5.9 – Análise da aderência ao <i>design</i> metacognitivo para desenvolvimento dos jogos de atenção e do Jogo dos Elásticos	98
Quadro 5.10 – Análise da aderência ao modelo neuropedagógico proposto para desenvolvimento dos jogos de atenção e do Jogo dos Elásticos	98
Quadro 5.11 – Análise da evolução do desenvolvimento dos jogos de atenção e do Jogo dos Elásticos.....	99
Quadro 7.1 – Matriz de referência.....	129
Quadro 7.2 – Pontuação segunda a polaridade da proposição	130
Quadro 7.3 – Resumo da primeira e segunda aplicação da Escala Likert.....	133
Quadro 7.4 – Registro de redução significativa em relação à frequência de valores “não tenho opinião” nas questões Q4_Neg, Q5_Neg e Q11_Pos.....	134
Quadro 7.5 – Cálculo da estatística de confiança da primeira e segunda aplicação da escala.....	140
Quadro 7.6 – Cálculo da estatística de confiança da primeira e segunda aplicações da escala	140
Quadro 7.7 – Matriz de correlação das proposições da primeira e segunda aplicações da escala	141
Quadro 7.8 – Valores para análise do coeficiente alfa de Crombach.....	141

Lista de Equações

Equação 7.1: Fórmula de Spearman-Brown (KR21).....	132
--	-----

Lista de siglas e abreviaturas

API	Application programming interface ou interface de programação de aplicativos
CPII	Colégio Pedro II
IHC	Interação homem-computador
NPC	<i>Non-player character</i>
POO	Programação orientada a objetos

Sumário

Apresentação	17
Capítulo 1	19
Introdução	19
1.1 – Motivação	20
1.2 – Caracterização do problema	21
1.3 – Metodologia.....	23
1.4 – Organização da dissertação	24
Capítulo 2	25
Acesso ao desenvolvimento cognitivo.....	25
2.1 – Teorias sobre desenvolvimento cognitivo	26
2.1.1 – Introdução.....	26
2.1.2 – O paradigma piagetiano.....	27
2.2.3 – A abordagem do processamento de informações	28
2.1.4 – A perspectiva <i>neopiagetiana</i>	29
2.1.5 – Paradigma contextual	30
2.1.6 – Neurociência cognitiva e a neuropedagogia.....	31
2.1.7 – Abordagem do conhecimento baseado em teorias	32
2.1.8 – Teoria dos canais morfogenéticos, linguagens-código e elaboração dirigida ...	32
2.1.8.1 – Introdução.....	32
2.1.8.2 – Canais morfogenéticos: viso-motor e áudio-fonético.....	33
2.1.8.3 – Linguagens morfogenéticas: as linguagens-código.....	34
2.1.8.4 – Técnica metaprocessual: a elaboração dirigida	36
2.1.8.5 – Considerações finais sobre o modelo teórico de Franco Seminério.....	37
2.1.9 – Considerações finais sobre as teorias de desenvolvimento cognitivo	38
2.2 – Fatores de risco ao desenvolvimento cognitivo.....	38
2.3 – Acesso virtual ao desenvolvimento cognitivo	40
Capítulo 3	42
Revisão bibliográfica	42
3.1 – Cognição e metacognição	43
3.1.1 – Introdução.....	43
3.1.2 – Da cognição à metacognição	44
3.1.3 – Considerações finais sobre cognição e metacognição.....	44
3.2 – Interação homem-computador e <i>design</i> de interação	45
3.2.1 – Introdução.....	45
3.2.2 – Interação homem-computador	45
3.2.3 – <i>Design</i> de interação	46
3.2.4 – Considerações finais sobre IHC e <i>design</i> de interação.....	47
3.3 – <i>Design</i> para auxiliar a metacognição.....	47
3.3.1 – Introdução.....	47
3.3.2 – <i>Design</i> Metacognitivo	47
3.3.3 – Considerações finais sobre <i>design</i> metacognitivo.....	50
Capítulo 4	52
Modelo computacional e jogos para desenvolvimento cognitivo.....	52
4.1 - Proposta de prover um modelo conceitual para desenvolvimento de jogos	53
4.1.1 – Introdução.....	53
4.1.2 – Modelo arquitetural de três camadas	53
4.1.3 – Modelo arquitetural em três camadas para construção de jogos neuropedagógicos	53

4.1.4 – Descrição das camadas em função dos jogos neuropedagógicos	55
4.1.5 – Funcionamento do fio condutor nos jogos propostos	58
4.2 – Cliente rico, facilitação cognitiva e desenvolvimento de jogos	60
4.3 – Considerações finais	62
Capítulo 5	63
Implantação da arquitetura proposta	63
5.1 – Introdução	64
5.1.1 - Motivação	64
5.1.2 - Objetivo	64
5.1.3 - Justificativa	64
5.1.4 – Metas	64
5.2 – Etapas de implantação da arquitetura proposta para realização de jogos	65
5.2.1 – Início do processo	65
5.2.1.1 – Avaliação dos resultados na primeira experiência	68
5.2.1.1.1 - Análise da aderência em relação ao modelo arquitetural proposto na primeira experiência	68
5.2.1.1.2 - Análise da aderência em relação ao <i>design</i> metacognitivo na primeira experiência	69
5.2.1.1.3 - Análise da aderência em relação ao modelo neuropedagógico na primeira experiência	70
5.2.1.2 – Considerações finais sobre a primeira experiência	71
5.2.2 – A Elaboração do Jogo Cria Conto	72
5.2.2.1 - Público-alvo do jogo Cria Conto	73
5.2.2.2 - Histórico do jogo original	74
5.2.2.3 – Desenvolvimento da interface do jogo Cria Conto	74
5.2.2.4 – Implementação do jogo Cria Conto e a necessidade de um <i>framework</i> neuropedagógico	81
5.2.2.5 – Avaliação dos resultados para construção do jogo Cria Conto	82
5.2.2.5.1 - Análise da aderência em relação ao modelo arquitetural proposto para construção do jogo Cria Conto	82
5.2.2.5.2 - Análise da aderência em relação ao <i>design</i> metacognitivo para construção do Jogo Cria Conto	84
5.2.2.5.3 - Análise da aderência em relação ao modelo neuropedagógico para construção do jogo Cria Conto	84
5.2.2.6 – Considerações finais sobre o desenvolvimento do jogo Cria Conto	85
5.2.3 – A construção do <i>framework Phidias</i>	86
5.2.3.1 – A Construção de jogos para desenvolvimento da atenção com o <i>framework Phidias</i>	87
5.2.3.2 – Análise espectral das variáveis para elaboração do <i>design</i> metacognitivo	88
5.2.3.3 – Projeto visual e pacotes clientes do <i>Phidias</i>	91
5.2.3.4 – A construção do Jogo dos Elásticos com o <i>framework Phidias</i>	94
5.2.3.5 - Avaliação dos resultados com o uso do <i>framework Phidas</i> para a construção de Jogos	96
5.2.3.5.1 – Análise da aderência em relação ao modelo arquitetural proposto para a construção dos jogos de atenção e do Jogo dos Elásticos	96
5.2.3.5.2 – Análise da aderência em relação ao <i>design</i> metacognitivo para a construção dos jogos de atenção e o Jogo dos Elásticos	97
5.2.3.5.3 – Análise da aderência em relação ao modelo neuropedagógico para a construção dos jogos de atenção e o Jogo dos Elásticos	98

5.2.3.6 – Considerações finais sobre o uso do <i>framework Phidias</i> para construção de jogos neuropedagógicos	98
Capítulo 6	100
Arquitetura proposta na construção de plataformas integradas	100
6.1 – Introdução.....	101
6.1.1 - Motivação.....	101
6.1.2 - Objetivo.....	101
6.1.3 - Justificativa	101
6.1.4 – Metas	102
6.2 – Plataformas Integrantes do Projeto.....	102
6.2.1 – Descrição das plataformas e respectivo foco de prestação de serviços as crianças	104
6.2.1.1 - Plataforma TUIA.....	104
6.2.1.2 - Plataforma CRISTAAL.....	105
6.2.1.3 - Plataforma Neurolab INES.....	106
6.2.1.4 - Plataforma Neurolab IBC.....	107
6.2.1.5 - Plataforma EsGRIMA	108
6.2.1.6 - Plataforma OURO	111
6.2.1.7 - Neurolab INES	112
6.2.1.8 - Neurolab IBC	113
6.2.1.9 - Sala da PAZ.....	113
6.2.1.10 – NeuroLog REDE	114
6.3 – Modelo arquitetural das plataformas neuropedagógicas	114
6.4 – Avaliação dos resultados	115
6.4.1 - Análise da Aderência em relação ao <i>design</i> metacognitivo.....	115
6.4.2 – Análise da aderência em relação ao modelo arquitetural proposto	122
6.4.3 – Análise de aderência em relação ao modelo neuropedagógico	124
6.4 – Considerações finais	125
Capítulo 7	126
Estudo de caso	126
7.1 – Apresentação do estudo	127
7.2 - Delineamento	128
7.3 – Análise dos resultados	130
7.3.1 - Introdução	130
7.3.2 – Análise de Dados.....	131
7.3.2.1 – Análise de nível e variabilidade	132
7.3.2.2 – Análise da estrutura interna	139
7.4 – Considerações Finais	141
Capítulo 8	142
Considerações finais e trabalhos futuros	142
8.1 - Contribuições da dissertação.....	143
8.1.1 – Introdução.....	143
8.1.2 – Contribuições do trabalho.....	143
8.2 - Limitações	148
8.3 - Trabalhos futuros.....	149
8.4 - Visão da pesquisadora.....	152
Referências Bibliográficas	153
Apêndice	159
Apêndice A – Escala Likert.....	160
Escala Atitudinal com relação à navegabilidade e interação na plataforma TUIA.....	160

Apresentação

No ano de 2006 fui aceita no mestrado de neurociência cognitiva computacional a fim de desenvolver um trabalho sobre TDAH (transtorno do déficit de atenção com hiperatividade). Meu interesse pelo estudo desse transtorno havia começado alguns anos antes de entrar para o mestrado. Desde então, comecei a estudar sobre o assunto lendo muitos livros, associando-me a ABDA (Associação brasileira do déficit de atenção), frequentando grupos de pais, portadores, indo a congressos e palestras, pesquisando na web e entrando em listas de discussão na Internet. Vi na oportunidade desse mestrado a possibilidade de fazer algo significativo por esse grupo de pessoas, reunindo os conhecimentos de matemática, computação e neurociência.

Porém, com o passar do tempo, não foi possível estabelecer um link com a faculdade de psiquiatria da UFRJ em tempo hábil, a fim de podermos desenvolver um trabalho interdisciplinar nessa linha. Fui, então, procurar outra linha de pesquisa, mas alimentando ainda a vontade de desenvolver algo onde o tema fosse o TDAH. Procurei o professor Marcos Elia, da linha de Informática, Educação e Sociedade. Após ser aceita como orientanda por ele, fiz a proposta de desenvolver um ambiente virtual de aprendizagem (AVA), onde reuniríamos professores, psicólogos, fonoaudiólogos, médicos e alunos portadores de TDAH. Nossa proposta era oferecer treinamento virtual para os professores usando técnicas da terapia cognitiva comportamental (TCC). O ambiente também teria um espaço para orientação de pais e outro para orientação dos alunos (portadores). Médicos e psicólogos seriam responsáveis pela orientação do ambiente. A partir daí, tive a ideia de fazer um RPG dentro do espaço voltado para alunos com TDAH. Tendo observado o grande fascínio que esse tipo de jogo exercia em meu sobrinho desde criança, comecei a pensar na possibilidade de desenvolver um RPG, que auxiliasse na aprendizagem de técnicas cognitivas comportamentais que orientassem a vida do portador de TDAH.

Enquanto elaborava a proposta de dissertação do AVA com o professor Marcos Elia, ainda cursava a última disciplina que faltava para completar os créditos obrigatórios. Foi nesse contexto que informalmente comentei minha ideia de RPG com o professor Carlo Tolla. Ele achou muito interessante a reunião dos dois temas: TDAH e RPG. Passado umas duas semanas, o professor Carlo falou que gostaria de me apresentar um aluno do mestrado. Esse aluno conhecia uma professora que trabalha terapeuticamente com jogos concretos e tinha interesse na virtualização dos mesmos. Fui, então, conhecer essa professora e seu

trabalho com jogos. Não demorou muito para que o professor Carlo Tolla convidasse a professora C. V. M. Marques para fazer uma palestra em nosso programa de mestrado, onde apresentou sua proposta de trabalho e como era o processo de elaboração dirigida usado nas seções de aplicação desses jogos.

Inicialmente, no meio de todos os jogos apresentados, pensei em virtualizar aqueles cujo foco fosse o desenvolvimento das funções atencionais. Porém, com o passar do tempo percebi que meu trabalho não se resumia a um recorte para os jogos de atenção, mas sim, o desenvolvimento de um modelo computacional para desenvolvimento de jogos para quaisquer funções cognitivas. Confesso que essa conclusão não foi imediata (acreditem, não foi mesmo!), de imediato mesmo só o fato de eu ter mergulhado no universo de todos aqueles jogos, no embasamento teórico e na obra do professor Franco Seminério (criador da técnica metaprocessual da elaboração dirigida). Bom, um detalhe importante nessa história: acabei por abandonar a ideia de desenvolver o AVA e mais uma vez mudava de orientador, passei a ser orientada pelo professor Carlo Tolla da linha de pesquisa Sistemas de Informação. Apenas para ilustrar, na época, o próprio professor Carlo dizia para mim em tom de piada: “você é a orientanda mais rodada desse NCE!”.

Foram dois anos e meios de trabalho intenso, de grandes colaborações, desdobramentos, descobertas e surpresas. A produção dessa pesquisa exigiu grande dedicação, e tenho certeza que não só eu, mas todos aqueles que foram envolvidos direta ou indiretamente, aprenderam muito e vivenciaram *in locu* a velha lição de Gaston Bachelard de que o processo científico nada tem de linear.

Cheguei ao fim dessa etapa que tanto me consumiu e de que tanto me orgulho. Fiz tudo para que esse trabalho não se tornasse apenas mais um lugar na estante. Sei que ainda há muito por fazer, mas, por enquanto, dou meu ponto final aqui.

Agora compartilho com vocês. Boa leitura!

Paula Prata

Capítulo 1

Introdução

"Aquele que se auto-realiza espera o possível. Aquele que quer realizar um conceito tenta o impossível."

Fritz Perls

Neste capítulo, é apresentada, de forma breve a pesquisa documentada nesta dissertação, relatando as motivações, o problema, os objetivos da dissertação, a metodologia utilizada e a organização do texto.

1.1 – Motivação

O desenvolvimento cognitivo é condição essencial para o desenvolvimento pleno do ser humano. O indivíduo cumpre seu ideal de desenvolvimento cognitivo mediante a uma série de condições endógenas e exógenas.

Inúmeros profissionais se ocupam na pesquisa e no desenvolvimento de ações que buscam desenvolver a cognição e a metacognição do indivíduo que se encontra aquém de seu potencial. Tais iniciativas, apesar de apresentarem resultados eficazes, nem sempre podem ser implantadas em escala considerável, de forma a atender à demanda da população. Tratar as crianças a partir dos primeiros sinais de atraso no desenvolvimento cognitivo é a forma de proporcionar o equilíbrio do indivíduo em relação às suas capacidades, além de afastar consequências e comprometimentos futuros oriundos de um passado sem assistência adequada.

A vida cotidiana está convivendo com a explosão do mundo computacional e virtual. Isso se dá através da modernização de sistemas e oferecimento cada vez maior de serviços virtuais como forma de agilizar procedimentos, diminuir custos e atender a uma demanda maior. Tais mudanças da vida cotidiana exigem uma nova postura frente às possibilidades que este novo estágio oferece, podendo ser um caminho viável para a democratização do acesso ao desenvolvimento cognitivo para milhares de crianças e a possibilidade de que diversos profissionais trabalhem, de forma interdisciplinar, e pesquisem em prol do tema.

Neste contexto, o presente trabalho apresenta a proposta de um modelo de arquitetura computacional planejada para auxiliar crianças e reunir profissionais de saúde e educação, segundo requisitos neuropedagógicos. Temos, como produto final, um ambiente computacional preparado para dar suporte às propostas da neuropedagogia e da

metacognição objetivadas a promover o desenvolvimento cognitivo de crianças entre sete e doze anos. Tal ambiente se constitui, também, numa base para o desenvolvimento de jogos e plataformas projetadas para o acolhimento e atendimento integral dessas crianças e o desenvolvimento de pesquisas por profissionais agregados a essas plataformas.

1.2 – Caracterização do problema

Diante do cenário exposto anteriormente, notamos que o atual momento é favorável ao desenvolvimento de propostas visando democratizar o acesso do desenvolvimento cognitivo pelas crianças, bem como proporcionar o fomento de pesquisas e ações neste sentido através de sistemas de informação especialmente projetados para este fim. Assim, temos como premissas: (i) a construção de um conjunto de plataformas computacionais de prestação de serviços para promover o desenvolvimento cognitivo de crianças entre sete e doze anos através de jogos computacionais, que serão embasados pelos princípios da metacognição e neuropedagogia; e (ii) promover ações e pesquisas através da neuropedagogia mediante a reunião de profissionais da saúde e educação. Tais premissas nos levam a responder à questão central da pesquisa: como projetar um modelo para um conjunto de plataformas computacionais e jogos baseados na neuropedagogia e na metacognição? Responder a essa questão nos possibilita fazer um recorte enumerando questões, objetivos e ações.

Questões:

- Quais os requisitos para a construção de um modelo de plataforma computacional que atenda às necessidades de desenvolvimento cognitivo de crianças entre sete e doze anos através de jogos computacionais?

- Como auxiliar o desenvolvimento cognitivo de crianças entre sete e doze anos através de princípios metacognitivos e neuropedagógicos por meio de um ambiente computacional no qual se usam jogos?
- Quais serão os alicerces teóricos dessa proposta?

Objetivos:

O objetivo geral deste trabalho consiste em projetar um modelo para plataformas computacionais e jogos computadorizados para o desenvolvimento cognitivo através dos princípios da metacognição e da neuropedagogia. Desta forma, os objetivos específicos são:

- Auxiliar o tratamento de crianças entre sete e doze anos que se encontram aquém de suas potencialidades cognitivas, objetivando o alcance do equilíbrio cognitivo.
- Engajar profissionais de educação e saúde na promoção de ações e pesquisa em prol do desenvolvimento cognitivo infantil, fundamentados na metacognição e na neuropedagogia.

Ações:

- 1 - Realizar levantamento dos requisitos de forma a obter uma compreensão plena do cenário atual e planejar contribuições efetivas na promoção do desenvolvimento cognitivo.
- 2 – Propor um modelo para construção de plataformas e para o desenvolvimento de jogos que atendam os requisitos levantados no item anterior.
- 3 - Aplicar o modelo computacional na construção de plataformas e de jogos que farão parte de seu ambiente.

4 - Avaliar e orientar a construção de outras plataformas e jogos baseados no modelo, de forma a conferir a viabilidade dos mesmos.

1.3 – Metodologia

O presente trabalho foi organizado em três blocos. Cada um deles seguiu procedimentos metodológicos necessários ao seu desenvolvimento: elicitação dos requisitos envolvidos no entendimento do domínio da aplicação, do problema e do negócio; desenvolvimento do ambiente proposto; e estudo de caso.

A primeira etapa do trabalho teve como objetivo alcançar a fundamentação teórica essencial para o desenvolvimento da pesquisa, que compreende desde a definição do objeto de estudo até a caracterização de um problema, com suas hipóteses e delimitações. Esta etapa compreendeu o levantamento de causas e consequências acerca do atraso do desenvolvimento cognitivo, da conceituação sobre cognição, da metacognição e da neuropedagogia. Neste sentido, uma ampla pesquisa bibliográfica foi realizada contemplando teses, artigos e livros que versassem sobre desenvolvimento cognitivo e suas implicações.

A segunda etapa do trabalho foi o desenvolvimento de um modelo computacional que solucionasse o problema enunciado na pesquisa e atendesse a hipótese formulada. Nesta etapa, vários procedimentos se fizeram necessários, como o levantamento de requisitos *in locu* necessários para especificação, modelagem, codificação, descrição e implementação do ambiente.

A terceira etapa compreendeu a realização de estudos experimentais, nos quais se objetivou verificar a viabilidade da proposta.

1.4 – Organização da dissertação

O presente trabalho encontra-se organizado em oito capítulos. Seguinte à introdução, o capítulo 2 com estudo sobre o insumo desta pesquisa: as principais teorias sobre o desenvolvimento cognitivo, os canais morfogenéticos e a elaboração dirigida (ambos definidos por Franco Seminério), metacognição, o acesso virtual ao desenvolvimento cognitivo e metacognitivo, e, por fim, o delineamento do perfil de cada grupo de crianças que compõe o público-alvo do estudo, com seus respectivos comprometimentos ao desenvolvimento cognitivo. No capítulo seguinte (capítulo 3) apresentamos uma revisão bibliográfica sobre cognição e metacognição, IHC (interação homem-computador) e *design* de interação, e, por fim, uma proposta de *design* que auxilie a metacognição.

O capítulo 4 apresenta o modelo computacional capaz de realizar o modelo neuropedagógico da elaboração dirigida para jogos neuropedagógicos. Seguindo, o capítulo 5 apresenta o projeto de implementação do modelo proposto na construção de jogos e a avaliação de todo o processo. O capítulo 6 apresenta o conjunto de plataformas de atendimento integral às crianças e que também abrigarão os jogos desenvolvidos. Da mesma forma, essas plataformas também foram idealizadas e construídas com um modelo computacional semelhante ao usado para a construção dos jogos, de forma a termos uma proposta coesa e homogênea que atenda todo o trabalho proposto.

No capítulo 7, apresentamos o estudo de caso sobre o uso e aplicação de um *design* que auxilie a metacognição na construção de interfaces. Após as considerações finais (capítulo 8), são listadas as referências bibliográficas e um apêndice com o instrumento usado para o estudo de caso.

Capítulo 2

Acesso ao desenvolvimento cognitivo

"O pensamento é a ação ensaiando."

Freud

Neste capítulo, é apresentado um breve histórico sobre o estudo do desenvolvimento cognitivo infantil e as teorias desenvolvidas por Franco Seminério para o desenvolvimento da cognição e metacognição humana (linguagens-código, canais morfogenéticos e a metodologia da elaboração dirigida). Veremos como essas teorias embasam o modelo conceitual para desenvolvimento dos jogos das plataformas computacionais de atendimento. Estudaremos a problemática que envolve o acesso infantil ao desenvolvimento cognitivo e metacognitivo em diferentes grupos de risco, além da necessidade de uma proposta de criar um modelo computacional para acesso amplo e democrático a este desenvolvimento.

2.1 – Teorias sobre desenvolvimento cognitivo

2.1.1 – Introdução

Ao longo da história, podemos notar o crescimento das investigações sobre o desenvolvimento humano, em especial a partir do século XX, quando a convergência de conhecimentos de diferentes áreas (biologia, neurologia, física e matemática) contribuiu para um grande avanço no entendimento sobre desenvolvimento cognitivo humano (STERNBERG, 2000).

O desenvolvimento cognitivo do ser humano é um processo interno, porém é possível observá-lo e descrevê-lo de forma adequada e inequívoca nos diferentes grupos populacionais (ERTHAL, 2003). Entender como é processado o desenvolvimento cognitivo, suas principais etapas e períodos culminantes, nos ajuda a entender o histórico de seu progresso, como também, a mapear suas áreas de deficiência.

Diversos estudiosos formularam teorias sobre o desenvolvimento cognitivo após longos anos de estudos teóricos e experimentais. John Flavell, atuante psicólogo na psicologia cognitiva, classificou-as em quatro grupos fundamentais (FLAVELL, 1999): o paradigma *piagetiano*, a abordagem do processamento de informações, a perspectiva *neopiagetiana* e o paradigma contextual (figura 2.1). Existem ainda outras abordagens mais recentes como a neurociência cognitiva (biológico-maturacional) e a abordagem do conhecimento baseado em teorias (SANTANA, 2006). No Brasil, Franco Lo Presti Seminário um dos grandes pioneiros da psicologia brasileira (DITTRICH, 2001) (SILVA, 2003) formulou a abordagem das linguagens-código, os canais morfogenéticos e a metodologia da elaboração dirigida (SEMINÁRIO, 1984, 1985, 1987).

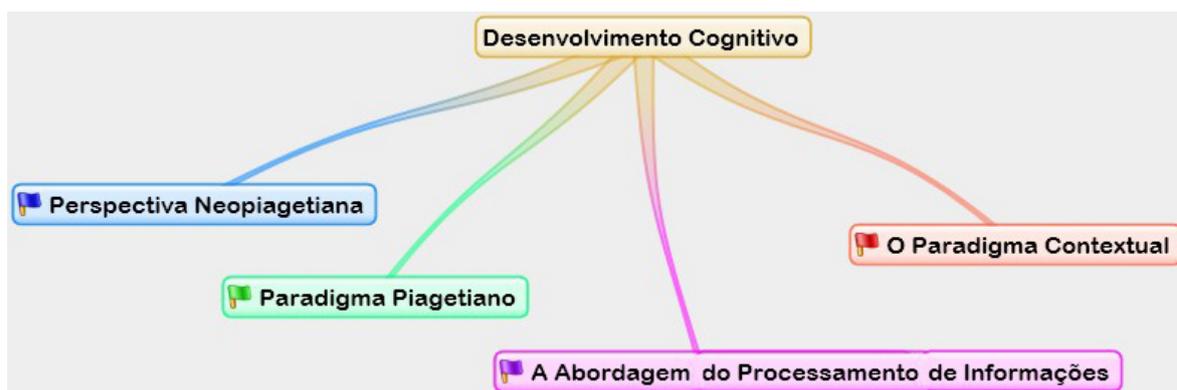


Figura 2.1 – Teorias do desenvolvimento cognitivo segundo Flavell

Detalhar cada uma dessas abordagens, suas contribuições para o entendimento sobre o desenvolvimento cognitivo e como cada uma delas forneceu fundamentações para o modelo conceitual de nossas plataformas e jogos é o objetivo desse capítulo.

2.1.2 – O paradigma piagetiano

O paradigma *piagetiano* foi um marco para o estudo do desenvolvimento cognitivo, em particular na fase infantil (PAPALIA, 2000). Piaget, em sua teoria de sistema cognitivo, postulou um sistema extremamente ativo, onde o indivíduo interage com o ambiente na busca pelo conhecimento. Tal processo se desenvolve quando a criança captura dados do meio externo, transforma-os e reorganiza-os para que sua mente construa as estruturas do conhecimento. Todo este processo de interação com o meio acontece de forma absolutamente ativa e auto-direcionada (FLAVELL, 1999).

O modelo de desenvolvimento cognitivo assimilação-acomodação de Piaget aplica-se a qualquer mente em interação com qualquer ambiente. Dessa forma, é possível para essa mente desenvolver-se, modificando sua estrutura e conteúdo de forma gradativa no decurso das sucessivas interações com o meio. Repetidos processos de assimilação-acomodação em um dado meio produzem, gradativamente, novas assimilações e acomodações rumo ao desenvolvimento cognitivo (FLAVELL, 1999).

Propiciar um ambiente computacional onde, através de jogos, a criança realize interações sucessivas de forma ativa e auto-direcionada, provocando a concretização do modelo de assimilação-acomodação, torna-se uma condição essencial na proposta de desenvolvimento de nosso modelo computacional, cujo objetivo é o desenvolvimento cognitivo da criança.

2.2.3 – A abordagem do processamento de informações

A abordagem do processamento da informação enfoca a mente humana como um complexo sistema comparável a um computador. Esta abordagem tenta apresentar um estudo claro, explicável e detalhado de como o sistema cognitivo de uma criança realiza uma tarefa, especificando processos e estruturas que fundamentam a atividade cognitiva (EYSENCK, 2007).

O sistema cognitivo processa as informações de diferentes formas: codifica, recodifica, compara ou combina com outras informações. As informações podem ser armazenadas na memória ou recuperadas dela, como também podem ser trazidas ou retiradas da atenção focal e da consciência (FLAVELL, 1999) (figura 2.2).

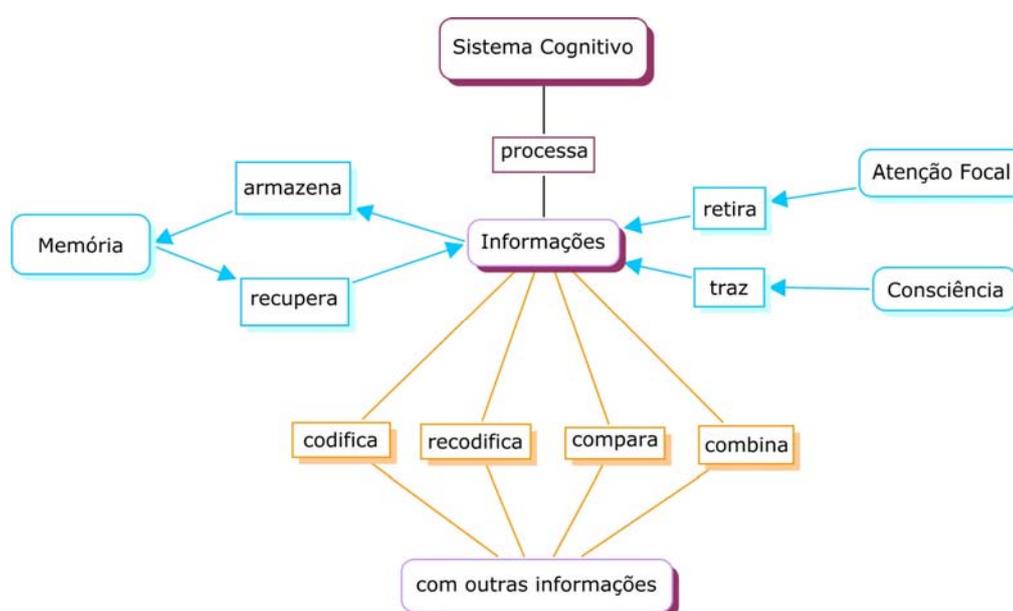


Figura 2.2 – Processamento de informações pelo sistema cognitivo

A proposta de nosso modelo computacional precisa apropriar-se dos mecanismos estabelecidos pelo sistema cognitivo humano, ou seja, codificando, recodificando, comparando ou combinando novas informações com antigas. A apropriação de todos esses mecanismos viabilizará a criação um canal de identificação que venha de encontro aos anseios de desenvolvimento do mesmo.

2.1.4 – A perspectiva *neopiagetiana*

A abordagem *neopiagetiana* é atribuída aos teóricos e pesquisadores que se baseiam em uma larga compreensão da teoria cognitiva de Piaget. Porém, esses teóricos e pesquisadores recorrem a outras teorias (especialmente a abordagem do processamento de informações) para completar as lacunas encontradas na teoria *piagetiana* (FLAVELL, 1999).

Segundo Piaget (1983), a cognição humana é uma forma de adaptação biológica no qual o conhecimento é construído gradativamente a partir do desenvolvimento das estruturas cognitivas que se organizam de acordo com os estágios de desenvolvimento da inteligência. Sendo assim, o desenvolvimento cognitivo está unido aos processos de assimilação e acomodação, que, conseqüentemente, irão promover o equilíbrio que varia de acordo com a idade (FLAVELL, 1999) (STERNBERG, 2000). Porém, os *neopiagetianos* dão ênfase às habilidades cognitivas como o processar e coordenar elementos que possibilitam a diferenciação de informações na determinação de subobjetivos para atingir uma meta. Além disso, incluem o conceito de mediação e interação na solução de problemas (NEVES, 2006).

Apesar das divergências entre os *neopiagetianos*, existem pelo menos três pontos em comum nas suas diferentes concepções (STERNBERG, 2000):

1. Concordam com a noção geral dos estágios do desenvolvimento cognitivo de Piaget;

2. concentram-se nos aspectos científicos e lógicos do desenvolvimento proposto por Piaget e
3. preservam alguma relação com a concepção de que o desenvolvimento cognitivo acontece pela equilibração.

Por sua vez, as principais divergências entre o pensamento *piagetiano* e os *neopiagetiano*, encontram-se resumidamente em quatro pontos básicos. São eles: noção de estrutura, mudanças qualitativas, passagens abruptas e coincidências (FLAVELL, 1999).

Seguindo esta visão, torna-se indispensável para nosso modelo computacional (que objetiva o desenvolvimento cognitivo) respeitar os estágios de desenvolvimento e provocar, instigar o processo de assimilação-acomodação.

2.1.5 – Paradigma contextual

O grande e principal marco dessa abordagem sociointeracionista está essencialmente nos trabalhos desenvolvidos por Lev Semenovitch Vygotsky, revolucionário marxista que seguiu como referencial o materialismo dialético, realizando suas pesquisas ao longo de 10 anos em parceria com Alexander Romanovich Luria, Alexei Nikolaevich Leontiev e Leonid Solomonovich Sakharov. Essa perspectiva significa uma visão original e uma importante fronteira na psicologia científica, já que enfatiza a importância das interações no ambiente social enquanto propulsoras do desenvolvimento cognitivo e não apenas a maturação fisiológica como determinante. Nessa visão, toda psique humana forma-se a partir do coletivo (fazendo o percurso do exógeno para o endógeno), o que a diferencia significativamente das teorias anteriores, que postulavam uma constituição inerente e interior ao ser humano, deixando para o contexto social a função de facilitar ou dificultar o desenvolvimento cognitivo (SANTANA, 2006).

Na concepção contextualista, a criança se desenvolve ambientando-se com crianças que estão em estágios mais avançados. Nessa dinâmica, elas ficam observando o que as outras fazem, reagindo ao seu *feedback* corretivo, escutando instruções e explicações, aprendendo a usar ferramentas e estratégias para resolver problemas (FLAVELL, 1999).

Desta forma, é necessário que o modelo computacional projetado para nossas plataformas e jogos proporcione a interação da criança com seus pares, que se encontram em estágio superior. Isso irá possibilitar que essa criança possa interagir e receber os *feedbacks* necessários ao seu desenvolvimento.

2.1.6 – Neurociência cognitiva e a neuropedagogia

As duas últimas décadas afirmaram a importância da neurociência cognitiva. Seu desenvolvimento envolveu o uso de muitas técnicas de imagens cerebrais, usadas para estudar as diversas características que permeiam as estruturas do cérebro em relação à cognição humana (GAZZANIGA, 2006) (GOLDBERG, 2002) (LENT, 2001).

A hipótese fundamental desta abordagem diz que, para entendermos a cognição humana, precisamos considerar todas as certezas manifestas acerca do comportamento humano e seu funcionamento cerebral. Além disso, deve-se considerar como o funcionamento do cérebro influencia o comportamento humano, ou seja, como o desenvolvimento do cérebro estimula ou limita o desenvolvimento cognitivo (EYSENCK, 2007).

Os estudos da neurociência cognitiva têm-se voltado fortemente para aplicações na área de educação. Podemos entender esse fenômeno como o estudo da estrutura, desenvolvimento, evolução e funcionamento do sistema nervoso em uma compreensão abrangente. Isto é, sob os enfoques: biológico, neurológico, psicológico, matemático, físico, filosófico e computacional, sempre trabalhando para a aquisição de informações, a resolução

de problemas e para a mudança de comportamento. Em suma, processos químicos e interações ambientais relacionam-se e completam-se na construção do indivíduo. A neuropedagogia abre as portas para compreendermos como se processa o aprendizado na instigante relação entre cérebro e mente, dando embasamento para a construção de ações que promovam o desenvolvimento cognitivo do indivíduo (GOSWAMI, 2004) (BATTRO, 2005).

É necessário que o nosso modelo computacional contemple os preâmbulos do desenvolvimento cerebral embasados pela neurociência cognitiva. Tais requisitos dão suporte e fundamentação às ações neuropedagógicas propostas em nossas plataformas e jogos, estimulando cognitivamente o desenvolvimento da criança.

2.1.7 – Abordagem do conhecimento baseado em teorias

A abordagem do conhecimento baseado em teorias nos diz que as diferenças evolutivas do pensamento reproduzem de forma elementar as diferenças das “teorias” enunciadas de forma intuitiva e informal pelas crianças sobre o mundo, ou seja, esta abordagem argumenta que as crianças desenvolvem uma série de teorias explicativas e coerentes sobre a realidade (FLAVELL, 1999). Devemos ter um alicerce em nosso modelo computacional que possa abarcar o desenrolar de teorias feitas pelas crianças acerca da realidade vivenciada por elas.

2.1.8 – Teoria dos canais morfogenéticos, linguagens-código e elaboração dirigida

2.1.8.1 – Introdução

Franco Seminério foi professor e psicólogo durante toda sua vida. Seu trabalho foi marcado pela grande dedicação em prol do desenvolvimento humano. Ao longo de toda a

sua carreira, desenvolveu estudos e pesquisas sobre os mecanismos que envolvem o desenvolvimento da cognição e metacognição humana.

2.1.8.2 – Canais morfogenéticos: viso-motor e áudio-fonético

De acordo com sua teoria, na espécie humana existem dois canais morfogenéticos: canal viso-motor e o canal áudio-fonético (figura 2.3). Os canais morfogenéticos são o meio (ou veículo) de transmissão e formação do organismo. São representados por uma via aferente-perceptiva e uma eferente-motora, interligadas pela significação e retroalimentação comum (SEMINÉRIO, 1984).

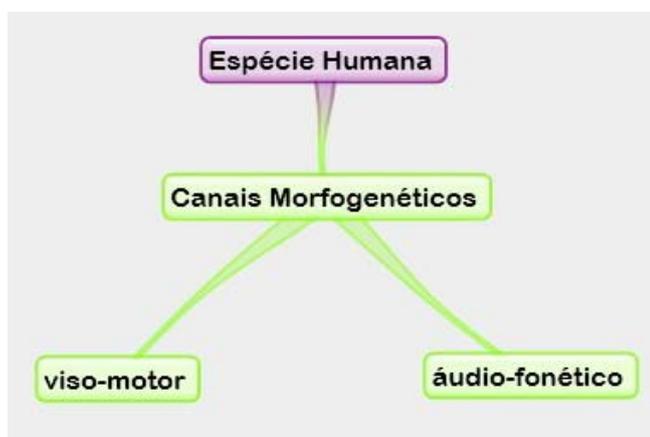


Figura 2.3 – Canais morfogenéticos da espécie humana

Os processos de ação e percepção ao longo da filogênese (evolução da espécie) foram determinantes para a formação dos canais viso-motor e áudio-fonético. Os canais morfogenéticos são capazes de sustentar e desenvolver os processos estruturados de nosso conhecimento (figura 2.4). Piaget acreditava que os seres vivos elaboraram suas cognições mais remotas através de *feedback* de ações consumadas e que geraram progressivamente os órgãos dos sentidos (id., ib.).

O canal viso-motor é o veículo de transmissão e tratamento da informação que interliga a estruturação perceptiva visual e a ação motora com a respectiva retroalimentação executável sobre o meio abrangido pela visão. Por sua vez, o canal áudio-fonético é o

veículo de transmissão da informação que interliga a estruturação perceptiva do meio auditivo e a organização da ação motora com a percepção e produção motora dos fonemas da fala (id., ib.).

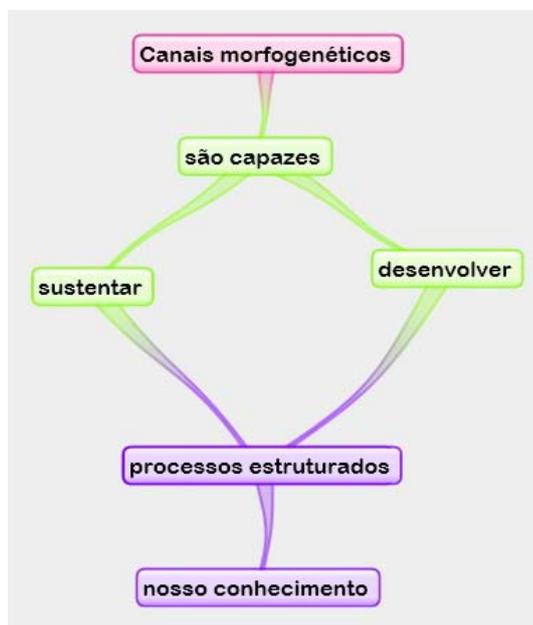


Figura 2.4 – Capacidade dos canais morfogenéticos

Entre os canais viso-motor e áudio-fonético, outros canais parecem ter sido esboçados pela evolução das espécies como tentativas de regulação da ação (canal tátil-olfatório, áudio-mental, etc.). Entendemos que, em nossa espécie, o canal viso-motor e o áudio-fonético tornaram-se específicos para a elaboração da atividade mental superior, pois nosso pensamento é um fluxo constante de imagens em movimento e de discursos. Já as outras percepções - olfato, tato, paladar - são de caráter episódico (id., ib.).

2.1.8.3 – Linguagens morfogenéticas: as linguagens-código

Segundo a concepção de Seminério, na espécie humana existem quatro "linguagens-código" devidamente hierarquizadas e morfogeneticamente fixadas, responsáveis pela construção e leitura da realidade ao longo dos dois canais morfogenéticos (viso-motor e áudio-fonético). Em sua teoria, Seminério postulou que a linguagem é a competência representada por instruções construídas ao longo da própria filogênese, inatamente

programadas nos indivíduos de determinada espécie, estabelecendo padrões específicos de codificação e decodificação da informação (id., 1985).

O modelo proposto por Seminário busca escrever o conjunto hierarquizados das linguagens morfogenéticas (linguagens-código) que possibilitam a atividade cognitiva do homem (figura 2.5). São elas:

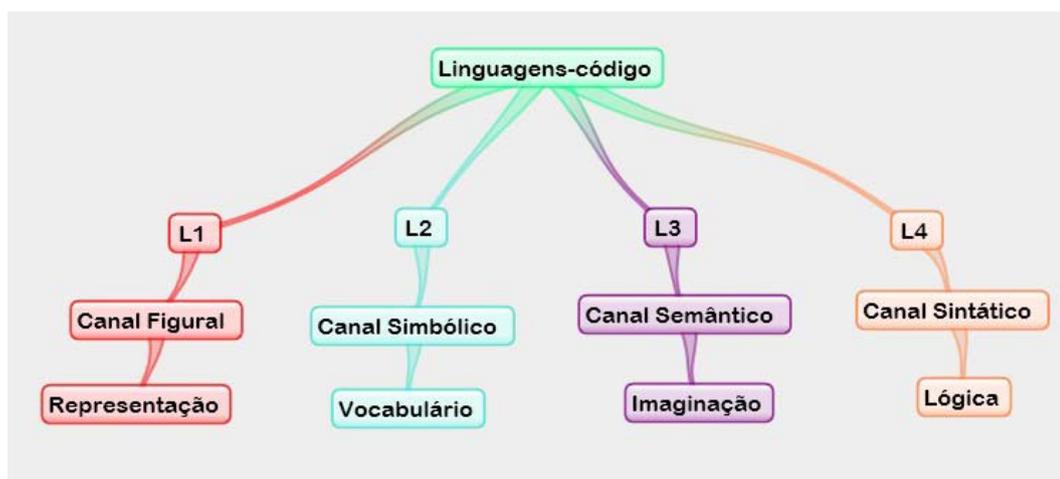


Figura 2.5 – Linguagens-código

- **L1 - Canal Figural - Representação** – É a “linguagem” mais elementar e antiga do processo cognitivo. A L1 faz uso dos *inputs* psicofisiológicos da visão e cinestesia¹ (CABRAL, 2006) (DORSCH, 2008) geral, bem como da audição e cinestesia da fonação, como signos-significantes. Tais *inputs* são organizados em conjuntos combinatórios segundo seus contextos significativos. Sendo assim, a L1 representa a possibilidade inatamente programada de se organizarem estímulos de qualquer natureza, nos dois canais, em termos de estruturas figurais.
- **L2 - Canal Simbólico - Vocabulário** - Linguagem que utiliza insumos das estruturas figurais decorrentes da L1 (os signos-significantes) para organizar em conjuntos combinatórios seus contextos significativos. Representa a possibilidade

¹ Sentido pelo qual se percebem os movimentos musculares, o peso e a posição dos membros. Do grego *cine*(movimento) + *estesia*(percepção)

associativa de se acoplar a uma estrutura figural presente um sentido experiencial, ou seja, associar formas L1 a formas de atribuição de significado empírico. Torna-se assim, o nível responsável pelo mecanismo psicológico subjacente à designação em sua forma arcaica e elementar.

- **L3 – Canal Semântico - Imaginário** – “Linguagem” que utiliza os insumos provenientes da L2 (os signos-significantes) e com eles forma contextos significativos, que são organizados com sentido episódico. Tudo isso ocorre através da imaginação e pensamento no canal viso-motor, como também através de frases discursivas no canal áudio-fonético.
- **L4 – Canal Sintático - Lógica** - “Linguagem” que faz uso dos *inputs* decorrentes de todas as “linguagens” anteriores (em especial a L3) como signos-significantes, habilitados a formar invariâncias captadas como regras controláveis e reversivelmente reaplicáveis às suas fontes. Ou seja, na L4 é possível a codificação de regras num nível superior e posterior.

De acordo com Seminério, toda realidade empírica nos seria oferecida através dos canais percepto-motores como uma sequência entrelaçada de códigos de linguagem, tal como a sequência das ordens física, química, bioquímica, biológica e psicológica. Em cada uma dessas ordens, supõem ainda uma superposição dessas linguagens (L1, L2, L3 e L4), e, a cada uma delas, atribui-se a função de fixar as instruções que possibilitam a veiculação subsequente (SEMINÉRIO, 1985).

2.1.8.4 – Técnica metaprocessual: a elaboração dirigida

Seminério criou uma técnica metaprocessual chamada de elaboração dirigida na qual aplica a teoria das linguagens-código e dos canais morfogenéticos. A elaboração dirigida é um processo reflexivo e consciente que ocorre através da metalinguagem correspondente ao

mecanismo cognitivo utilizado. Seu objetivo é a modificação do comportamento através da transmissão mediada pela imitação de modelos estruturados (modelação experimental). Chamamos de fio condutor todo processo envolvido na aplicação da elaboração dirigida ao longo de uma sessão de jogo, bem como das atividades desenvolvidas nas plataformas. Dessa forma, a elaboração dirigida será responsável por conduzir a mediação e execução de tarefas que estão relacionadas à aplicação dos jogos (pertencentes a cada uma das plataformas propostas), como também, na própria condução das atividades dentro das plataformas.

2.1.8.5 – Considerações finais sobre o modelo teórico de Franco Seminério

Nosso modelo computacional encapsula em seus alicerces a teoria dos canais morfogenéticos, das linguagens-código e da elaboração dirigida para a construção de jogos, bem como para a condução da dinâmica de trabalho em cada uma das plataformas. Os jogos construídos objetivam trabalhar o desenvolvimento dos mecanismos da atenção, da lógica, da percepção, da matemática, da memória, da representação, do imaginário, da alfabetização e da linguagem. Cada um dos jogos estará voltado à atividade em um canal morfogenético prioritariamente, onde irão trabalhar as funções cognitivas através da técnica metaprocessual da elaboração dirigida (figura 2.6).

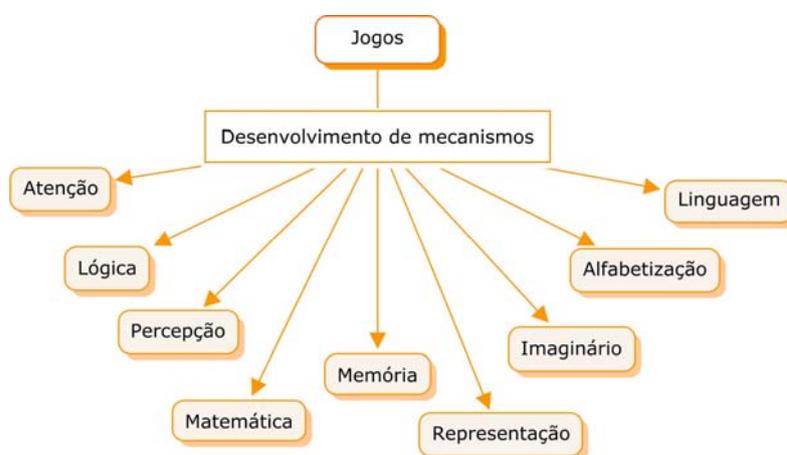


Figura 2.6 – Conjunto de habilidades que serão trabalhadas através da elaboração dirigida em diferentes jogos computacionais

2.1.9 – Considerações finais sobre as teorias de desenvolvimento cognitivo

O estudo das principais teorias sobre o desenvolvimento cognitivo nos mostra a importância e a pertinência de cada uma delas para a fundamentação de nosso trabalho. Além disso, esse estudo nos esclarece de que forma cada uma dessas teorias se encontrarão encapsuladas nos alicerces do modelo computacional proposto para construção de Plataformas de atendimento a crianças, bem como dos jogos computacionais que irão compô-las. Dessa forma, esse conjunto teórico e sua respectiva participação no embasamento de nossa proposta nos oferecem uma estrutura sólida para o desenvolvimento de nosso trabalho.

2.2 – Fatores de risco ao desenvolvimento cognitivo

Ao longo da história, a ciência pontuou suas principais abordagens sobre o desenvolvimento cognitivo do ser humano. Porém, existem fatores que podem modificar o decurso previsto por cada uma das abordagens. A ocorrência de tais fatores pode resultar em atraso ao desenvolvimento cognitivo ou mesmo sua limitação. Tais fatores são chamados de fatores de risco, isto é, situações de vulnerabilidade ao qual o indivíduo é exposto e que influenciam negativamente seu desenvolvimento.

Graminha e Martins (1997) observam que os fatores de risco podem ser tanto de circunstâncias ambientais ou sociais, como também características dos indivíduos ou grupos associados. Em todos os casos, os fatores de risco podem exacerbar os danos ao desenvolvimento de forma notável. Graminha e Martins evidenciam, ainda, três tipos de risco ao desenvolvimento (figura 2.7):

- **Risco biológico:** refere-se a eventos pré, peri e pós-natais que resultam em dano biológico e que podem potencializar a probabilidade de prejuízos ao desenvolvimento.
- **Risco estabelecido:** desordens médicas definidas, em particular de origem genética.
- **Risco ambiental:** refere-se às experiências de vida ligadas às condições precárias de saúde, falta de recursos educacionais e sociais, estressores familiares, além de práticas inadequadas de cuidado e educação.



Figura 2.7 – Três tipos de risco ao desenvolvimento cognitivo

Segundo Holden, Geffner & Jouriles (apud MAIA, 2005), os fatores de risco não são determinantes por si só. Porém, tais fatores são indicativos de um processo complexo, que pode vir a justificar o desenvolvimento de uma psicopatologia.

É importante que os profissionais ligados à infância e juventude conheçam e identifiquem os fatores de risco. O conhecimento e a identificação poderão contribuir para uma intervenção de forma precisa na prevenção e/ou interrupção de tais fatores e, conseqüentemente, estabelecer fatores de proteção ao desenvolvimento infantil e promover a resiliência (MAIA, 2005). Nosso modelo computacional irá promover mecanismos de conhecimento e identificação de fatores de risco, de forma a promover um atendimento adequado e que possa contribuir ativamente para o desenvolvimento infantil.

2.3 – Acesso virtual ao desenvolvimento cognitivo

Nas últimas décadas, diversas iniciativas foram feitas para promover intervenções objetivas que atendam a crianças entre sete e doze anos, de forma a promover o desenvolvimento cognitivo. O uso de jogos tem sido uma recorrência em diversas práticas deste gênero por ser uma ação de grande apelo (em especial para esta faixa etária) (FURLAN, 2006).

Rousseau, Montaigne e Froebel enfatizaram a importância do jogo para a educação. Froebel declarou o grande valor exercido pelo jogo no desenvolvimento intelectual e na formação do caráter da criança. Autores clássicos, como Chateau (1987), Huizinga (1980) e Callois (1967), ressaltaram o valor do uso de jogos para desenvolvimento de aspectos psicológicos e culturais (KISHIMOTO, 1998).

A Informática ganhou e ganha cada vez mais espaço na vida cotidiana. O advento da Informática e, com ela, os jogos computacionais, nos trouxeram a seguinte questão: seriam os jogos computacionais instrumentos facilitadores do desenvolvimento cognitivo e metacognitivo das crianças? Papert (1994) chamou de “um apaixonante e duradouro caso de amor” o que acontece quando as crianças se encontram com o computador para “brincar”. Afirma ainda que, nessa hora, as crianças estão em um nível de esforço intelectual e de aprendizagem. Baseado em constatações como essas, não têm sido poucos os pesquisadores que passaram a desenvolver jogos computacionais para auxiliar a ação terapêutica em prol do desenvolvimento das funções cognitivas e da metacognição (COSTA, 2000) (GAPPA, 2001) (GUSSINKLO, 2008) (KAUTZ, 2002) (SILVA, 2004).

Dessa forma, propomos um conjunto de procedimentos – jogos computadorizados através de um grupo de Plataformas Computacionais que auxiliem o desenvolvimento cognitivo e que oferecem inúmeras vantagens em relação a um atendimento presencial. As

vantagens são: possibilitar o acesso em larga escala a diferentes grupos da população, acesso imediato a diversos procedimentos disponibilizados *on-line*, *feedback* imediato e possibilidade de reunir profissionais de diferentes ramos e localidades. Essas plataformas e jogos necessitam de um projeto específico (embasamento teórico sobre o desenvolvimento das funções cognitivas, metacognição, modelo computacional e *design* de interface apropriado), para que seja possível desenvolver um ambiente computacional propulsor do auxílio do desenvolvimento cognitivo infantil a partir dos princípios da neuropedagogia.

O presente trabalho propõe a construção de um modelo arquitetural para construção de um conjunto de plataformas e jogos computacionais capazes de atender e acolher em larga escala crianças que possuam atrasos no desenvolvimento de suas capacidades cognitivas oriundos de diferentes grupos de risco. Especificar os requisitos teóricos e computacionais para o modelo dessas plataformas e para os jogos que farão parte de seu escopo é o objetivo de nosso próximo capítulo.

Capítulo 3

Revisão bibliográfica

"A parte importante do progresso é o desejo por progresso."

Sêneca

Nesse capítulo, é apresentado um breve estudo sobre cognição e metacognição, IHC e *design* de interação, e, por fim, uma proposta de *design* que auxilie a metacognição.

3.1 – Cognição e metacognição

3.1.1 – Introdução

Podemos definir cognição como o conjunto de atividades mentais relacionadas com os processos mentais como o pensamento, conhecimento, consciência, inteligência, imaginação, criatividade, geração de planos e estratégias, raciocínio, inferências, solução de problemas, conceitualização, recordação, classificação e formação de relações, simbolização, comunicação (MYERS, 1999) e talvez a fantasia e os sonhos (FLAVELL, 1999) (figura 3.1). Esses atributos mentais permitem ao homem compreender e relacionar-se com o mundo e seus elementos.



Figura 3.1 – Definição de cognição segundo Myers

3.1.2 – Da cognição à metacognição

A psicologia cognitiva denomina metacognição a compreensão que as pessoas têm de seu próprio processamento cognitivo. Os estudos nesta área começaram nos anos 70 do século passado e se intensificaram nas décadas de 80 e 90 (JOU, 2006). Frequentemente a metacognição é apresentada como um termo amplo usado para descrever diversas características do conhecimento sobre como percebemos, recordamos, pensamos e agimos. Segundo Seminário (1999), o conceito de metacognição estabelece um rompimento face ao paradigma *behaviorista*, elevando os processos mentais ao tratamento em primeira pessoa e não mais em terceira. É oportuno dizer que a metacognição é uma conquista evolutiva do ser humano em sua incessante rotina de adaptação para atender as necessidades de seu ambiente (JOU, 2006).

Shimamura (1984) nos mostra que a metacognição é tida como uma capacidade de saber sobre o que sabemos e o que não sabemos. Podemos dizer também que é um pensamento sobre o pensamento, uma cognição sobre a cognição. Dessa forma, torna-se possível entendê-lo como um discurso de segunda ordem sobre a cognição. Assim, compreendemos que a metacognição é a atividade mental pelos quais outros processos mentais se tornam alvo de reflexão. Ou seja, ao fazer uso da metacognição, o sujeito passa a ser uma testemunha de seus próprios modos de pensar e das estratégias que utiliza para resolver problemas, sendo possível identificar como aprimorá-los (DAVIS, 2005).

3.1.3 – Considerações finais sobre cognição e metacognição

Um modelo computacional cujo objetivo é auxiliar o desenvolvimento cognitivo e metacognitivo está, antes de tudo, trabalhando com os processos cognitivos e seus produtos, reunindo atividades de monitoramento, auto-regulação e as consequentes instrumentalizações deste processo. Tal modelo deve atender a requisitos de

desenvolvimento, interação e apresentação (interface) junto ao usuário, de forma a poder proporcionar a realização destes processos.

3.2 – Interação homem-computador e *design* de interação

3.2.1 – Introdução

No conceito original de interface, podíamos perceber que ela era vista como o *hardware* e o *software* com o qual o ser humano e o computador podiam-se comunicar (ROCHA, 2003), ou seja, a interface era o elo que tornava a comunicação possível. Ao longo do tempo, o objetivo de “tornar essa comunicação possível” ganhou um campo de estudo a fim de tornar viável atingir um modelo de comunicação eficiente junto ao usuário. Esse é o ponto de partida para a área de interação homem-computador (IHC).

3.2.2 – Interação homem-computador

A interação homem-computador trata da ponte (interface) entre os dados eletrônicos e a mente humana (figura 3.2). Seu objetivo é tornar essa comunicação o mais natural possível, como se fosse uma conversa com outra pessoa (AMSTEL, 2004). O intuito da área de IHC é de criar interfaces “amigáveis” (ou *user-friendly*).

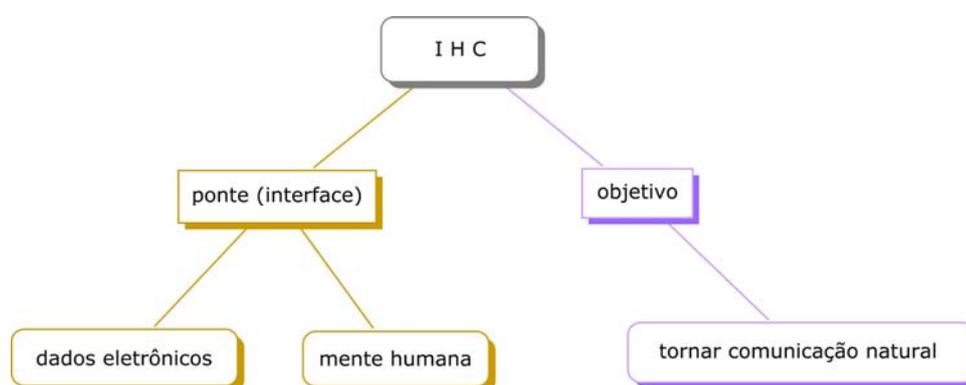


Figura 3.2 – Interação homem-computador (IHC)

A área de IHC surge de forma multidisciplinar, envolvendo conhecimento das áreas de ciência da computação, psicologia, fatores humanos, linguística e outras mais. A IHC não

possui em seu escopo o objetivo de estudar o homem ou a computação, e sim a comunicação entre estas duas entidades (PREECE, 2005).

3.2.3 – *Design* de interação

Mas, indo além, encontramos outra abordagem que procura refletir a efervescência da tecnologia na qual atualmente nos encontramos inseridos. Estamos nos referindo ao *design* de interação. Tal abordagem vai além do tradicional IHC, pois, neste contexto, a procura é por experiências que visem melhorar e ampliar a maneira com que as pessoas se comunicam. É importante ressaltar também que o *design* de interação vai além de um *design* de interface, pois nele incluímos a interação das pessoas no domínio do *design*. Dessa forma, o *designer* passa a ter sob sua responsabilidade e preocupação o impacto social causado pela interface (AMSTEL, 2006). Assim, *designers* de interação e engenheiros de usabilidade se reúnem para desenvolver tecnologias interativas e de nova geração (COOPER, 2007). Gerir tal tarefa exige um conjunto variado de habilidades nas áreas de psicologia, interação homem-computador, *webdesign*, ciência da computação, sistemas de informação, marketing, entretenimento e negócios (figura 3.3) (PREECE, 2005).

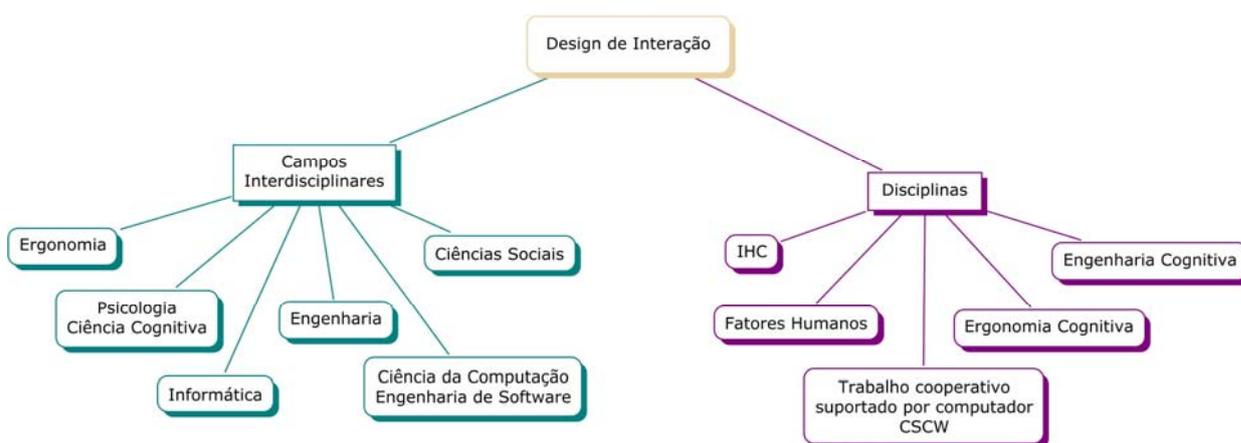


Figura 3.3 – Design de interação, disciplinas

Podemos ver que o *design* de interação possui no cerne de sua proposta a preocupação com o usuário. O diferencial em relação à proposta anterior (IHC) é que ela

não tem por objetivo tratar da solução de problemas de comunicação entre as pessoas e o computador, mas sim, da intermediação entre as pessoas. Dessa forma, sua proposta é muito mais voltada para o lado artístico do que científico (AMSTEL, 2006).

3.2.4 – Considerações finais sobre IHC e *design* de interação

Apesar das contribuições das áreas de IHC e *design* de interação, ainda não alcançamos um *design* que objetivamente tenha como foco promover a metacognição. Tal proposta de *design* é essencial para o desenvolvimento da interface de nossas plataformas, como também dos jogos que farão parte de seu escopo. Vejamos a seguir, elementos que podem nos auxiliar a trilhar objetivamente esse caminho.

3.3 – *Design* para auxiliar a metacognição

3.3.1 – Introdução

Um bom projeto de *design* procura fazer uso de ferramentas eficientes para que seja possível dar conta da complexidade que qualquer ambiente virtual possa exigir. Interfaces são desenvolvidas para que sejam usadas em alguma instância por uma pessoa ou grupo de pessoas. É necessário captar quem são essas pessoas. Isso implica compreender as características fundamentais do ser humano (SANTOS, 2003). Tal domínio de compreensão irá fornecer-nos insumos para conduzir um projeto de *design* onde as soluções vão de encontro às necessidades cognitivas do usuário.

3.3.2 – *Design* Metacognitivo

Jonassen (1998) já descreveu que o uso do computador como uma ferramenta cognitiva pressupõe que os usuários utilizem-no para auxiliar a extrair o que sabem e empenhá-los em um pensamento crítico sobre o conteúdo trabalhado. *Designers* auxiliam os usuários fornecendo ferramentas, suporte, avisos e um conteúdo de alta qualidade. O sucesso de um ambiente virtual depende muito de como as ferramentas, conteúdos e suporte

são implementados e visualmente apresentados, não bastando apenas o simples fato de estarem presentes (GONÇALVES, 2005). Um bom *design* visual pode facilitar a aprendizagem à medida que melhora a metacognição (KIRSH, 2005).

A metacognição é vista muito mais como um processo que ocorre isoladamente no cérebro do que como um processo interativo. Porém, cognição e metacognição fazem parte de um contínuo e ambas são altamente interativas (figura 3.4).



Figura 3.4 - Processo da cognição e metacognição

A forma como as sugestões são estruturadas e a forma como a interação é projetada podem fazer uma importante diferença na facilidade e eficiência da cognição e metacognição, ou seja, projetar a interação para melhorar a zona proximal de planejamento (figura 3.5) (KIRSH, 2005). A arte do *design* é restringir as dicas visuais em cada tela para um conjunto menor, de forma que sinalize para o usuário o próximo passo (WEINMAN, 1998). Os mais sábios não reduzem os processos complexos ao mesmo nível de simplicidade e intuição, e sim dividem o objetivo. Os *designers* devem entender como fragmentar um sistema funcionalmente complexo em uma coleção de sistemas funcionalmente simples. Isto exige habilidade e planejamento cuidadoso. O *design* visual e de interação estão relacionados porque o objetivo final é controlar a maneira de o usuário registrar o próximo passo (KIRSH, 2005).



Figura 3.5 - Projetar a interação para melhorar a zona proximal de planejamento

Erros fazem parte de nossa vida diária. Um *design* apropriado, porém, pode contribuir para diminuir sua incidência e prejuízos. Pode, inclusive, eliminar algumas causas, minimizar a possibilidade de outros, e ainda, fazer com que outros erros sejam descobertos assim que ocorram. O *design* assim explora o poder das restrições, fazendo uso das funções forçadas e de resultados visíveis das ações dos usuários. Um *design* apropriado pode fazer diferença para a qualidade de vida (NORMAN, 2006).

David Kirsh (2005) defende que um *layout* bem projetado facilita a metacognição e enumera alguns argumentos. Veja abaixo:

- 1 – Metacognição, como cognição de primeira ordem, é um tipo de cognição estabelecida; a interação sujeito-mundo pode ser mais ou menos complexa.

2 – A retórica da metacognição é sobre a regulação interna, porém a prática dos *designers* foca nas fontes externas.

3 – Bons projetos visuais são cognitivamente eficientes. Bons projetos auxiliam a administrar a atenção do aluno e a treiná-los a guardar/prever dicas semanticamente importantes, tais como frases-tópicos ou resumos úteis por serem visualmente proeminentes. Bons *designs* são bons por serem cognitivamente eficientes.

4 – Um bom *design* visual embasa um bom fluxo de trabalho. Partindo do princípio que o usuário possui múltiplas tarefas para realizar, o mesmo deve ser treinado para utilizar as ferramentas aprendidas, bem como suas expectativas de conhecimento, através da exposição aos ambientes que são bem estabelecidos.

5 – Um bom *design* visual está relacionado à projeção de uma estrutura indicativa. As dicas são mais complexas do que atrativos visuais. Algumas servem como indicadores, permitindo ao usuário saber quando está mais próximo de seus objetivos.

3.3.3 – Considerações finais sobre *design* metacognitivo

Em decorrência destes princípios (um *design* que auxilie a metacognição), temos de procurar um modelo conceitual para a arquitetura de nossas plataformas e jogos que suportem as exigências do ambiente sugerido. Tal ambiente precisa garantir uma interface (vista) para o usuário que contemple os paradigmas do *design* metacognitivo. Tal construção deverá permitir a existência de um módulo especialmente voltado para o desenvolvimento da interface do usuário. Esse módulo não interfere no controle da aplicação, como também não interfere no curso das informações da aplicação. Assim, a melhor arquitetura para este caso é um modelo que comporte três módulos que possuam

independência e interajam harmonicamente entre si ao longo do processo. No próximo capítulo veremos com detalhes as características e alicerces desse modelo.

Capítulo 4

Modelo computacional e jogos para desenvolvimento cognitivo

"Saber não é suficiente; temos que aplicar. Ter vontade não é suficiente: temos que implementá-la."

Goethe

Descrevemos a proposta de um modelo conceitual para o desenvolvimento de uma arquitetura de jogos neuropedagógicos conciliáveis com a proposta que objetiva atender crianças e desenvolver a cognição através de jogos.

4.1 - Proposta de prover um modelo conceitual para desenvolvimento de jogos

4.1.1 – Introdução

Um modelo conceitual deve propor uma arquitetura de *software* compatível com os requisitos de desenvolvimento da cognição. Ou seja, desejamos um modelo arquitetural capaz de promover o desenvolvimento de jogos cujo objetivo é o desenvolvimento cognitivo. Esse modelo deverá ser compatível com as plataformas computacionais que irão abrigar esses jogos. Desta forma, precisamos de um modelo flexível para atender, de forma ampla, todos os campos de atuação de um projeto de desenvolvimento da cognição, onde a metacognição será instrumento de todas as operações junto aos usuários.

4.1.2 – Modelo arquitetural de três camadas

Procuramos elaborar um modelo arquitetural capaz de suportar requisitos para a proposta neuropedagógica, seja para a realização das plataformas apresentadas, seja para o desenvolvimento dos jogos que estarão no seu escopo.

Nesse trabalho, queremos propor a construção de um modelo de arquitetura neurocomputacional a partir da leitura de um modelo neuropedagógico pré-existente, ou seja, a realização do fio condutor baseado na elaboração dirigida (vide capítulo 2, seção 2.1.7). O modelo conceitual escolhido foi o modelo de três camadas. Esse modelo é o alicerce para todos os jogos que compõem as plataformas, bem como o modelo de realização das próprias plataformas.

4.1.3 – Modelo arquitetural em três camadas para construção de jogos neuropedagógicos

As aplicações (jogos) apresentarão seu conteúdo para os usuários em um grande número de interfaces, encerrando em si uma variedade de dados. O projeto, implementação

e manutenção ficarão a cargo de uma equipe formada por indivíduos de diferentes capacitações. Nossa proposta requer que as aplicações suportem múltiplos tipos de usuários com os mais diversos tipos de interface, que sejam seguras, eficientes, de fácil manutenção e, sobretudo, reutilizáveis.

A modelagem arquitetural proposta se baseia em um modelo de três camadas (figura 4.14). Nesse modelo, temos uma camada de apresentação, uma de negócios e outra de persistência. Esse modelo de desenvolvimento tem por objetivo separar a lógica da aplicação (modelo) da interface de acesso das informações para o usuário (vista). Além disso, separar lógica de aplicação (modelo) e interface de acesso (vista) do curso das informações da aplicação (controle), ou seja, permitir o desacoplamento de componentes do modelo de objetos de domínio (modelo), dos componentes responsáveis pela visualização dos dados contidos no modelo de objetos de domínio (vista). Tal modelo permite que a mesma lógica de negócios possa ser acessada e até mesmo visualizada por várias interfaces. Existe, também, a possibilidade de criar componentes responsáveis em controlar as ações dos usuários (controle) e, a partir disso, disparar eventos específicos de acordo com o contexto de utilização (PRATA, 2009).

Nesse modelo, a camada de apresentação (vista) orienta a saída gráfica e textual oriunda da aplicação que será mostrada ao usuário. Já a camada de negócios (controle) interpreta todas as entradas de *mouse* e teclado feitas pelo usuário, de forma a gerenciar a camada de apresentação (vista) e a camada de persistência (modelo) para se modificarem de forma adequada. A camada de persistência (modelo) dirige tanto o comportamento quanto os dados do domínio da aplicação, responde as requisições sobre o seu estado (em geral provenientes da camada de apresentação) e responde às instruções para mudança de estado (em geral procedentes da camada de negócio - controle).

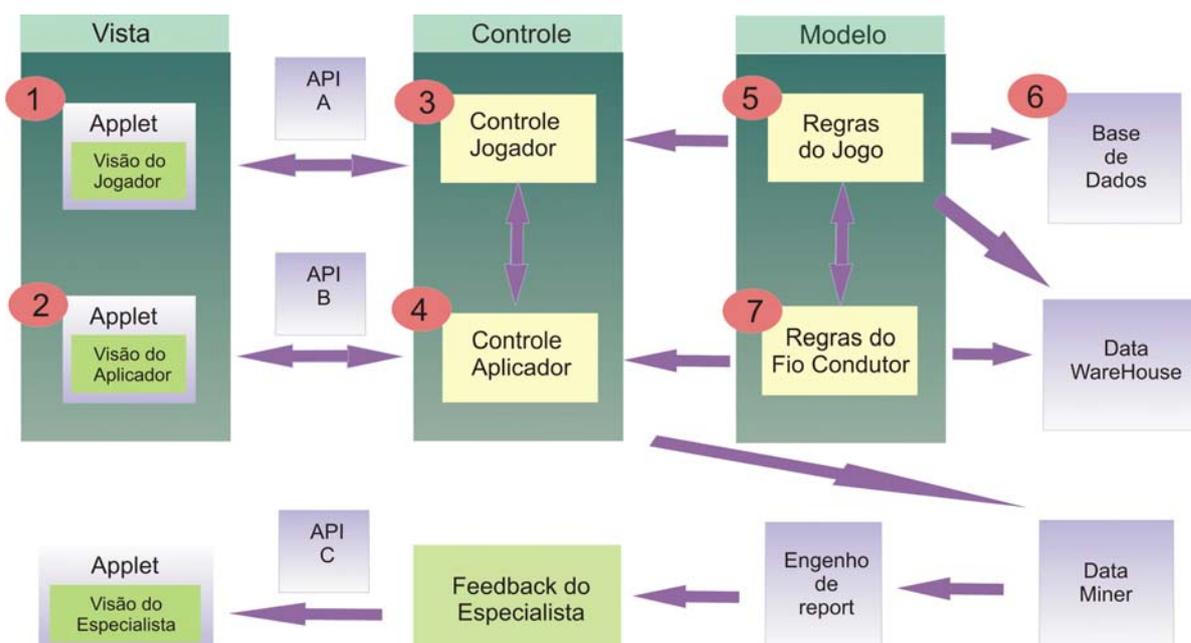


Figura 4.14 – Modelo de três camadas

4.1.4 – Descrição das camadas em função dos jogos neuropedagógicos

A camada modelo será formada por elementos que representam os dados da aplicação, ou seja, as regras do jogo baseadas na elaboração dirigida e guiadas pelo fio condutor. Essas duas partes que compõem a camada (5 - regras do jogo e 7 - fio condutor) se auto-regularão conforme o *feedback* que receberem, seja do jogador (3), seja do aplicador (4) (figura 4.15).

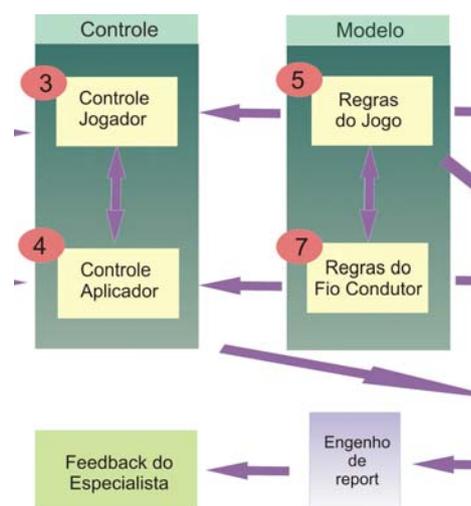


Figura 4.15 – Camada modelo, controle e o fluxo de informações para auto-regulação

Essa auto-regulação exercida pela camada controle é fundamental para que o objetivo da atividade não se perca, configurando, assim, a principal meta do processo neuropedagógico, transcrito para o modelo neuroinformático: trabalhar as necessidades de cada jogador através da elaboração dirigida seguindo os princípios do fio condutor.

A camada vista terá por objetivo realizar a apresentação desses dados e capturar os eventos dos usuários. Por sua vez, a auto-regulação essencial ao processo será realizada através da API A e API B, com isso, podemos dizer que todos os casos de uso não são meramente regidos pela funcionalidade do sistema, mas pelo propósito neuropedagógico de todo o processo.

A camada controle fará a mediação entre a camada modelo e a camada vista. Essa mediação realizará o tratamento dos eventos, atuando sobre a camada modelo e alterando a camada vista para representar a nova forma dos dados.

O conjunto de eventos capturados pela API A são:

- 1 - Registro da data de realização do jogo;
- 2 - tempo de reação (antes de ser iniciado a primeira ação);
- 3 - tempo de resposta (após o início da ação até a resposta);
- 4 - quantidade de acertos;
- 5 - quantidade de erros;
- 6 - quantidade de perseverações (respostas erradas dadas seguidamente ao mesmo evento);
- 7 - ordem de execução das respostas;

8 - ordem de manipulação das peças;

9 - número de jogadas (quantas vezes o jogador entrou no jogo) e

10 - registrar qualquer tipo de desistência (observação: o jogador pode não querer começar a jogar, parar no meio de alguma fase do fio condutor ou não prosseguir para a fase seguinte do jogo).

Vale ressaltar que a API A é chamada, no projeto, de API genérica, pois sua captura será padrão para todos os jogos (figura 4.16) elaborados em nossas plataformas. Porém, a API A poderá sofrer acréscimos segundo os objetivos específicos com os quais se queira trabalhar em cada jogo. Por exemplo: a necessidade de captura de eventos para jogos de atenção não são idênticas as necessidades de captura de eventos de para jogos de raciocínio lógico.

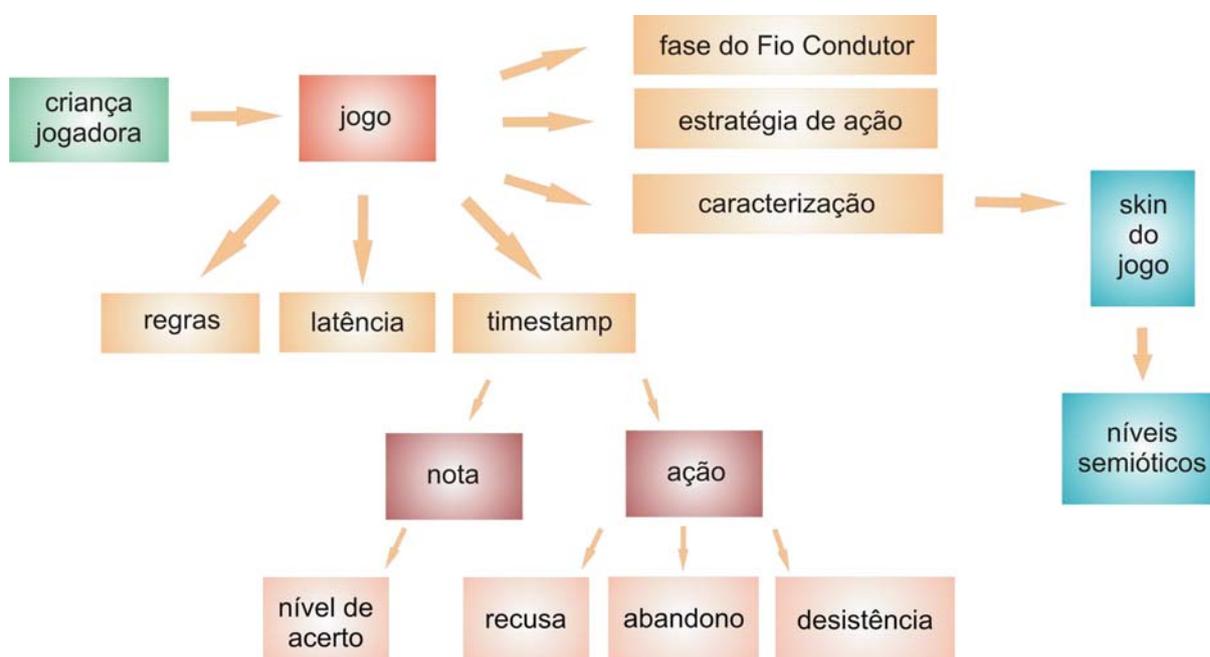


Figura 4.16 – Estudo conceitual para elaboração da API

Através da API B serão capturados os eventos do jogo realizados pelo jogador para serem mostrados na tela do aplicador. O aplicador terá o registro da movimentação e tomada

de decisões por parte do jogador e poderá fazer interferências. A API C dará ao especialista o perfil cognitivo do jogador ao longo da atividade combinada com o *feedback* da mineração de dados.

4.1.5 – Funcionamento do fio condutor nos jogos propostos

O processo da elaboração dirigida aplicado através do fio condutor é dividido em quatro momentos distintos e sequenciais que chamamos de fases. Veremos, a seguir, como enxergar o fio condutor através de um conjunto de aplicações propostas em nosso modelo computacional de três camadas. A sessão do jogo será composta por 2 atores: jogador e aplicador (figura 4.17).

Propomos a realização de três aplicações: aplicação cliente-paciente, cliente-aplicador e servidor. A aplicação cliente-paciente é dividida em quatro fases segundo os princípios da elaboração dirigida: fase 1, fase 2, fase 3 (subdividida em fase 3A e fase 3B) e fase 4. Na fase 1 o jogo é iniciado pelo aplicador. Esse é o primeiro contato do jogador com a interface do jogo. Nenhuma regra é dada ao jogador. Ele irá iniciar o jogo a partir de seu entendimento intuitivo sobre o mesmo. Enquanto isso, o aplicador acompanha todas as ações feitas pelo jogador através de sua interface (aplicação cliente-aplicador). Na fase 2 o aplicador solicita ao jogador que explique o que fez anteriormente (fase 1). O aplicador irá registrar as explicações dadas pelo jogador diretamente em sua interface. A fase 3 será iniciada com todas as peças do jogo soltas, de modo que o jogador arrume o tabuleiro para iniciar suas jogadas (fase 3A). O aplicador solicitará ao jogador que explique o que fez anteriormente (fase 3B). Na fase 4 o jogador irá verbalizar a regra. O aplicador irá mediar à sessão com o intuito de que o jogador formule a regra do jogo e verbalize-a. O aplicador fará todos os registros em sua interface (aplicação cliente-aplicador).

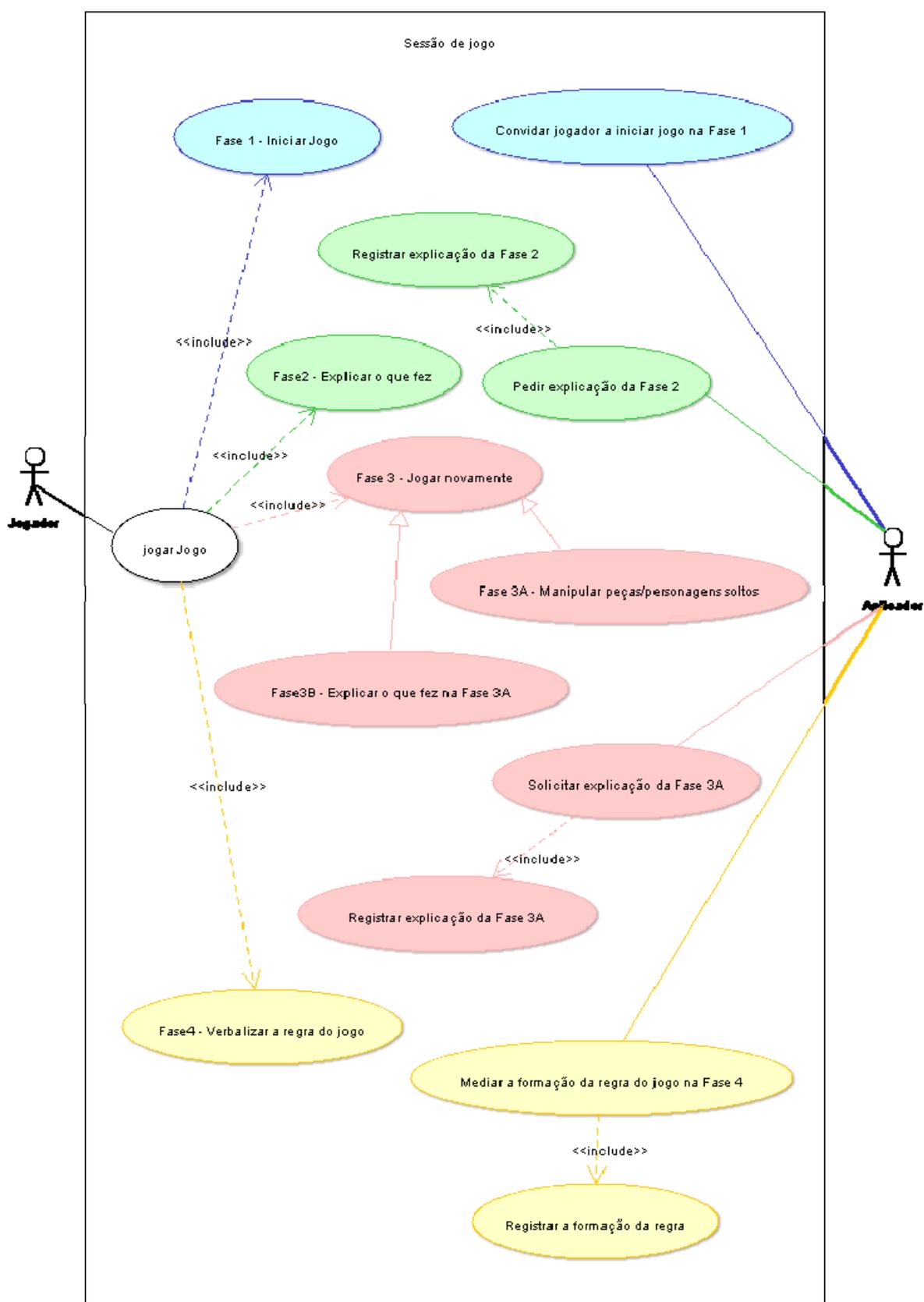


Figura 4.17 – Diagrama de casos de uso sobre a sessão do jogo

A aplicação cliente-aplicador, além de registrar todas as ações do jogador e registrar as observações feitas pelo aplicador, fará, também, a gravação de textos de acordo com o que está sendo observado, emitirá estímulos e fará interações com as crianças através de um personagem (figura 4.18). O personagem responsável por fazer as interações com o jogador é caracterizado no universo dos jogos como NPC (*non-player character*), ou seja, um personagem que não joga, mas interage com os participantes. Todas as informações serão gravadas no banco de dados para posterior análise.

A aplicação servidor será responsável por controlar e disponibilizar todos os serviços para as aplicações clientes e irá chamar os componentes que tratam das regras do jogo e que estarão persistentes no banco de dados.

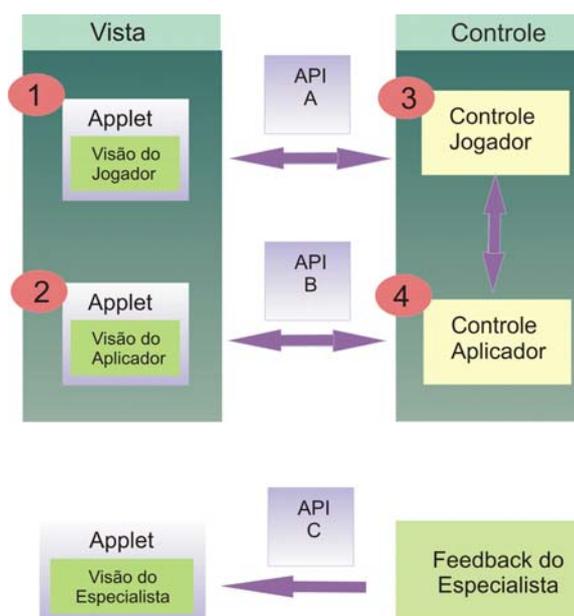


Figura 4.18 – (1) Aplicação cliente-jogador, (2) cliente-aplicador, (3) e (4) aplicação servidor

4.2 – Cliente rico, facilitação cognitiva e desenvolvimento de jogos

Vivemos, desde o aparecimento da internet, um processo de separar a lógica de negócio da interface com o usuário. A concepção é que os usuários da web possam ter

acesso às aplicações, mas não necessitem instalar nada localmente para isso. Nossa proposta encontra-se nessa vertente.

A lógica de nossa aplicação (elaboração dirigida e fio condutor) caracteriza-se por ser um cliente rico, ou seja, nada será instalado na máquina do usuário. Entretanto, nossa aplicação irá interferir momentaneamente nessa máquina, já que é através dessa interferência que iremos trabalhar uma série de recursos necessários para a interação do usuário com a interface do jogo. Nesse modelo, o aplicativo estará no servidor e um navegador web será usado como cliente magro.

Adotamos a nomenclatura de cliente rico como sugerida por Fowler (2006), chamando assim aquele cliente que possui interfaces gráficas bem desenvolvidas, como os aplicativos Java utilizando Swing. Propomos um cliente rico que seja capaz de prover as funcionalidades necessárias ao desenvolvimento de interfaces gráficas compatíveis com os requisitos da metacognição enunciados por David Kirsh (2005) (vide capítulo 3, seção 3.3) e, conseqüentemente, suporte todos os requisitos necessários para o desenvolvimento cognitivo, exercendo assim, a facilitação cognitiva desejável a esse processo. Dessa forma, nosso cliente rico proverá uma biblioteca de componentes visuais para a construção de interfaces gráficas responsáveis pelas aplicações nos jogos propostos, bem como a interface de interação com os usuários. Nessa biblioteca, encontraremos componentes para zoom, brilho, realce, suporte para libras, movimentação em tela, emissão de som, etc.

A camada de negócios terá suas funcionalidades separadas em classes que, por sua vez, poderão ser reunidas em pacotes ou componentes. Conseqüentemente, isso irá reduzir as dependências entre classes e pacotes. Além disso, poderão ser reutilizadas por diferentes partes do aplicativo (ou até aplicativos diferentes).

Sentimos a necessidade de construir um *framework* que fosse capaz de atender a todos os requisitos de nosso cliente rico, ou seja, um *framework* capaz de realizar o modelo computacional proposto com todas as suas implicações. A construção desse *framework* norteou algumas etapas bem definidas, que foram fundamentais para o entendimento das reais necessidades de nosso trabalho.

4.3 – Considerações finais

O presente trabalho apresentou o modelo de três camadas para o desenvolvimento de jogos computacionais cujo objetivo é desenvolver a cognição de crianças entre sete e doze anos. Vimos as características e objetivos de cada camada para a realização do processo neuropedagógico da elaboração dirigida através do fio condutor. Percebemos a necessidade da construção de um *framework*, voltado especialmente para atender as necessidades inerentes dessa proposta. No capítulo seguinte, veremos em detalhes toda essa trajetória.

Capítulo 5

Implantação da arquitetura proposta

"Conhecimento é poder."

Francis Bacon

Neste capítulo, aplicamos nosso projeto arquitetural para guiar a construção evolutiva de um *framework* que atenda os requisitos da proposta neuropedagógica na construção de jogos. A arquitetura foi aplicada e refinada em etapas. Tais etapas ocorreram através da coordenação de diversos grupos de trabalho, foram construídas baseadas em metas e avaliadas em sua aderência segundo a arquitetura proposta.

5.1 – Introdução

5.1.1 - Motivação

No início de todo o processo, víamos vários jogos em madeira que gostaríamos de virtualizar. Esses jogos, quando construídos, tinham o objetivo de trabalhar diferentes áreas da cognição. Tais jogos foram idealizados pela professora C. V. M. Marques.

5.1.2 - Objetivo

Procuramos realizar uma prova conceitual de que seria possível a virtualização desses jogos através do modelo arquitetural apresentado no capítulo anterior. A modelagem arquitetural proposta apresenta um modelo de três camadas, sendo uma camada de apresentação, uma de negócios e outra de persistência.

5.1.3 - Justificativa

A ação de virtualização foi acompanhada pela contabilização de perdas e ganhos que obtivemos ao longo do processo. Dessa forma, procuramos construir jogos e avaliá-los através de sessões de uso, bem como avaliar a viabilidade de implementação de nosso modelo arquitetural para conduzir o processo neuropedagógico (elaboração dirigida através do fio condutor). Além disso, através desse processo, procuramos refletir sobre a experiência adquirida, de forma que pudéssemos elaborar novas normas que viessem a contribuir com nosso modelo arquitetural.

5.1.4 – Metas

Planejamos algumas metas a alcançar nessa etapa do processo. São elas:

- Construir o maior número de jogos possível.
- Atender às seguintes áreas neuropedagógicas nos jogos virtualizados: raciocínio lógico, funções atencionais e estudo do imaginário infantil.

- Estudar a implementação da técnica de elaboração dirigida através do fio condutor.

5.2 – Etapas de implantação da arquitetura proposta para realização de jogos

5.2.1 – Início do processo

Tendo um variado número de jogos para virtualizar, escolhemos inicialmente dois focos para começar nosso trabalho: jogos de raciocínio lógico e jogos para trabalhar as funções atencionais.

No segundo quadrimestre de 2007, propomos à turma de mestrado em Sistemas de Informações (disciplina Programação orientada a objetos - POO) a implementação desses jogos. O grupo iniciou o trabalho de virtualização dos jogos através da ferramenta de aprendizagem de orientação a objetos denominada *Greenfoot* (HENRIKSEN, 2005). O *Greenfoot* é uma ferramenta mantida pela Universidade de *Kent*, na Grã-Bretanha, que implementa um ambiente de modelagem e programação orientada a objetos baseada na linguagem Java e que é executada na máquina virtual Java.

Os trabalhos dessa turma foram colocados em uma *wiki*² (<http://kuarup.pbwiki.com/>), de forma que os alunos pudessem postar e editar seu conteúdo coletivamente. A primeira proposta avaliada pela turma foi do “jogo Vygotsky”(VALE, 2000).

Esse jogo apresenta um tabuleiro onde o jogador deverá classificar as peças em quatro grupos nas bordas do tabuleiro. As versões realizadas sobre esse jogo procuram explorar diferentes níveis semióticos (tabuleiro com figuras em duas dimensões ou três dimensões) e quantidade de peças envolvidas (figura 5.1).

² Uma *wiki* é um conjunto de páginas na internet onde qualquer pessoa poderá editar um documento. Além disso, as pessoas podem trabalhar colaborativamente.

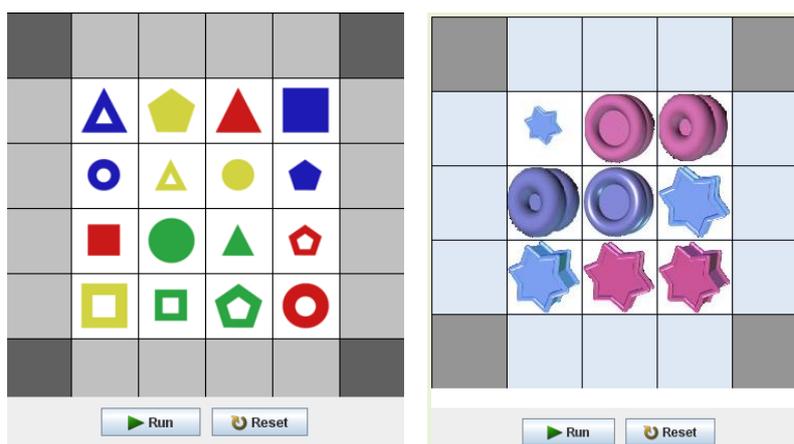


Figura 5.1 – Jogo Vygotsky em duas versões

Um dos integrantes da turma apresentou a sugestão de implementar a mudança de níveis (fases do fio condutor) através de uma barra lateral. Essa barra poderia ser manipulada livremente conforme a necessidade de ajuste do jogo (figura 5.2).

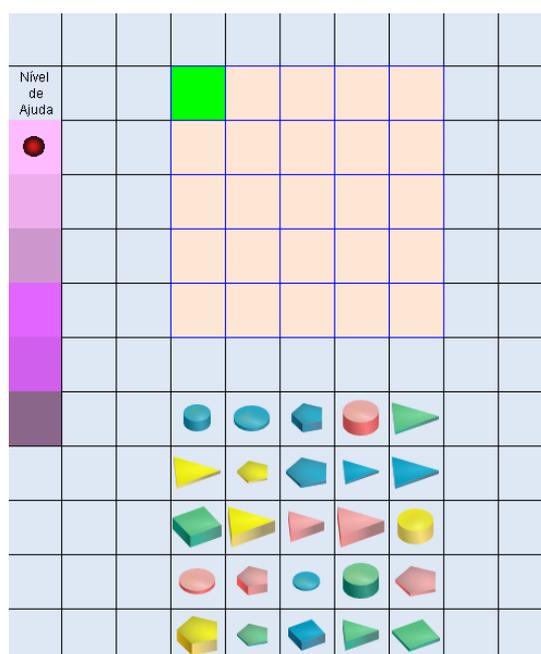


Figura 5.2 – Jogo Vygotsky com barra lateral para ajuste

Seguinte a essa atividade, iniciamos mais uma etapa do trabalho. Dessa vez, outro conjunto de jogos iria começar a ser virtualizado através do modelo arquitetural proposto. Esse novo conjunto de jogos também foi realizado com o *Greenfoot*. Após a primeira

experiência, o grupo procurou explorar a possibilidade de registro das ações do jogador (figura 5.3) e explorar o mecanismo de ajuste das fases (figura 5.4).

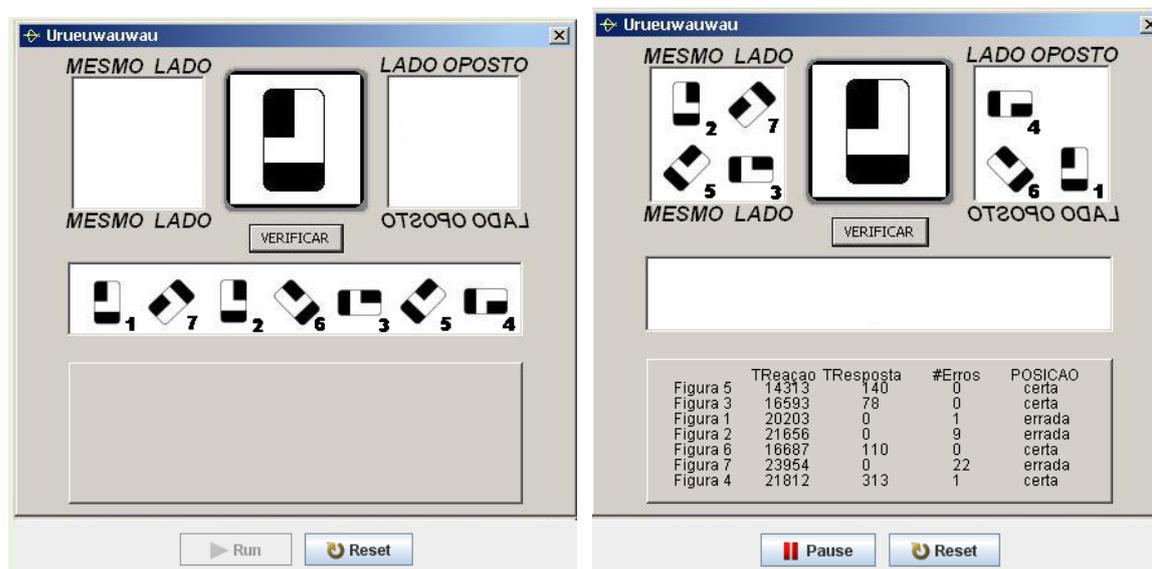


Figura 5.3 – Jogo de atenção focal com *feedback* na tela

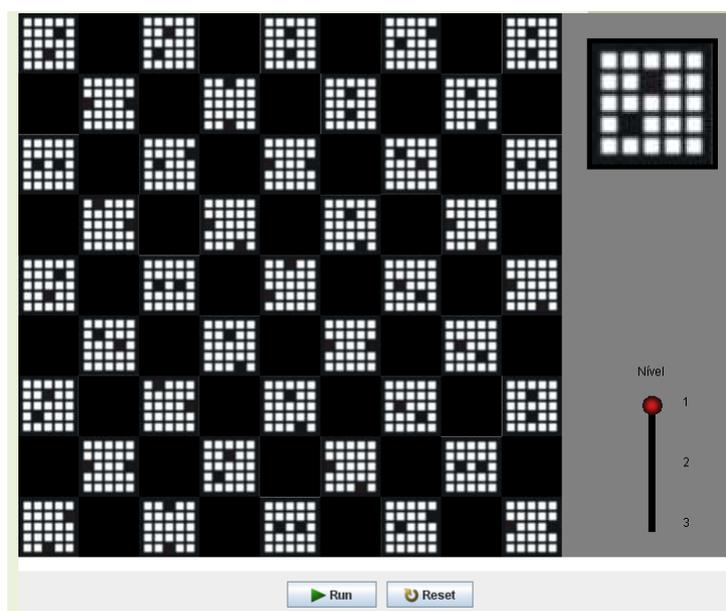


Figura 5.4 – Jogo de atenção focal com barra lateral para ajuste

Ao final dessa experiência, os alunos apresentaram suas dificuldades na utilização da ferramenta *Greenfoot*, dado que ela apresentava muitas limitações de desenvolvimento para suprir todas as exigências. Essa experiência foi de grande valia para a exploração inicial da proposta. Muito se discutiu sobre a adaptação necessária para a construção da interface, uso

de som, manipulação de peças e os mecanismos de suporte à realização do fio condutor. Nesse momento, não trabalhamos com nenhuma base de dados capaz de gravar os resultados. Os resultados obtidos simplesmente ficavam dispostos na própria tela.

5.2.1.1 – Avaliação dos resultados na primeira experiência

A primeira etapa de trabalho (desenvolvimento de jogos de raciocínio lógico) com a turma de POO/2007 foi muito significativa para que avaliássemos a adesão do trabalho sob três aspectos: adesão à arquitetura proposta, adesão ao *design* metacognitivo e adesão ao modelo neuropedagógico. Notamos que a primeira experiência da turma teve, como grande mérito, ambientar os participantes com a proposta do trabalho, pois nenhum dos programadores possuía experiência na construção de jogos cujo objetivo fosse o desenvolvimento cognitivo. Na segunda etapa do trabalho (desenvolvimento de jogos para as funções atencionais), notamos o amadurecimento da turma em relação à proposta apresentada. Consequentemente, isso se refletiu na procura de soluções e apresentação de sugestões. Apesar da grande dedicação da turma nessa experiência pioneira, podemos constatar uma baixa aderência em relação ao modelo arquitetural, *design* metacognitivo e modelo neuropedagógico. Vejamos a seguir uma análise detalhada sobre os resultados encontrados.

5.2.1.1.1 - Análise da aderência em relação ao modelo arquitetural proposto na primeira experiência

Contabilizamos, nessa etapa, pouca aderência ao modelo arquitetural proposto (quadro 5.1). Tivemos o desenvolvimento do cliente jogador, porém ainda não contávamos com estrutura suficiente para desenvolver o cliente atendente e o cliente especialista, dadas as limitações impostas pela ferramenta usada. A API A (API que registra os movimentos do jogador – vide capítulo 4, seção 4.2.2) começou a ser desenvolvida na segunda experiência com a turma (jogos para as funções atencionais), porém nenhum dos dados expostos na tela

podiam ser armazenados, já que não havia base de dados construída até esse momento. Nesse trabalho, temos apenas a fase 1 do fio condutor desenvolvido, já que nenhuma implementação foi feita na camada controle.

Adesão ao modelo arquitetural	Jogos de raciocínio lógico	Jogos para o desenvolvimento das funções atencionais
Cliente do jogador		
Cliente do atendente		
Cliente do especialista		
Controladores		
Base de dados		
API A		
API B		
API C		
Cliente rico		
Legenda:  - Registramos progresso,  - Não registramos progresso		

Quadro 5.1 – Análise da aderência ao modelo arquitetural da primeira etapa de desenvolvimento dos jogos

5.2.1.1.2 - Análise da aderência em relação ao *design* metacognitivo na primeira experiência

Contabilizamos, nessa etapa, pouca aderência em relação aos requisitos que embasam o *design* metacognitivo (quadro 5.2). Nessa etapa do trabalho, os programadores agiram de forma intuitiva, sem procurar embasamento sólido para suas escolhas. Muitos alegaram estar por demais comprometidos com a programação e terem pouca noção do real significado dos requisitos necessários para o desenvolvimento de um bom *design*. Apesar disso, foi possível notar algumas iniciativas isoladas tanto na primeira iniciativa quanto na segunda.

Adesão ao <i>design</i> metacognitivo	Jogos de raciocínio lógico	Jogos para o desenvolvimento das funções atencionais
Interface amigável	✘	✘
Implementação de requisitos de <i>design</i> metacognitivo	✘	✘
Estudo para decisão do uso dos requisitos visuais adequados	✘	✘
Objetivos claros	✘	✘
<i>Feedback</i> para o usuário sobre suas ações	✘	↑
Instruções para o próximo passo	✘	✘
Visão sistêmica do ambiente visual	✘	✘
Legenda: ↑ - Registramos progresso, ✘ - Não registramos progresso		

Quadro 5.2 – Análise da aderência ao *design* metacognitivo na primeira etapa de desenvolvimento dos jogos

5.2.1.1.3 - Análise da aderência em relação ao modelo neuropedagógico na primeira experiência

Contabilizamos, nessa etapa, pouca aderência em relação ao modelo neuropedagógico proposto (quadro 5.2). Os jogos propostos trouxeram consigo o embasamento teórico no qual se apoiavam e que deram alicerce para sua realização concreta. Porém, no aspecto que tange a adaptação do fio condutor para o ambiente virtual, os alunos não conseguiram realizar todas as suas etapas. Na época, uma parte dos alunos alegou pouco entendimento e compreensão sobre a condução da elaboração dirigida através do fio condutor. Outra parte conseguiu apresentar sugestões sobre a mudança de fases, mas alegaram pouco tempo disponível para o desenvolvimento, além de já constatarem limitações da ferramenta para isso.

Adesão ao modelo neuropedagógico	Jogos de raciocínio lógico	Jogos para o desenvolvimento das funções atencionais
Embasamento teórico		
Fase 1 do fio condutor		
Fase 2 do fio condutor		
Fase 3A do fio condutor		
Fase 3B do fio condutor		
Fase 4 do fio condutor		
Legenda:  - Registramos progresso,  - Não registramos progresso		

Quadro 5.3 – Análise da aderência ao modelo neuropedagógico proposto na primeira etapa de desenvolvimento dos jogos

5.2.1.2 – Considerações finais sobre a primeira experiência

O presente trabalho apresentou a primeira experiência na construção de jogos para o desenvolvimento cognitivo e o grau de aderência ao modelo arquitetural de três camadas, aos requisitos de *design* metacognitivo e a realização do modelo neuropedagógico da elaboração dirigida através do fio condutor. Analisamos que, nessa etapa, conseguimos atingir pouca aderência nesse primeiro momento, porém a proposta de trabalho saiu fortalecida pela contabilização de êxitos, ganho de experiência e das possibilidades de melhorias (quadro 5.4).

	Adesão ao modelo arquitetural	Adesão ao <i>design</i> metacognitivo	Adesão ao modelo neuropedagógico
1ª experiência jogos de raciocínio lógico			
2ª experiência jogos para o desenvolvimento das funções atencionais			

Quadro 5.4 – Análise da evolução do desenvolvimento dos jogos na primeira etapa

Seguinte a esse trabalho, um novo grupo se dedicou a realização do jogo Cria Conto. Veremos, a seguir, mais detalhadamente, o desenvolvimento desse jogo, o quanto foi possível evoluir e qual sua aderência à proposta.

5.2.2 – A Elaboração do Jogo Cria Conto

No terceiro quadrimestre de 2007, a turma de mestrado da disciplina Neurociência cognitiva I iniciou a construção do jogo Cria Conto, destinado a crianças entre sete e doze anos, com o objetivo de analisar o imaginário infantil. A proposta era construir uma versão virtual do jogo real da *designer* Simone Bonfim. Mais uma vez, procuramos realizar a prova conceitual de que seria possível a virtualização desse jogo através do uso de nosso modelo arquitetural. Com o intuito de documentar os alicerces teóricos esse trabalho, a turma criou uma *wiki* (<http://neuropedagogia.pbwiki.com/>) (figura 5.5) onde cada integrante postou um estudo elaborado através de mapas conceituais sobre os principais conceitos neuropedagógicos que embasavam o trabalho (<http://neuropedagogia.pbwiki.com/Mapas+Conceituais>).



Figura 5.5 – Wiki desenvolvida pela turma de neuropedagogia

A construção do jogo Cria Conto passou por fases muito bem definidas, nas quais a riqueza da formação profissional do grupo foi fundamental para sua construção, já que contribuiu para atender as expectativas desejadas e a superar os desafios apresentados ao longo do trabalho. Nessa experiência, contabilizamos êxitos e ganhos em relação à aderência de nossa proposta sob o ponto de vista arquitetural, de *design* e do modelo neuropedagógico.

O jogo Cria Conto e sua transição do real para o virtual possibilitaram enumerar, a partir de sua essência lúdica, variadas aplicabilidades. O estudo iniciou com o conhecimento do jogo original e suas características como objeto concreto. Após uma primeira análise, o grupo voltou-se para a transposição do mesmo para o meio virtual, onde enumerou as adaptações necessárias e possíveis ganhos ao transpor o jogo real para o ambiente virtual.

5.2.2.1 - Público-alvo do jogo Cria Conto

Crianças entre sete e doze anos encontram-se na terceira infância (PAPALIA, 2000). A terceira infância é a fase onde a criança desenvolve competências em vários campos (física, cognitiva e psicossocial). Em termos cognitivos, as crianças avançam no pensamento lógico e criativo, como também no juízo moral, memória, leitura e escrita. As diferenças individuais tornam-se claras, como também as necessidades especiais, mais importantes, visto que afetam o desempenho escolar. Segundo Piaget, é nessa fase que as crianças iniciam o estágio de desenvolvimento cognitivo de operações concretas (id., ib.). As crianças nesta fase são menos egocêntricas e possuem a possibilidade de fazer uso do pensamento, ou seja, realizar operações mentais (MYERS, 1999). É possível, para essas crianças, pensarem de maneira lógica, pois podem pensar em vários aspectos e não apenas focalizar-se em um (como acontecia no estágio pré-operacional). Essa fase também é marcada pela maior flexibilidade em seus próprios julgamentos morais, pois, apesar de ainda

pensar sobre situações do aqui e agora, a criança possui maior capacidade de compreender os pontos de vista alheios (PIAGET, 1971).

Pensando neste público-alvo, o grupo fez algumas inferências sobre a linguagem visual dos desenhos que formavam os cenários e os personagens, como também em sua funcionalidade em atingir a faixa etária determinada, fosse pelo traço, pela cor, pela forma ou por qualquer outro estilo ou categoria que tivessem sido propositalmente estabelecidas pela autora do jogo (a *designer* Simone Bonfim).

5.2.2.2 - Histórico do jogo original

O jogo Cria Conto originou-se do projeto final de curso de graduação em Desenho Industrial (com habilitação em Comunicação visual) da aluna Simone Quirino Bonfim no ano de 1999, na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ). A orientação de projeto foi realizada pelo professor Celson Wilmer, sendo “O Jogo Simbólico” o nome original do jogo.

5.2.2.3 – Desenvolvimento da interface do jogo Cria Conto

A turma de mestrado da disciplina Neurociência computacional I foi dividida em grupos disciplinares de trabalho: grupo de artes, grupo de programação e grupo de neurociência. O grupo de artes foi responsável pela adaptação da interface do jogo. Esse momento foi marcado pelo trabalho em prol de se conseguir atingir o máximo de aderência à proposta de *design* metacognitivo.

A primeira fase do trabalho desse grupo foi o estudo concreto do jogo visando à virtualização do mesmo segundo os requisitos de *design* metacognitivo. O grupo de artes começou seu trabalho discutindo como virtualizar o *layout*, já que o jogo original era composto de uma série de painéis retangulares (figura 5.6). As primeiras soluções para a virtualização do jogo surgiram em rascunhos a lápis e papel.



Figura 5.6 – Cenário modular do jogo original

A principal dificuldade encontrada pelo grupo foi acerca do método de transpor o cenário para o meio virtual, pois este era muito largo e de pouca altura, ou seja, muito desproporcional para a tela do computador (figura 5.7). A partir daí, o grupo passou a discutir como transpor o cenário do meio físico para o virtual. No primeiro momento não houve consenso, pois várias ideias haviam surgido com diferentes vertentes.

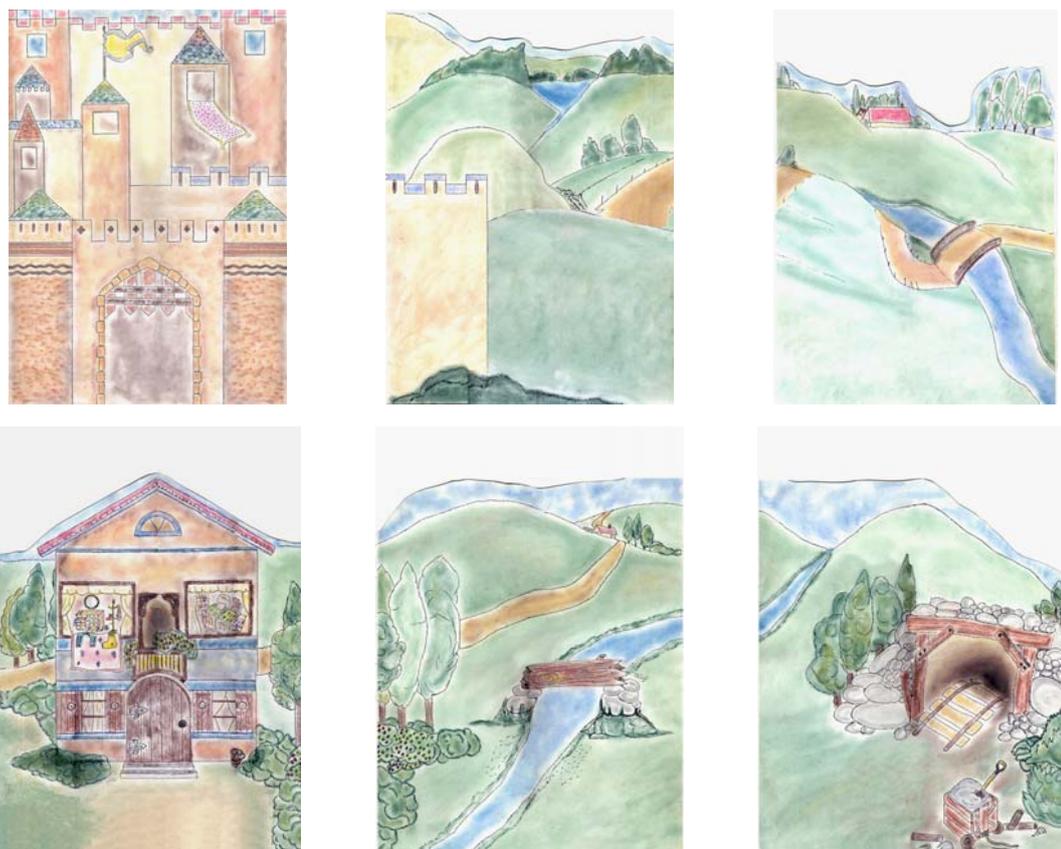


Figura 5.7 – Cenário modular em detalhes

Na segunda fase do trabalho, o grupo deparou-se com os limites que a programação impunha para a criatividade, ou seja, nesse momento notamos a preocupação em conciliar as

aderências necessárias do modelo arquitetural e do *design* metacognitivo. Dessa forma, o grupo sentiu a necessidade, antes de começar a trabalhar em uma proposta para o novo *layout*, de ter um *feedback* do outro grupo de trabalho responsável pela programação a fim de saber quais os limites para a programação, não só em termos da realidade da programação em si, como também do tempo disponível para realização o trabalho. Essa foi uma das principais dificuldades para virtualização do jogo: trabalhar a criatividade inerente ao grupo sem ultrapassar os limites viáveis da programação e do tempo disponível.

A terceira fase foi marcada pela construção do novo *layout*. A tela original do jogo é no formato retangular onde o cenário é dividido em módulos. O grupo discutiu como "compactar" a imagem de forma a ser exibida em uma única tela, ou seja, dispor seus principais elementos em apenas um quadro e não distribuídos por módulos. O número de personagens também sofreu diminuição, tendo em vista o limite de tempo e a compactação proposta para o projeto de virtualização. A discussão sobre o menu de personagens ocupou um tempo considerável do trabalho de realização do *layout*. Vários modelos foram confeccionados até o grupo chegar ao consenso do modelo final. Assim, várias modificações foram propostas para assegurar os conceitos fundamentais para a realização do *design*: maior estudo do traço, tratamento da imagem, contraste de imagem, equilíbrio de formas na composição do cenário, harmonia, ritmo e jogabilidade.

A decisão sobre a barra de personagens foi o item que mais gerou discussão no grupo (figura 5.8). O grupo discutiu sobre o uso de cores contrastantes ou tons pasteis, usar menu integrado (figura 5.9) ou separado do cenário. Os participantes do grupo chegaram ao consenso de separar o menu do jogo (figura 5.10), pois assim facilitaria a jogabilidade, não interferindo no cenário, nem gerando equívocos de jogada, pois o cenário abaixo do menu é apenas visual e não, funcional.



Figura 5.8 – Barra de personagens

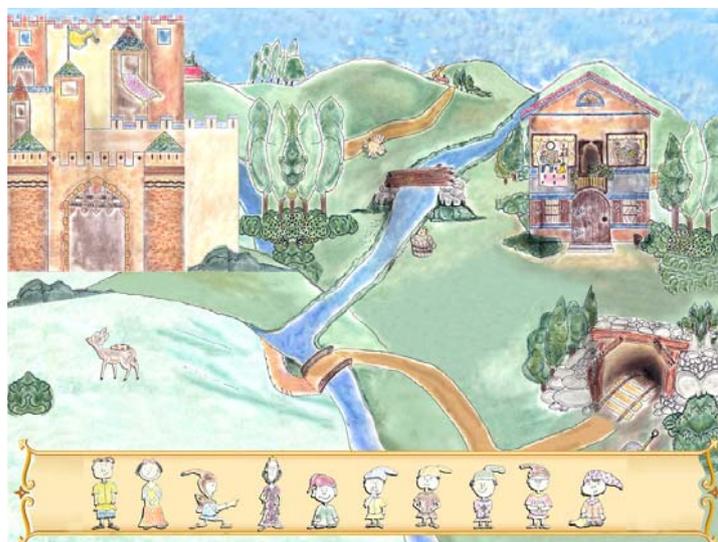


Figura 5.9 – Barra de personagens inclusa no cenário do jogo

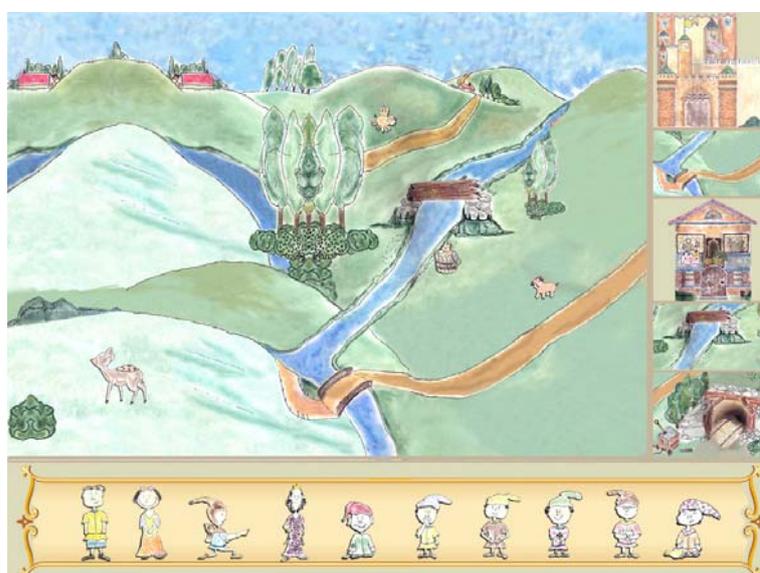


Figura 5.10 – Barra de personagens a parte do cenário do jogo

As cores usadas foram pastéis, pois dão mais suavidade ao menu. Segundo Bonsiepe (1997), uma boa interface é aquela em que o usuário esquece que ela existe. O grupo realizou diversos testes com cores para o menu, tanto de contraste, como de harmonia. O

contraste aplicado ao menu de personagens atingiu um alto grau de percepção visual, tirando a atenção do cenário, que, para a unanimidade do grupo, era mais importante.

Na quarta fase do trabalho, o grupo iniciou o processo de construção de fato do *layout* final para ser repassado ao grupo de programação. A partir daí, procurou-se o referencial teórico que embasasse o desenvolvimento do *design* das interfaces, pois, até então, todo o trabalho foi desenvolvido através da experiência pessoal e profissional dos participantes.

A quinta fase do trabalho foi à apresentação do jogo: tela inicial (figura 5.11) e a tela do mediador (figura 5.12). A interface inicial é uma apresentação da marca criada para o Cria Conto. A tela inicial é composta de traços elaborados segundo a linguagem visual medieval. A escolha do bege como cor de fundo se deu pelo fato de que neste período não existirem grandes variedades de pigmentos.



Figura 5.11 – Tela inicial do jogo Cria Conto

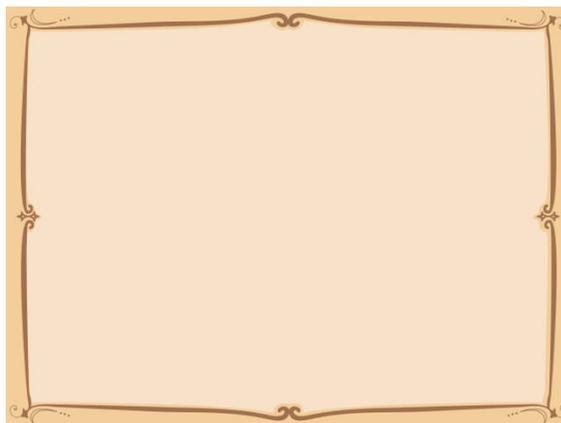


Figura 5.12 – Tela do mediador

No canto superior direito (zona morta) irá surgir um personagem através de animação que irá apresentar o jogo. Esse personagem é um NPC (*non-player character*) e será o mediador do jogo (figura 5.13), ou seja, aquele que irá conduzir a elaboração dirigida através do fio condutor.

O grupo optou por não construir um personagem humano. A escolha inclinou-se para a construção de um personagem com o qual mantivéssemos um peso lúdico e simbólico de acordo com as necessidades do jogo. Logo, o personagem construído foi uma coruja em tons fortes de forma que contrastasse com a tela em bege.



Figura 5.13 – Personagem mediador do jogo

A sexta fase de trabalho do grupo foi sobre a tela da primeira fase do jogo. A primeira fase do jogo é estática. Dessa forma, o grupo sentiu a necessidade de tornar a

interface visual mais atrativa através de efeitos da passagem do *mouse* por cima do cenário, por exemplo: emissão de sons, iluminação e animação.

A diagramação da interface foi elaborada segundo o referencial teórico de Edmund C. Arnold (1965) que formulou a classificação de algumas zonas de visualização da página impressa baseado no movimento ótico de leitura (figura 5.14). Segundo ele, a zona primária deve ter um elemento de impacto, algo que chame a atenção do leitor para que este se sinta atraído pelo olhar. Entretanto, nosso olhar instintivamente será deslocado diagonalmente até o canto inferior direito (área secundária). Mas, para que isto não aconteça o projeto de *design* terá que colocar algum atrativo nas zonas mortas e no centro ótico que dê equilíbrio à construção da página impressa. Deste modo a leitura torna-se agradável e ao mesmo tempo rápida.

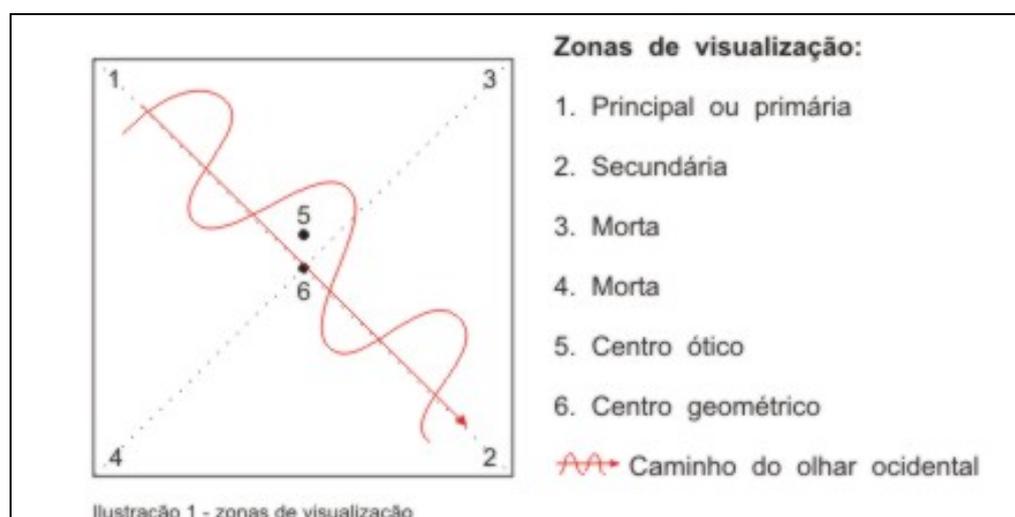


Figura 5.14 – Zona de visualização

Na proposta virtual do jogo, a diagramação buscou equilíbrio na distribuição dos elementos entre as zonas mortas e a zona primária. A imagem do cenário, de forma geral, recebeu tratamento visual, pois suas cores precisavam de maior contraste em relação ao jogo original. Isso se deu pelo fato de que os tons usados no jogo original, quando passados para

tela, não apresentavam grande contraste (os tons usados no jogo original foram extremamente pasteis).

O desenho do jogo Cria Conto, embora tenha sido projetado para o público infantil, não tem nada de infantil. Não devemos nos enganar pela aparente simplicidade das formas e dos traços, pois existe sombreamento, planos, jogo de claro e escuro, profundidade, perspectiva, etc, denotando que a autora possui um profundo conhecimento do assunto. As cores foram selecionadas para atrair a atenção das crianças, oferecendo um espetáculo de tonalidades que agrada e motiva. De caráter espontâneo e intuitivo o desenho do jogo Cria Conto pode ilustrar o universo infantil com bastante naturalidade, prestando-se à finalidade a que o jogo se propõe, a saber: lúdica, educativa e terapêutica.

5.2.2.4 – Implementação do jogo Cria Conto e a necessidade de um *framework* neuropedagógico

A programação do jogo Cria Conto ficou sob responsabilidade do grupo de programação. Essa etapa expôs, de maneira transparente, as limitações da ferramenta *Greenfoot* (também usada anteriormente pela turma POO/2007). Em princípio, essa ferramenta demonstrou resolver funcionalidades básicas para a construção da camada cliente no que se refere à exibição de objetos visuais no cenário do jogo e controle de estímulos de interação de teclado e *mouse*. Porém, com o aprofundamento do trabalho, a equipe notou que não seria possível atender o aprimoramento de recursos necessários a realização da proposta. Isso motivou a procura por uma nova ferramenta que oferecesse melhores recursos para desenvolvimento da camada cliente. Dessa forma, optou-se pelo uso da ferramenta *open-souce* gratuita chamada *Baklava* (BOUTELL, 1996). A ferramenta escolhida proporcionou inicialmente ganhos consideráveis para o desenvolvimento do jogo Cria Conto, porém seu uso ainda apresentava problemas. Um dos problemas encontrados foi o fato de que seu código era de difícil compreensão, tornando penosa sua manutenção. Além disso,

não dava suporte a alguns eventos necessários ao desenvolvimento da interface. Isso fez com que a equipe repensasse a escolha por essa ferramenta, pois a necessidade de tratamento do código, de forma a alcançar os objetivos requeridos, era essencial para a continuidade do trabalho. Por fim, a equipe recebeu a solicitação de criação de mais quinze jogos. Dada essa nova etapa de trabalho, a equipe se mostrou disposta a pensar em um *framework* feito para contemplar as necessidades exigidas, como também as necessidades emergentes.

5.2.2.5 – Avaliação dos resultados para construção do jogo Cria Conto

Esse período de trabalho (desenvolvimento do jogo Cria Conto) com a turma de Neurociência cognitiva I/2007 foi muito significativo para que avaliássemos a adesão do trabalho sob três aspectos: adesão à arquitetura proposta, adesão ao *design* metacognitivo e adesão ao modelo neuropedagógico. Notamos que o *feedback* dado pela turma anterior (turma de POO/2007) contribuiu muito para o aprimoramento do trabalho. Vejamos, a seguir, uma análise detalhada sobre os resultados encontrados.

5.2.2.5.1 - Análise da aderência em relação ao modelo arquitetural proposto para construção do jogo Cria Conto

Contabilizamos, nessa etapa, uma aderência maior ao modelo arquitetural proposto do que o obtido na experiência anterior (quadro 5.5). Tivemos o desenvolvimento de duas aplicações cliente: cliente jogador e cliente atendente. A aplicação cliente jogador se destinada às crianças jogadoras e a cliente atendente se destina ao atendente. Dessa forma, temos de ter dois computadores para cada sessão de jogo. Essa primeira versão ainda não possibilitou a sincronização dos dados entre as aplicações cliente/servidor, isso possibilitaria a troca de cenários, a inclusão de novos personagens e outras customizações.

Adesão ao modelo arquitetural	Jogo Cria Conto
Cliente do jogador	
Cliente do atendente	
Cliente do especialista	
Controladores	
Base de dados	
API A	
API B	
API C	
Cliente Rico	
Legenda:  - Registramos progresso,  - Não registramos progresso	

Quadro 5.5 – Análise da aderência ao modelo arquitetural para o desenvolvimento do jogo Cria Conto

A API A e API B obtiveram grandes avanços. Foi possível a realização de ambas, bem como o armazenamento no banco de dados. O protocolo de comunicação entre as aplicações Applet e o servidor foi o HTTP através da tecnologia Java Servlet. Basicamente, as aplicações Clientes têm um agente de comunicação que encapsula a complexidade do protocolo e das ações e respostas a uma determinada requisição de um controlador no servidor. Para isso, foi definida uma interface comum de objetos de dados entre o cliente e o Servidor, onde as requisições e as respostas são serializadas e deserializadas, armazenadas e recuperadas do banco de dados. As aplicações clientes foram feitas com uma infra-estrutura baseada em *threads* programadas, para fazer consultas e registros através do controlador no servidor de tempo em tempo, de acordo com a funcionalidade programada, onde, para esse fim, foi utilizado um Swing Timer.

Nessa etapa, registramos também um progresso significativo na construção do fio condutor. Entretanto, não conseguimos alcançar uma realização maior tanto do fio condutor quanto do cliente rico devido à ferramenta utilizada até o momento, que limitava o avanço.

5.2.2.5.2 - Análise da aderência em relação ao *design* metacognitivo para construção do Jogo Cria Conto

Contabilizamos, nessa etapa, um progresso significativo em relação à aderência aos requisitos que embasam o *design* metacognitivo (quadro 5.6). Muito desse sucesso se deu pelo fato de uma parcela da turma ter voltado o foco de trabalho somente para essa parte. Essa experiência deu um alicerce sólido para que futuros jogos pudessem ser realizados de forma mais objetiva em relação aos requisitos de design, ao invés de se basear apenas em conceitos intuitivos.

Adesão ao <i>design</i> metacognitivo	Jogo Cria Conto
Interface amigável	
Implementação de requisitos de <i>design</i> metacognitivo	
Estudo para decisão do uso dos requisitos visuais adequados	
Objetivos claros	
<i>Feedback</i> para o usuário sobre suas ações	
Instruções para o próximo passo	
Visão sistêmica do ambiente visual	
Legenda:  - Registramos progresso,  - Não registramos progresso	

Quadro 5.6 – Análise da aderência ao *design* metacognitivo no desenvolvimento do jogo Cria Conto

5.2.2.5.3 - Análise da aderência em relação ao modelo neuropedagógico para construção do jogo Cria Conto

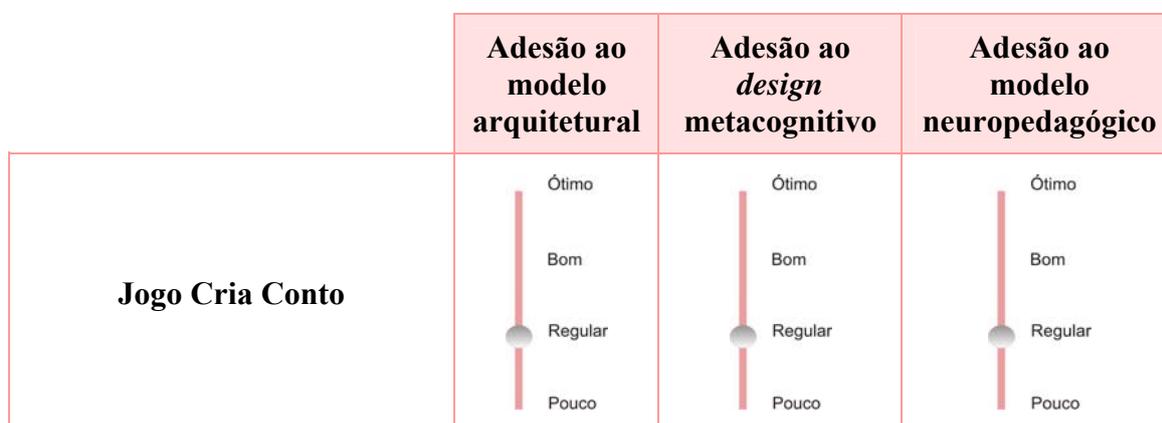
Contabilizamos, nessa etapa, uma aderência maior em relação ao modelo neuropedagógico proposto (quadro 5.7). Foi possível avançar na realização do fio condutor. A adesão só não foi maior por limitações impostas pela ferramenta utilizada (Baklava), fazendo com que requisitos da proposta de *design* não tivessem uma implementação correspondente, exemplo: a movimentação na tela, colisão e outros eventos programados eram vistos de forma lenta. Isso influenciava na captura dos eventos e, conseqüentemente, na realização do fio condutor.

Adesão ao modelo neuropedagógico	Jogo Cria Conto
Embasamento teórico	
Fase 1 do fio condutor	
Fase 2 do fio condutor	
Fase 3A do fio condutor	
Fase 3B do fio condutor	
Fase 4 do fio condutor	
Legenda:  - Registramos progresso,  - Não registramos progresso	

Quadro 5.7 – Análise da aderência ao modelo neuropedagógico no desenvolvimento do Jogo Cria Conto

5.2.2.6 – Considerações finais sobre o desenvolvimento do jogo Cria Conto

O presente trabalho apresentou os progressos significativos para construção de jogos para o desenvolvimento cognitivo. Verificamos o aumento conquistado no grau de aderência ao modelo arquitetural de três camadas, aos requisitos de *design* metacognitivo e à realização do modelo neuropedagógico da elaboração dirigida através do fio condutor (quadro 5.8). Essa experiência foi fundamental para as decisões futuras.



Quadro 5.8 – Análise da evolução do desenvolvimento do jogo Cria Conto

Toda a experiência acumulada ao longo desses dois períodos deu suporte à decisão de desenvolver um *framework* que atendesse às necessidades de desenvolvimento da camada de cliente, que tivesse recursos para o gerenciamento de elementos visuais na tela, de eventos de interação do *mouse* e que também pudesse suportar o desenvolvimento de novas demandas. Veremos a seguir a surgimento do *framework Phidias*.

5.2.3 – A construção do *framework Phidias*

A partir do momento em que se decidiu construir um *framework* próprio, investiu-se na elaboração de uma solução componível e escalável, de forma que ela fosse capaz de atender às especificidades dos diferentes jogos a serem desenvolvidos. Nessa proposta, objetivou-se a construção de um *framework* de fácil utilização que contemplasse o modelo elaborado de três camadas (vide capítulo 4, seção 4.1) de forma clara, flexível e extensível. Além disso, procurou-se permitir que pessoas de outras áreas de conhecimento pudessem usar a ferramenta sem dificuldades.

Norteados por esses objetivos, foi construído um *framework* que fornecesse uma infra-estrutura que permitisse ao desenvolvedor usufruir das funcionalidades necessárias para implementação da interface gráfica (vista), de acordo com os requisitos propostos por um *design* apropriado (vide capítulo 3), como também para as necessidades de desenvolvimento do fio condutor (modelo) e as respectivas ações de controle sobre o processo (controle). Assim, o *framework Phidias* (<http://code.google.com/p/phidias>) é uma plataforma *open-source* cliente-servidor que está sendo orientada como dissertação de mestrado associada a esse trabalho. Esse *framework* é composto por um conjunto de pacotes (figura 5.15) com a função de tornar possível a condução do processo de desenvolvimento cognitivo através da elaboração dirigida.

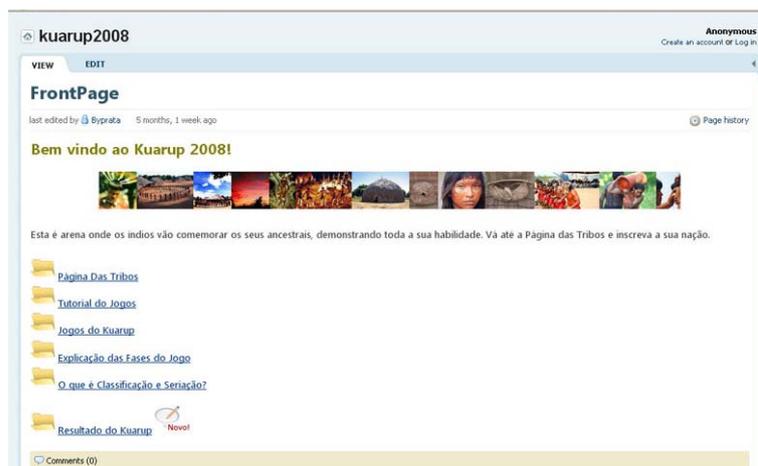


Figura 5.16 – Wiki da turma de programação



Figura 5.17 – Conjunto de dez jogos postados na wiki

5.2.3.2 – Análise espectral das variáveis para elaboração do *design* metacognitivo

Os alunos procuraram explorar o uso diversificado de cores, formas (níveis semióticos), ilustrações, movimento, quantidade de peças envolvidas e tarefas a serem realizadas no jogo. A esse conjunto de elementos envolvidos na realização visual dos jogos passamos a dar o nome de análise espectral das variáveis (figura 5.18). A análise espectral das variáveis tem por objetivo proporcionar a análise dos elementos envolvidos na realização do *design* que melhor proporcione a metacognição. Dessa forma, procuramos encontrar o equilíbrio para a melhor realização do projeto dentre todos os elementos discretos (pontuais) que o compõe.



Figura 5.18 – Análise espectral das variáveis

Vejam os exemplos de algumas interfaces propostas para os jogos de atenção, onde trabalhamos dentro de uma mesma sequência possíveis variações. O primeiro exemplo é do “Jogo do Boneco”. Essa sequência de três jogos se propõe a trabalhar a atenção seletiva através da tarefa de imitação na presença do modelo, leitura de símbolos icônicos e a compreensão de sons icônicos (os sons icônicos são usados como *feedback* para a criança jogadora). As formas empregadas variam o nível semiótico dos ícones bidimensionais de diversas formas. Enumeramos a variação semiótica através do uso de: variedade de cores, utilização de fragmentos, silhueta e geometrização de ícones bidimensionais (PIERCE, 2008). A variação de cores procurou usar cores quentes para a maioria das peças de forma que se destacassem do tabuleiro azul (cor fria) (GUIMARAES, 2004) (PEDROSA, 2003) (figura 5.19). Além da variação de cores e níveis semióticos, variamos a quantidade de peças de uma versão para outra. Dentro dessa mesma proposta, construímos outras variações fazendo uso de ícones tridimensionais (figura 5.20).



Figura 5.19 - Exemplo do estudo espectral envolvido na composição da interface com elementos bidimensionais

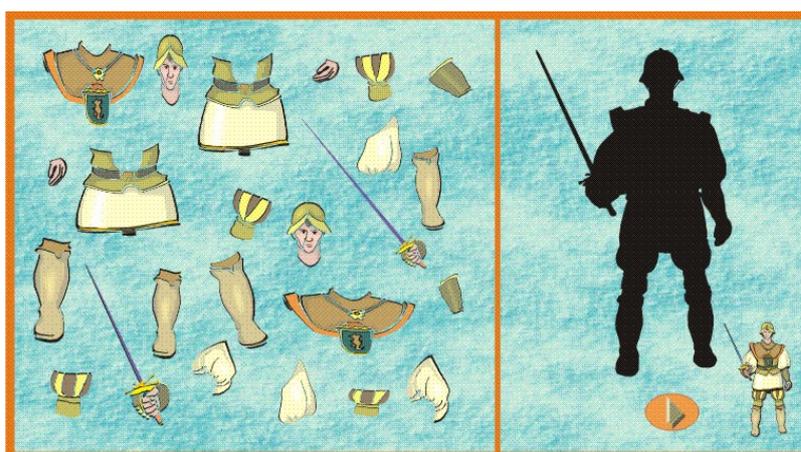


Figura 5.20 – Variação do jogo para atenção seletiva com o uso de ícones tridimensionais

Nessa experiência, percebemos o grande leque de possibilidades para compor nossa interface. Tivemos a oportunidade de perceber o grande conjunto de oportunidades envolvidas nessa etapa do trabalho, bem como os recursos que precisamos para implementá-la através de um *design* que auxilie a metacognição.

5.2.3.3 – Projeto visual e pacotes clientes do *Phidias*

O projeto visual dos jogos apoiou sua construção em um conjunto de pacotes clientes do *Phidias*. Esses pacotes são essenciais para a realização de requisitos enumerados pelo *design* metacognitivo. Dessa forma, todos os elementos que compõe o cenário do jogo (peças e tabuleiro) foram implementados através dos pacotes *Graphic* e *Sprite*. O pacote *Graphic* dispõe os elementos estáticos do jogo com objetivo de compor o cenário, podendo ou não colidir com os *sprites*. O termo *sprite* é muito conhecido no ramo de desenvolvimento de jogos. É usado para referenciar um elemento visual composto por uma imagem, que pode ser movimentado pelo jogador em toda a tela, independentemente de outros elementos. Os *sprites* dos jogos são implementados pelo pacote cliente *Sprite*. Cada elemento *sprite* possui um conjunto de eventos atrelados a ele, como por exemplo: identificação do *sprite* selecionado, tempo que a criança arrastou a peça pelo cenário, desistência de movimentação do *sprite* pela criança, colisão do *sprite* com outro elemento estático ou com outros *sprites*, posição em que o jogador deixou o *sprite* no tabuleiro (figura 5.21 e figura 5.22), etc. Os eventos identificados são capturados e armazenados no banco de dados para que se tornem insumo de análises futuras. A plataforma *Phidias* é altamente customizável e flexível, o que torna possível que novos eventos sejam mapeados futuramente segundo necessidades neuropedagógicas.

Paralelo a esse trabalho, recebemos um grupo de estagiários de programação do Colégio Pedro II, que também se ocupou do desenvolvimento de jogos para desenvolvimento das funções atencionais através do *framework Phidias* (figura 5.23). O grupo teve uma participação valiosa para os desenvolvedores do *Phidias*, pois eles tinham grande preocupação de dar *feedback* sobre todos os processos de desenvolvimento de seu trabalho, como também sugerir contribuições. Tais acontecimentos enriqueceram o processo de elaboração do *framework*.

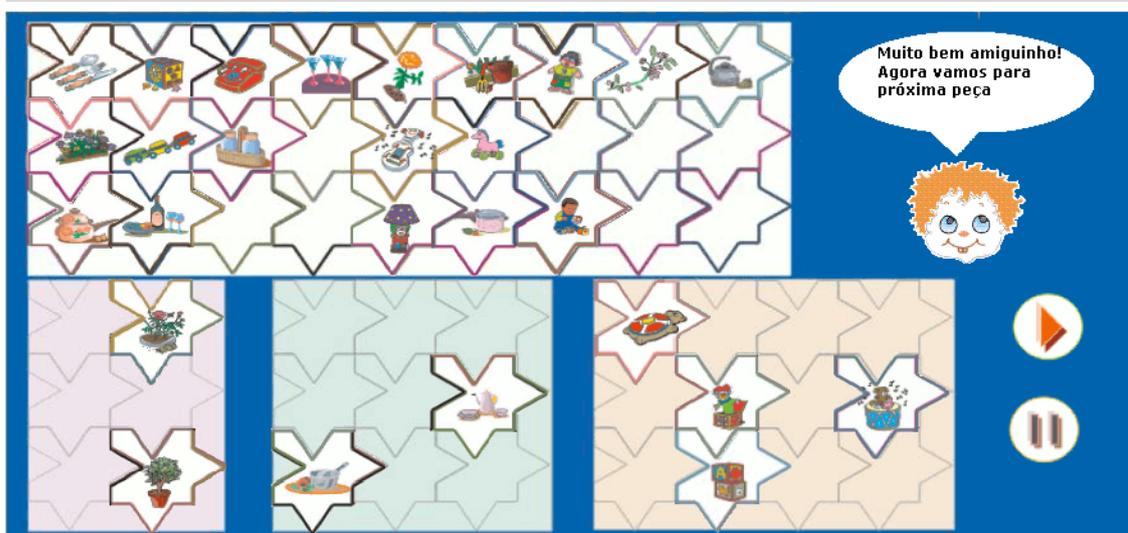


Figura 5.21 – Exemplo de movimentação de peças no tabuleiro em jogo para atenção dividida com muitas peças

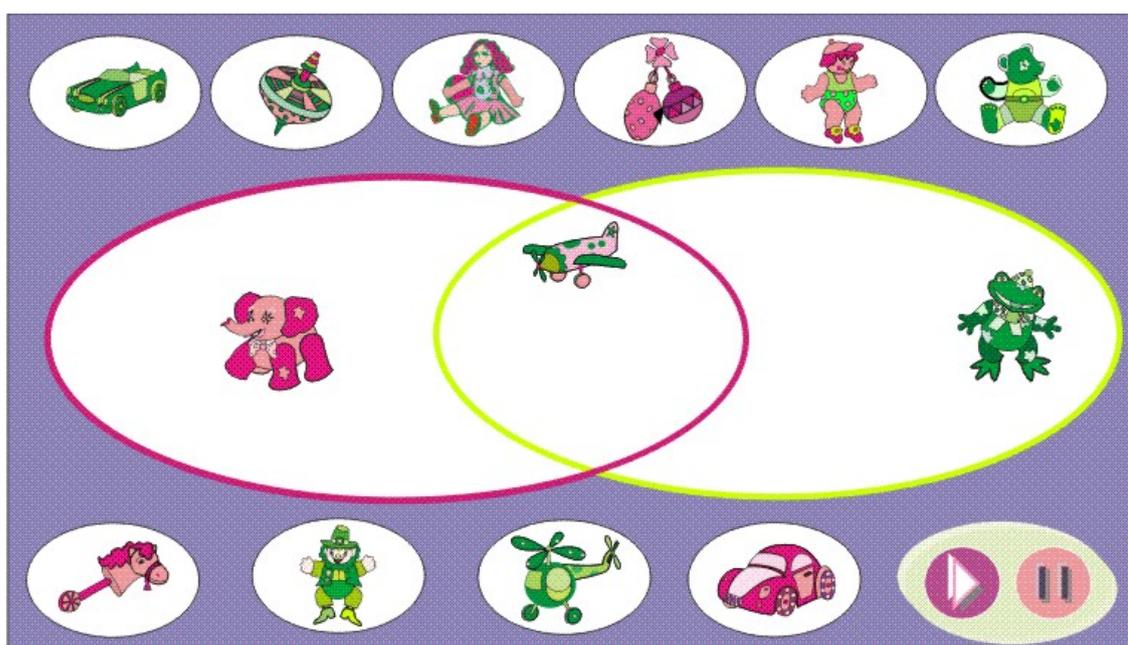


Figura 5.22 – Exemplo de movimentação de peças no tabuleiro em jogo para atenção dividida com poucas peças

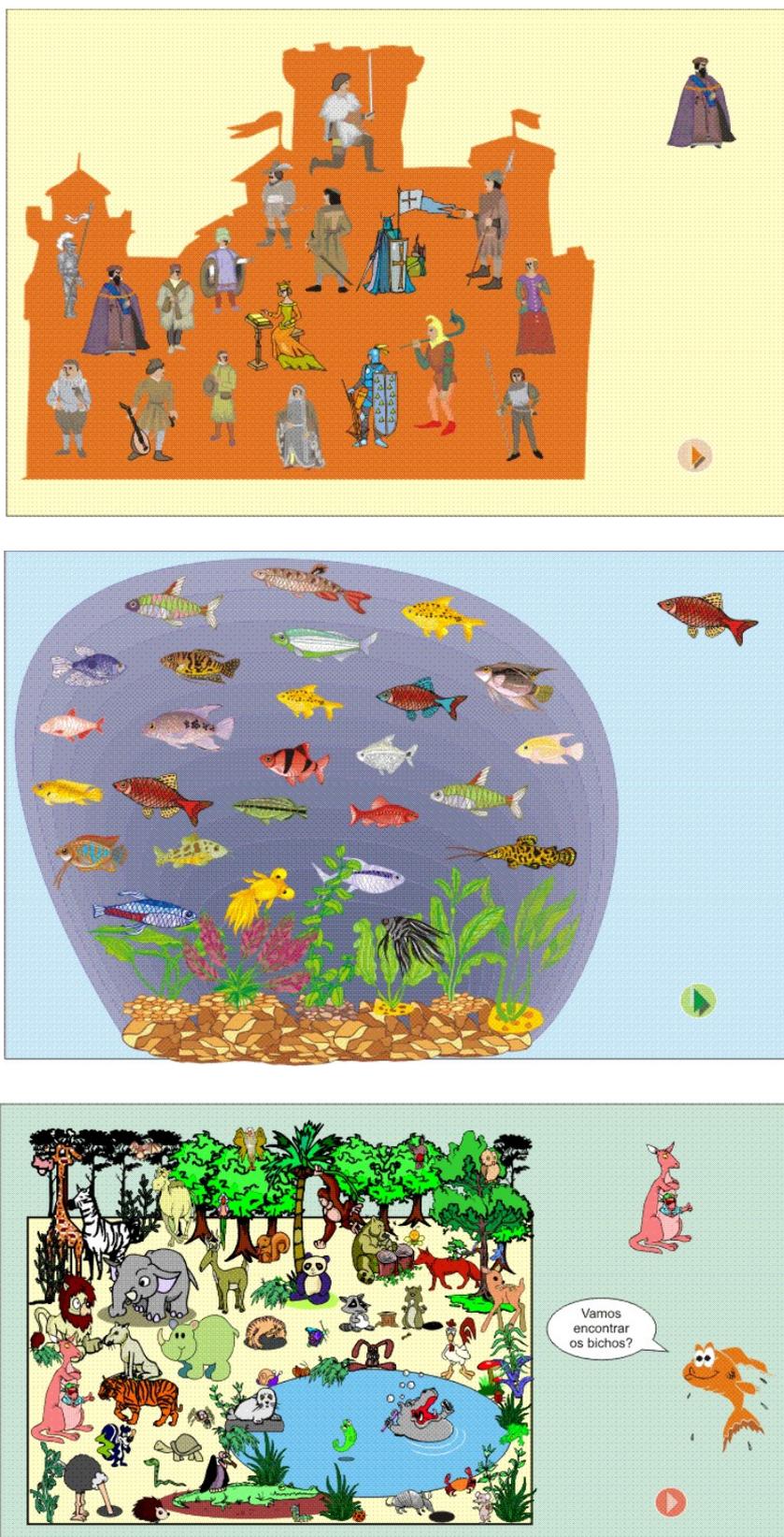


Figura 5.23 - Jogos idealizados para trabalhar a atenção seletiva realizados com o *framework Phidias* com ícones bidimensionais e tridimensionais de várias cores

5.2.3.4 – A construção do Jogo dos Elásticos com o *framework Phidias*

O Jogo dos Elásticos é originário de um jogo concreto (figura 5.24) idealizado para avaliar o pensamento lógico-matemático de crianças entre sete e doze anos. A composição do jogo real continha um tabuleiro com orifícios para encaixe de pinos, um conjunto de cartas com imagens ilustrativas, elásticos coloridos e pinos (figura 5.25).

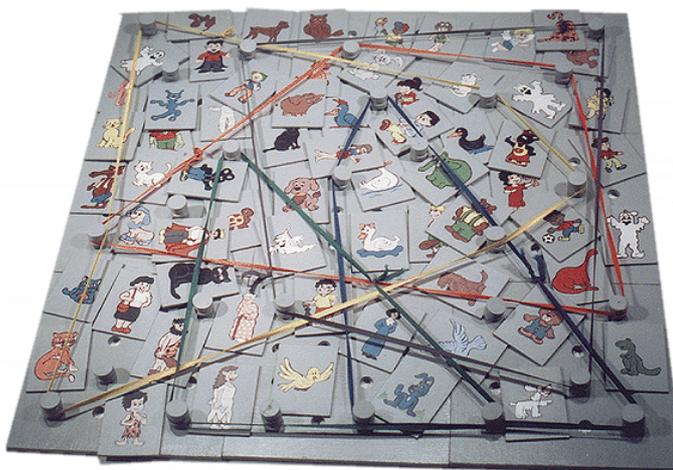


Figura 5.24 – Jogo dos Elásticos original

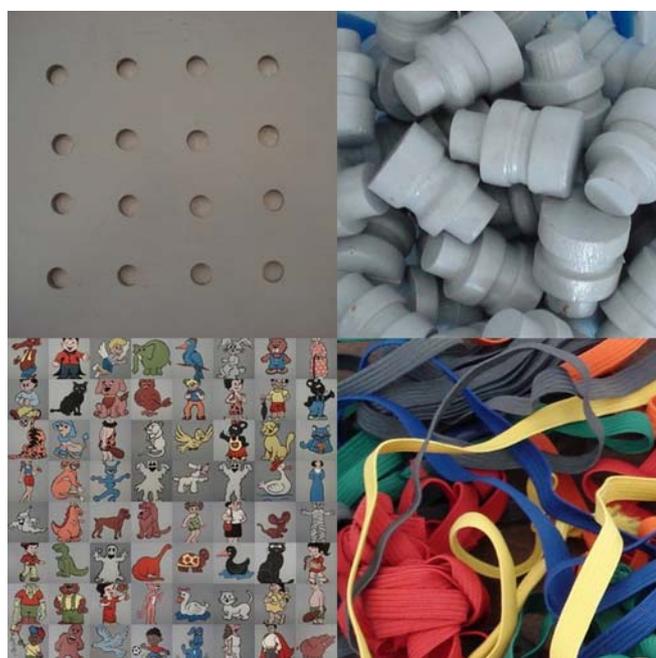


Figura 5.25 – Composição de peças e tabuleiro do jogo concreto

Um dos objetivos na virtualização desse jogo é que ele possa ser usado em uma escala maior e a coleta de dados provenientes das sessões de aplicação passem a ser armazenadas digitalmente e não mais manualmente. A coleta manual era lenta e sujeita a falhas de percepção do aplicador. Isso acarretava prejuízos para a avaliação psicológica proveniente do processo, pois não existia um mecanismo formal de avaliação que reduzisse as falhas de origem humana. Além disso, muito tempo era investido na capacitação e treinamento dos aplicadores.

A proposta de virtualização agregou todas as funcionalidades e benefícios de um jogo que propõe o desenvolvimento cognitivo de crianças entre sete e doze anos. Além disso, o Jogo dos Elásticos também possui o intuito de formalizar uma marca personalizada da cognição da criança jogadora.

O projeto de virtualização desse jogo foi realizado pela turma de mestrado da disciplina Neurociência computacional II no quarto quadrimestre de 2008. Semelhante ao que aconteceu na virtualização do jogo Cria Conto, os alunos verificaram a necessidade de montar uma equipe multidisciplinar, de forma a atender as necessidades de trabalho do projeto de interface, levantamento teórico, criação e formalização crítica das operações lógico-matemáticas propostas e programação do jogo.

A versão virtual agregou, em um único tabuleiro, todos os elementos envolvidos no jogo. As fichas foram dispostas em toda borda do tabuleiro, alternando no campo esquerdo inferior o conjunto de pinos e no direito o conjunto de elásticos (figura 5.26). O uso do *framework Phidias* consolidou seu projeto de desenvolvimento, confirmando sua capacidade de ser de fácil compreensão e usabilidade.

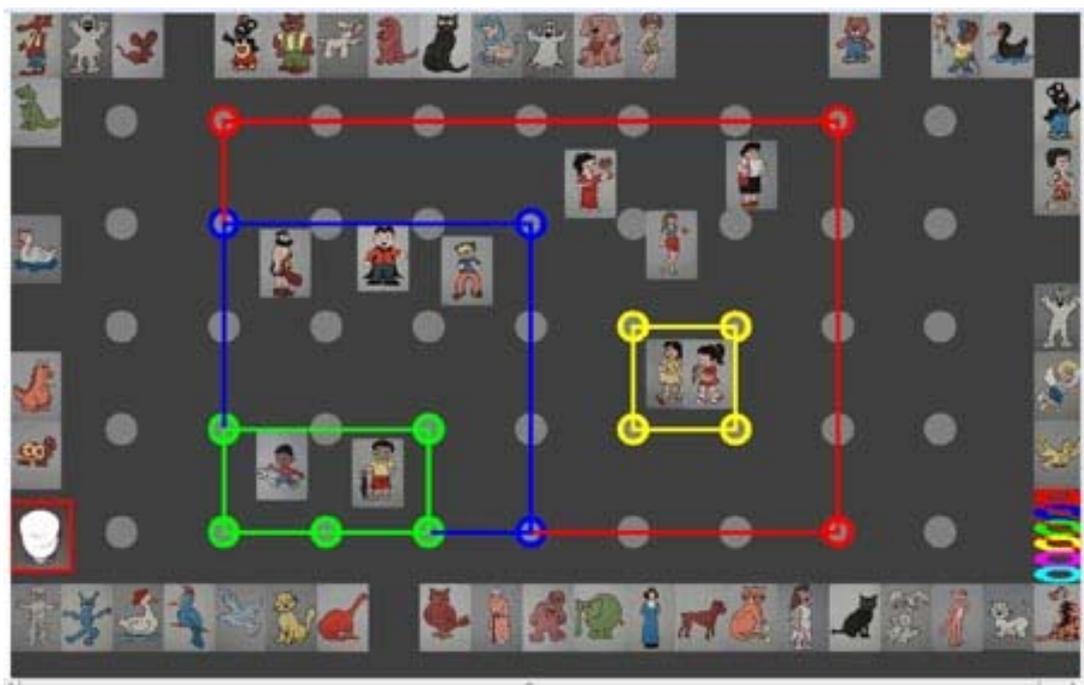


Figura 5.26 – Interface do Jogo dos Elásticos

5.2.3.5 - Avaliação dos resultados com o uso do *framework Phidas* para a construção de Jogos

O uso do *framework Phidias* para a construção dos jogos de atenção e o Jogo dos Elásticos foi muito significativo para que avaliássemos a adesão do trabalho sob três aspectos: adesão à arquitetura proposta, adesão ao *design* metacognitivo e adesão ao modelo neuropedagógico. Vejamos, a seguir, uma análise detalhada sobre os resultados encontrados.

5.2.3.5.1 – Análise da aderência em relação ao modelo arquitetural proposto para a construção dos jogos de atenção e do Jogo dos Elásticos

Contabilizamos, nessa etapa, uma aderência satisfatória ao modelo arquitetural proposto (Quadro 5.8). Tal fato se deve ao uso do *framework Phidias*, que, em sua construção, teve como alicerce o modelo arquitetural proposto. O resultado final foi a “tradução” dos objetivos almejados pelo modelo arquitetural. Porém, o modelo ainda necessita de elaboração para que possa abarcar todas as necessidades do projeto.

Adesão ao modelo arquitetural	Jogos de atenção	Jogo dos Elásticos
Cliente do Jogador		
Cliente do Atendente		
Cliente do Especialista		
Controladores		
Base de Dados		
API A		
API B		
API C		
Cliente Rico		
Legenda:  - Registramos progresso,  - Não registramos progresso		

Quadro 5.8 – Análise da aderência ao modelo arquitetural para desenvolvimento dos jogos de atenção e do Jogo dos Elásticos

5.2.3.5.2 – Análise da aderência em relação ao design metacognitivo para a construção dos jogos de atenção e o Jogo dos Elásticos

Os jogos de atenção contabilizaram nessa etapa a melhor performance em relação à aderência aos requisitos que embasam o *design* metacognitivo (quadro 5.9). Esse sucesso se deu basicamente por causa de dois fatores: (i) amadurecimento da equipe em relação aos requisitos necessários para desenvolvimento do *design* e; (ii) condições para realizá-los através da ferramenta *framework Phidias*. Porém, o Jogo dos Elásticos não contabilizou avanços nessa etapa. Tal fato ocorreu devido à equipe de alunos ser bem menor em relação às equipes anteriores. Havia um único aluno responsável pelo estudo e realização da virtualização da interface. O mesmo aluno também trabalhava para atender às necessidades neuropedagógicas do projeto. Dessa forma, tendo carência de investimento humano e pouco tempo disponível, o grupo teve suas ações voltadas à implementação da arquitetura e embasamento do modelo neuropedagógico, deixando essa parte para ser melhorada posteriormente.

Adesão ao <i>design</i> metacognitivo	Jogos de atenção	Jogo dos Elásticos
Interface amigável		
Implementação de requisitos de <i>design</i> metacognitivo		
Estudo para decisão do uso dos requisitos visuais adequados		
Objetivos claros		
<i>Feedback</i> para o usuário sobre suas ações		
Instruções para o próximo passo		
Visão sistêmica do ambiente visual		
Legenda:  - Registramos progresso,  - Não registramos progresso		

Quadro 5.9 – Análise da aderência ao *design* metacognitivo para desenvolvimento dos jogos de atenção e do Jogo dos Elásticos

5.2.3.5.3 – Análise da aderência em relação ao modelo neuropedagógico para a construção dos jogos de atenção e o Jogo dos Elásticos

Contabilizamos, nessa etapa, uma aderência maior em relação ao modelo neuropedagógico proposto (quadro 5.10). O uso do *framework Phidias* para construção do fio condutor contribuiu de forma decisiva nessa etapa. Avanços maiores não foram realizados devido ao tempo dispensado para a atividade, porém sabemos que existem condições para que trabalhos futuros sejam realizados.

Adesão ao Modelo Neuropedagógico	Jogos de Atenção	Jogo dos Elásticos
Embasamento teórico		
Fase 1 do Fio Condutor		
Fase 2 do Fio Condutor		
Fase 3A do Fio Condutor		
Fase 3B do Fio Condutor		
Fase 4 do Fio Condutor		
Legenda:  - Registramos progresso,  - Não registramos progresso		

Quadro 5.10 – Análise da aderência ao modelo neuropedagógico proposto para desenvolvimento dos jogos de atenção e do Jogo dos Elásticos

5.2.3.6 – Considerações finais sobre o uso do *framework Phidias* para construção de jogos neuropedagógicos

O presente trabalho apresentou os progressos decisivos para construção de jogos para o desenvolvimento cognitivo. Verificamos o aumento conquistado no grau de aderência ao

modelo arquitetural de três camadas, aos requisitos de *design* metacognitivo e a realização do modelo neuropedagógico da elaboração dirigida através do fio condutor (quadro 5.11). Veremos, no capítulo seguinte, as plataformas de atendimento às crianças que irão abrigar os jogos desenvolvidos segundo essa metodologia e as plataformas projetadas para reunir profissionais em prol do tema.

	Adesão ao modelo arquitetural	Adesão ao <i>design</i> metacognitivo	Adesão ao modelo neuropedagógico
Jogos de atenção	<p>Ótimo Bom Regular Pouco</p>	<p>Ótimo Bom Regular Pouco</p>	<p>Ótimo Bom Regular Pouco</p>
Jogo dos Elásticos	<p>Ótimo Bom Regular Pouco</p>	<p>Ótimo Bom Regular Pouco</p>	<p>Ótimo Bom Regular Pouco</p>

Quadro 5.11 – Análise da evolução do desenvolvimento dos jogos de atenção e do Jogo dos Elásticos

Capítulo 6

Arquitetura proposta na construção de plataformas integradas

"Obstáculos são aquelas coisas assustadoras que você vê quando desvia seus olhos de sua meta."

Henry Ford

Neste capítulo, aplicamos nosso projeto arquitetural para guiar a construção evolutiva de um conjunto de plataformas elaboradas sob duas vertentes: um grupo de plataformas será destinado a prestar atendimento a crianças através de jogos implementados segundo essa metodologia, e o outro grupo de plataformas terá como missão reunir profissionais e impulsionar pesquisas em prol do desenvolvimento cognitivo e do uso de jogos neuropedagógicos.

6.1 – Introdução

6.1.1 - Motivação

Paralelo à virtualização de jogos, procuramos realizar um conjunto de plataformas computacionais que abrigasse os jogos propostos e os utilizasse para atendimento junto aos diferentes grupos de risco (vide capítulo 2, seção 2.2). Porém, além prestar atendimento ao público infantil através de jogos, também tínhamos a necessidade de concentrar pessoas cujo interesse de pesquisa fosse o desenvolvimento cognitivo infantil. Dessa forma, passaríamos a ter um canal de ampla comunicação, investimento e desenvolvimento para trabalhos futuros.

6.1.2 - Objetivo

Procuramos realizar uma prova conceitual na qual fosse possível a virtualização dessas plataformas através de um modelo arquitetural semelhante ao modelo arquitetural usado para os jogos. Propomos um modelo arquitetural de três camadas de forma a dispor de um fundamento consistente em que sistemas de avaliação e interações neuropedagógicas (através dos jogos computacionais) possam ser desenvolvidos dentro da metodologia proposta de forma personalizada, respeitando as necessidades proeminentes de cada criança.

6.1.3 - Justificativa

A ação de realização foi acompanhada pela análise de perdas e ganhos que obtivemos ao longo do processo. Dessa forma, procuramos construir as plataformas e avaliá-las através das possíveis interações, bem como avaliar a viabilidade de implementação de nosso modelo arquitetural para conduzir o processo de atendimento neuropedagógico. Além disso, através desse processo, procuramos refletir sobre a experiência adquirida, de forma a podermos elaborar novas normas que viessem a contribuir com esse modelo arquitetural.

6.1.4 – Metas

Planejamos algumas metas a alcançar nessa etapa do processo. São elas:

- Elaborar plataformas que acolham crianças para atendimento através de jogos neuropedagógicos e plataformas para reunir profissionais que trabalharão em pesquisa em favor do desenvolvimento cognitivo com o uso de jogos neuropedagógicos.
- Estudar a implementação do modelo neuropedagógico para cada plataforma

6.2 – Plataformas Integrantes do Projeto

As plataformas planejadas para integrar o projeto acolhem, para atendimento, crianças de diferentes grupos de risco (vide capítulo 2 – seção 2.3) e/ou se destinam à pesquisa científica no campo da cognição (figura 6.1). O conjunto de plataformas integrará pesquisadores das áreas médica, educacional, psicológica e acompanhantes (pais, tutores, professores, inspetores) em torno de cada criança para seu completo acolhimento. Em paralelo a esse acolhimento, profissionais de diversas áreas estarão reunidos de forma a desenvolver trabalhos em prol do desenvolvimento cognitivo da criança.



Figura 6.1 – Conjunto de plataformas que compõe o projeto

A criança poderá ser integrada a uma ou mais plataformas conforme suas necessidades de atenção e indicação profissional. Cada plataforma terá um cadastro com informações relativas à criança pertinentes às necessidades fins de seu trabalho. Todas as informações coletadas seguem as normas de proteção aos dados do usuário vigentes em nosso país. Tendo em vista que uma mesma criança pode estar ativa em mais de uma plataforma ou ter histórico de participação em alguma plataforma diferente da atual, será possível requerer um conjunto de informações para uma análise convergente da criança. Entretanto, isso só poderá acontecer mediante autorização dos profissionais responsáveis pelas respectivas plataformas envolvidas, que trabalharão colaborativamente em prol daquela criança.

Existirá um cadastrado básico usado por todas as plataformas. Dessa forma, os dados coletados para cadastro inicial das crianças serão:

- A origem da criança, ou seja, qual a instituição que encaminhou a criança para uma das plataformas.
- Dados cadastrais referentes à identificação da criança (nome completo, endereço, idade, filiação e tutor)
- Anamnese referente à plataforma que acolheu a criança no momento.
- Informações judiciais e pediátricas sobre a criança.

O acolhimento de crianças nas plataformas envolverá três atores: criança, responsável e atendente. O diagrama de casos de uso da figura 6.2 descreve esse cenário.



Figura 6.2 – Diagrama de casos de uso sobre o acolhimento da criança nas plataformas de atendimento

6.2.1 – Descrição das plataformas e respectivo foco de prestação de serviços as crianças

Vejamos uma breve descrição de cada uma das plataformas integrantes do projeto, seus objetivos e foco de atuação.

6.2.1.1 - Plataforma TUIA

Plataforma voltada para pesquisas e ações em prol do desenvolvimento cognitivo de crianças vítimas de abuso e violência. Esse trabalho tem por objetivo se tornar referência no combate à violência contra a criança através de práticas profissionais e da articulação dessas práticas nos setores de saúde, educação, assistência social e justiça. Selecionaremos objetivamente um conjunto de questões que permitirá a construção de um sistema integrado com a finalidade de combinar observações convergentes para criar uma base de resultados.

Esta base funcionará como uma organização de informações passíveis de tratamento estatístico. Estes dados serão reveladores no estudo de populações de crianças vítimas de privação e violência, apontado diretamente para a necessidade da criação de metodologias de investigação científica, serviços especializados e pesquisa nas universidades mais adequadas à complexidade do tema (figura 6.3). Disponível em: <http://tuia.nce.ufrj.br/>.



Figura 6.3 – Tela de abertura da plataforma TUIA

6.2.1.2 - Plataforma CRISTAAL

Plataforma voltada para pesquisas e ações em prol do desenvolvimento cognitivo de crianças com deficiência intelectual. Este trabalho propõe a construção de um instrumento computacional que terá por objetivo se tornar referência de planejamento de ações profissionais e de realização dessas práticas no setor de saúde, educação, assistência social e justiça. Dessa forma, teremos a validação de protocolos de avaliação, que serão construídos por especialistas das mais diversas áreas. Esses especialistas selecionarão um grupo específico de questões referentes ao grau de intensidade e tipo de déficit cognitivo, que possuem alta relevância e co-relação com as alterações psiconeurobiológicas identificadas em testes e avaliações comportamentais e clínicas. A seleção objetiva das questões permitirá a construção de um sistema integrado, cuja finalidade restrita será combinar observações complementares entre si para criar uma base de resultados. Esta base funcionará como suporte às informações, passíveis de serem tratadas estatisticamente. Estes dados serão fundamentais no estudo de populações de crianças com deficiência intelectual, direcionando

objetivamente para a necessidade da criação de metodologias de investigação científica, serviços especializados e pesquisa nas universidades, sendo essas mais adequadas à complexidade do tema.

A inclusão social é o desejo das pessoas com deficiência, assim como o direito ao brincar é o de todas as crianças. Este trabalho apoia-se na legislação nacional e internacional para construir meios de acesso ao desenvolvimento cognitivo-linguístico de crianças com deficiência intelectual através da prática lúdica e computacional (figura 6.4). Disponível em: <http://www.abrapabr.org.br/plataformas/cristaal/index.html>.



Figura 6.4 – Tela de abertura da plataforma CRISTAAL

6.2.1.3 - Plataforma Neurolab INES

Plataforma voltada para pesquisas e ações em prol do desenvolvimento cognitivo de crianças surdas. Organizamos uma plataforma computadorizada com pesquisadores voluntários para trabalhar com crianças surdas de forma a estimular o seu desenvolvimento intelectual.

A plataforma contribuirá para um maior conhecimento na produção de pesquisas, possibilitando o apoio e acesso direto a novos *softwares* educativos fundamentados nas

ciências da cognição e nas neurociências, dentro de uma visão de desenvolvimento inclusivo (figura 6.5). Disponível em: <http://www.abrapabr.org.br/plataformas/ines/index.html>.



Figura 6.5 – Tela de abertura da Plataforma Neurolab INES

6.2.1.4 - Plataforma Neurolab IBC

Plataforma voltada para pesquisas e ações em prol do desenvolvimento cognitivo de crianças com deficiência visual. Organizamos uma plataforma computadorizada com pesquisadores voluntários para trabalhar com crianças deficientes visuais de forma a estimular seu desenvolvimento intelectual. A plataforma contribuirá para um maior conhecimento da produção de pesquisas, possibilitando o apoio e acesso direto a novos softwares educativos fundamentados nas ciências da cognição e nas neurociências, dentro de uma visão de desenvolvimento inclusivo (figura 6.6). Disponível em: <http://plataformaibc.nce.ufrj.br/>.



Figura 6.6 – Tela de abertura da plataforma Neurolab IBC

6.2.1.5 - Plataforma EsGRIMA

Plataforma voltada para pesquisas e ações em prol do desenvolvimento cognitivo de crianças com dificuldades de aprendizado na rede escolar (figura 6.7). Organizou-se uma plataforma computadorizada que irá reunir recursos psicopedagógicos desenvolvidos e propostos por pesquisadores e especialistas para trabalhar com crianças e adolescentes em idade escolar, com o objetivo de estimular seu desenvolvimento. Essa Plataforma irá possibilitar o acesso direto de milhares de crianças a *softwares* educativos inovadores, fundamentados nas ciências da cognição, metacognição e nas neurociências. Todas essas ações são embasadas em uma visão de desenvolvimento social inclusivo.

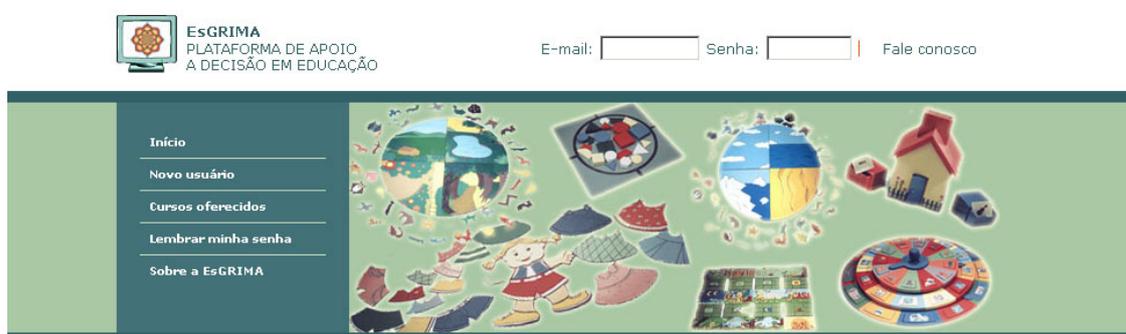


Figura 6.7 – Tela de abertura da plataforma EsGRIMA

Os instrumentos informatizados construídos na plataforma (figura 6.8) possuem a proposta de servir de referência no planejamento das ações de profissionais e na articulação

dessas práticas, principalmente nos setores de educação, saúde, assistência social e justiça. Os dados serão recolhidos através de um cadastro na plataforma (figura 6.9).



Figura 6.8 – Divisão da plataforma EsGRIMA



Figura 6.9 – Seção de cadastro da plataforma EsGRIMA

Será efetuada a validação de protocolos de avaliação construídos por especialistas das mais diversas áreas, que selecionarão um grupo específico de provas, atividades e

questões, organizadas para observar e medir o grau e tipo de habilidades, competências e déficits cognitivo-linguísticos, co-relacionados com as alterações neuropsicológicas e identificadas através de jogos inteligentes (figura 6.10). A seleção objetiva desses itens permitirá a construção de um sistema integrado de avaliação cuja finalidade restrita é combinar observações complementares entre si para criar uma base de resultados que irão gerar informações emergentes e revelarão informações ocultas. Esses dados serão fundamentais no estudo de populações de crianças e adolescentes, apontando diretamente para a necessidade da criação de novas metodologias educacionais no interior das escolas, dos serviços e nas universidades, mais adequadas á complexidade do tema.



Figura 6.10 – Seção de testes da plataforma EsGRIMA

A plataforma possuirá, para fins de intervenção psico-educativa, o projeto de salas metacognitivas. Essas salas (figura 6.11) serão constituídas de diversos módulos de jogos computadorizados, abrangendo basicamente o desenvolvimento de áreas fundamentais da cognição, a representação, o imaginário, a lógica, a linguagem, a percepção, a memória, a

atenção, as funções executivas, desenvolvimento moral, incluindo áreas de ensino fundamental, tais como, alfabetização, o letramento, matemática e conhecimentos gerais. Em princípio, é prevista a inclusão de qualquer área de ensino, através da metacognição. A articulação de regras e metaregras, devidamente elaboradas na sequência de fases do fio condutor, estarão estruturadas na técnica da elaboração dirigida, criando desequilibrações favoráveis ao raciocínio nos diferentes jogos propostos. Disponível em: <http://www.abrapabr.org.br/plataformas/esgrima/index.html>



Figura 6.11 – Seção de jogos da plataforma EsGRIMA

6.2.1.6 - Plataforma OURO

Essa plataforma tem por objetivo reunir médicos e neuropsicólogos através da integração comunicativa e aprendizagem colaborativa em prol de pesquisas em neurociências. Organizamos uma plataforma que irá reunir recursos desenvolvidos e propostas por pesquisadores e especialistas em trabalho colaborativo, estimulando o desenvolvimento do conhecimento científico. A plataforma facilitará a divulgação científica

e a disseminação democrática de tecnologias especializadas com alta relevância para o ensino universitário, além de grande impacto social dos resultados na qualidade do atendimento das instituições de saúde prestado à população (figura 6.12). Disponível em: <http://www.abrapabr.org.br/plataformas/ouro/index.html>.



Figura 6.12 – Tela de abertura da plataforma OURO

6.2.1.7 - Neurolab INES

A plataforma tem como objetivo a avaliação neuropsicológica de crianças surdas entre sete e doze anos, além de promover pesquisas sobre os processos corticais simultâneos e sucessivos, viso-motores e verbais através de testes neuropsicológicos formais (figura 6.13). Disponível em: <http://www.abrapabr.org.br/plataformas/neurolab/index.html>



Figura 6.13 – Tela de abertura do Neurolab INES

6.2.1.8 - Neurolab IBC

A plataforma tem como objetivo a avaliação neuropsicológica de crianças entre sete e doze anos com deficiência visual, além de promover pesquisas sobre os processos corticais simultâneos e sucessivos, viso-motores e verbais através de testes neuropsicológicos formais (figura 6.14). Disponível em: <http://www.abrapabr.org.br/plataformas/neurolab/index2.html>



Figura 6.14 – Tela de abertura do Neurolab IBC

6.2.1.9 - Sala da PAZ

A plataforma tem como objetivo o desenvolvimento de estudos e pesquisas em direitos humanos e educação com crianças entre sete e doze anos de idade, promovendo o projeto Educação pela Paz (figura 6.15). Disponível em: <http://www.abrapabr.org.br/plataformas/paz/index.html>



Figura 6.15 – Tela de abertura da plataforma Sala da PAZ

6.2.1.10 – NeuroLog REDE

A plataforma tem como objetivo o desenvolvimento de estudos e pesquisas em neurociências (figura 6.16). Disponível em: <http://www.abrapabr.org.br/plataformas/neurolog/index.html>.



Figura 6.16 – Tela de abertura da plataforma Neurolog

6.3 – Modelo arquitetural das plataformas neuropedagógicas

O conjunto de plataformas teve os alicerces de seu projeto baseadas no modelo arquitetural de três camadas (figura 6.17). Esse modelo é semelhante ao usado para a construção dos jogos que compõe as plataformas. Esse fato se dá por termos o foco na realização do modelo neuropedagógico. No caso dos jogos, a realização do modelo se encontrava na execução do fio condutor. Nas plataformas o modelo neuropedagógico possui um fio condutor que reúne o conjunto de regras de condução de todo o trabalho dentro da plataforma. As regras de condução coordenam o desenvolvimento de uma rede de conhecimento formada pelos pesquisadores que integram o projeto, execução de testagens, detecção do perfil cognitivo da criança e elaboração de modelos mentais da cognição. Dessa forma, as plataformas necessitam de um gerenciamento dinâmico de seus recursos

(controle). Esse gerenciamento representa um controle essencial para a realização do modelo neuropedagógico de atendimento integral à criança (modelo).

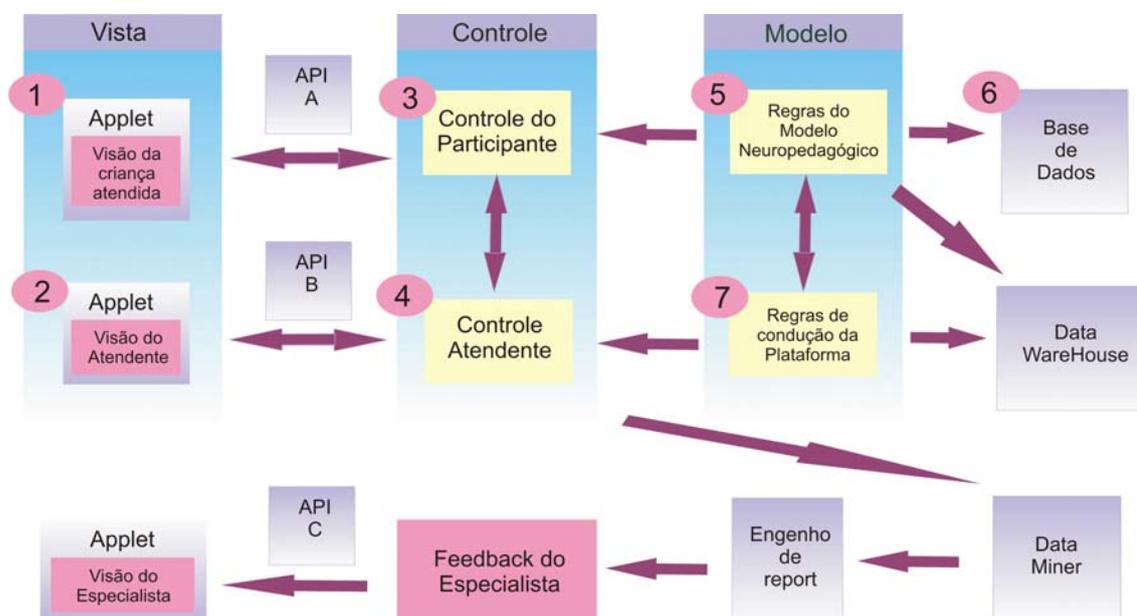


Figura 6.17 – Modelo de três camadas para desenvolvimento das plataformas

6.4 – Avaliação dos resultados

A presente avaliação analisou as plataformas construídas segunda a aderência ao modelo neuropedagógico, *design* que proporcione a metacognição e realização da arquitetura. Veremos a seguir a análise de cada um dos casos.

6.4.1 - Análise da Aderência em relação ao *design* metacognitivo

O projeto visual idealizado para o conjunto de plataformas procurou desenvolver uma identidade visual que fosse representativa de toda a personalidade do trabalho e que sustentasse todas as necessidades de interação com o usuário. Sabemos que, atualmente, temos grande capacidade tecnológica para desenvolver projetos arquiteturais. Porém sabemos também que nenhuma dessas soluções será muito útil se o usuário não conseguir interagir. Dessa forma, procuramos desenvolver as interfaces de nossas plataformas (camada vista) de maneira clara e objetiva, focando nos princípios de *design* (vide capítulo 3) necessários à realização da proposta, de maneira a atender os diferentes públicos que irão

usá-las e de forma que estejam em consonância com a mesma proposta usada para desenvolver o projeto visual dos jogos.

Iniciamos a elaboração da identidade visual das plataformas pela construção de uma marca que identificasse cada uma delas e, ao mesmo tempo, interligassem-nas com os ideais de atendimento integral aos diversos grupos de crianças e grupos de pesquisa. Usamos a figura da flor de lótus como parte integrante da marca de algumas plataformas, inspirados por sua simbologia de beleza, glória e transcendência. Nas plataformas Neurolab INES, Neurolab IBC, TUIA e CRISTAAL associamos a figura da criança com a flor de lótus devidamente posicionada em uma parte do corpo para sugerir o foco de atuação da plataforma (figuras 6.18, 6.19, 6.20 e 6.21). Na plataforma EsGRIMA posicionamos a flor de lótus dentro da tela do computador pelo fato da plataforma ter a função de ser agregadora de jogos para atendimento de qualquer criança em fase escolar (figuras 6.22). A plataforma OURO destina-se a pesquisa, dessa forma usamos como sua marca a flor de lótus sozinha inspirada na sua simbologia de expansão (figuras 6.23). As Plataformas Neurolab já possuíam identidade anterior a esse trabalho (cérebro estilizado em forma de árvore). A plataforma Neurolog REDE teve sua marca criada pela *designer* Ana de Assis. A *designer* procurou inspirar-se na marca desenvolvida para o Neurolab, assim usou a imagem de uma árvore com a copa em forma de conexões neurais.



Figura 6.18 – Marca da plataforma Neurolab IBC (voltada para atendimento de crianças vítimas de com deficiência visual) com a figura da criança com a flor de lótus posicionada nos olhos



Figura 6.19 – Marca da plataforma Neurolab INES (voltada para atendimento de crianças surdas) com a figura da criança com a flor de lótus nas orelhas



Figura 6.20 – Marca da plataforma TUIA (voltada para atendimento de crianças vítimas de abuso e violência) com a figura da criança com a flor de lótus posicionada no coração



Figura 6.21 – Marca da plataforma CRISTAAL (voltada para atendimento de crianças com deficiência intelectual) com a figura da criança com a flor de lótus posicionada na cabeça



Figura 6.22 – Marca da plataforma EsGRIMA (voltada para atendimento de crianças com dificuldades de aprendizado) com a figura da flor de lótus posicionada na tela de um computador



Figura 6.23 – Marca da plataforma OURO (voltada para integrar profissionais de pesquisas em prol das neurociências) com a figura da flor de lótus

No primeiro momento de nosso trabalho, criamos as maquetes estáticas de cada uma das plataformas. Submetemos cada uma delas a análise dos participantes do projeto. Os participantes exerceram o papel de juízes para analisar os quatro princípios básicos do *design* (WILLIAMS, 2005) (figura 6.24). São eles:

1. **Proximidade** – O princípio da proximidade nos diz que itens que possuem relações entre si devem permanecer juntos, formando um conjunto coeso para visualização, isto é, uma unidade visual. A disposição por proximidade organiza o *layout* e indica para o olhar humano por onde começar (figura 6.17).



Figura 6.24 – Exemplo do agrupamento de elementos da interface pelo princípio da proximidade

2. **Alinhamento** – O princípio do alinhamento nos diz que nada deve ser posicionado ao acaso. Cada um dos conjuntos de elementos dispostos precisa ter uma conexão visual com a página. Dessa forma, aplicando-se o princípio do alinhamento, quando encontramos conjuntos de elementos separados um dos outros (uso do princípio da proximidade), eles estarão conectados por uma linha invisível proporcionada pelo alinhamento. Tal princípio é fundamental para que a percepção humana identifique cada um dos grupos separadamente, mas entenda que fazem parte de um mesmo contexto (figura 6.25).

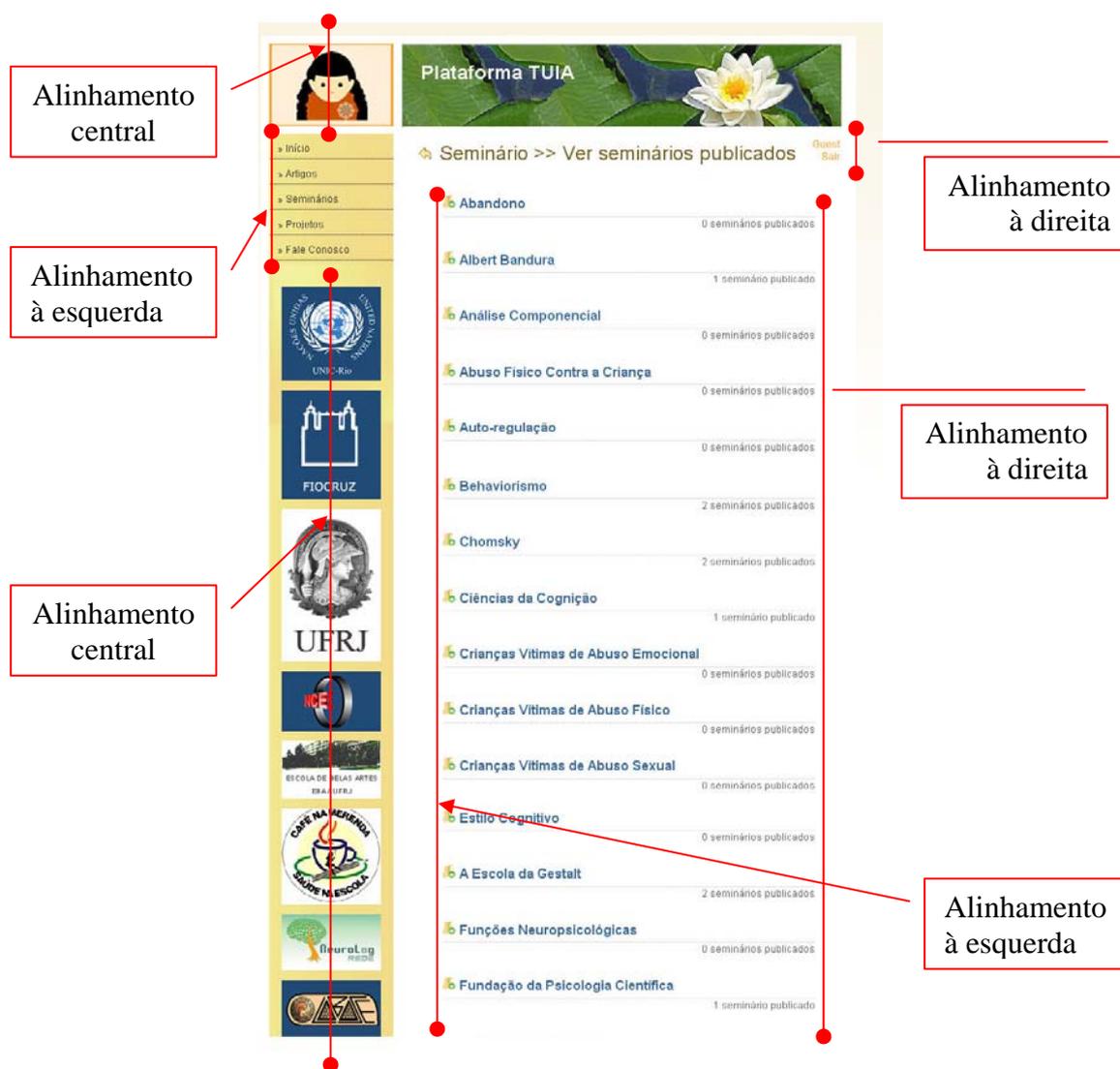


Figura 6.25 – Uso do princípio do alinhamento através da aplicação de diferentes eixos

3. **Repetição** – O princípio da repetição nos diz que, de alguma forma, os aspectos utilizados no *design* devem ser repetidos. A repetição de elementos visuais (mesmo estilo empregado em todos os títulos, por exemplo) provoca a sensação de consistência em relação ao *design* geral empregado. Mas, a repetição de elementos visuais vai além do sentido da consistência; a repetição evoca um esforço consciente em unificar para a percepção humana os elementos que fazem parte do *design* (figura 6.26).

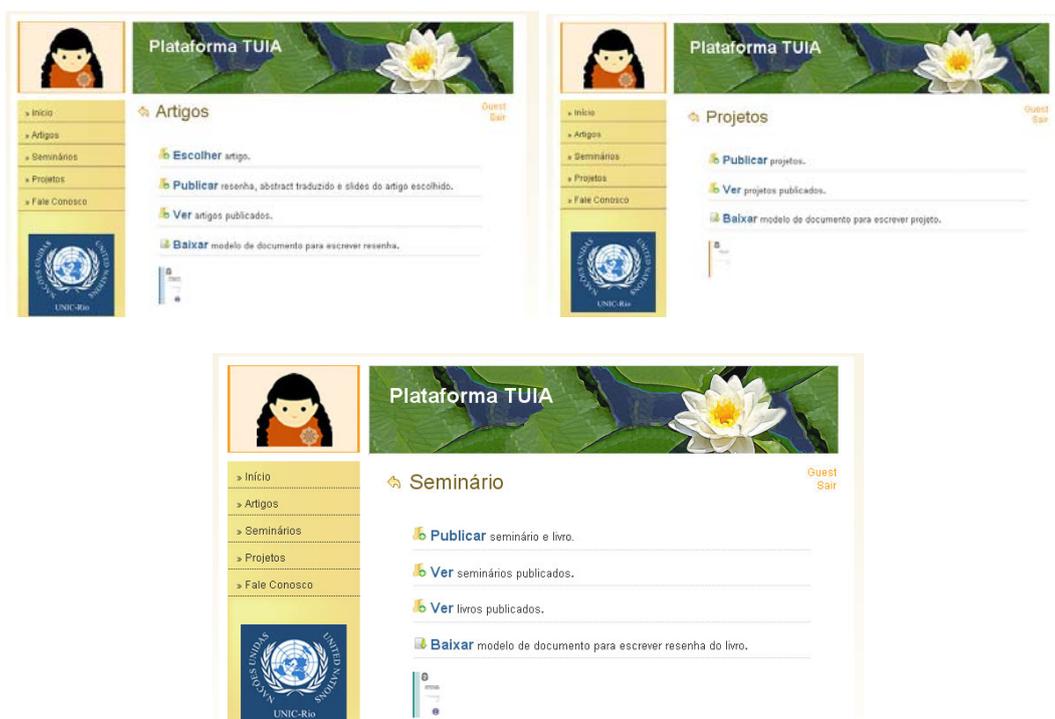


Figura 6.26 – Uso do princípio da repetição aplicado em diferentes seções da plataforma TUIA

4. **Contraste** – O princípio do contraste nos diz que é possível realçar os diversos elementos visuais (fontes, linhas, cores, relações especiais, direções, etc.) de forma a proporcionar uma melhor percepção da interface (figura 6.27).



Figura 6.27 – Uso do princípio do contraste aplicado para destacar as diferentes seções e subseções da plataforma TUIA

No segundo momento de nosso estudo, partimos para a implantação das plataformas segundo os requisitos baseados no *design* que auxiliem a metacognição. Para atingir esse objetivo, elaboramos três metas baseadas nos estudos de David Kirsh (2005). Essas metas são:

- Proporcionar ao usuário uma visão sistêmica da plataforma;
- oferecer meios de o usuário atingir seus objetivos ao navegar pela plataforma e
- apresentar uma interface amigável.

A primeira plataforma a sair do estado de maquete estática foi a plataforma TUIA. Nesse momento iniciamos o desenvolvimento da plataforma TUIA e os resultados obtidos desse processo geraram o estudo de caso que se encontra em detalhes no capítulo 7. Avaliamos,

através desse estudo de caso, que a plataforma TUIA conseguiu desenvolver uma interface satisfatória para os requisitos essenciais a promoção da metacognição (visão sistêmica, viabilização dos objetivos e interface amigável). Atualmente encontra-se em processo de evolução a plataforma Neurolab IBC. A experiência da plataforma TUIA deu grande *feedback* para a continuidade desse trabalho com a plataforma Neurolab IBC e EsGRIMA, como também deixou grandes lições para o desenvolvimento dos projetos subsequentes a esse.

6.4.2 – Análise da aderência em relação ao modelo arquitetural proposto

As plataformas apresentaram aderência ao modelo arquitetural sob diversos aspectos. O desenvolvimento do modelo não se deu de forma uniforme para todas as plataformas. Dessa forma, observamos que existem alguns casos onde a aderência pode ser mais bem observada (caso da plataforma TUIA, plataforma Neurolab IBC e plataforma EsGRIMA). Contabilizamos um saldo positivo nessa etapa, já que temos alicerces sólidos em nosso modelo para replicar nas demais plataformas em desenvolvimentos futuros. Analisamos o progresso obtido em nosso modelo segundo alguns requisitos. São eles: interface web, desenvolvimento do cliente criança, cliente atendente, cliente especialista, controlador criança, controlador atendente, cliente rico e banco de dados. Vejamos em detalhes cada um desses requisitos e o respectivo progresso nas Plataformas (Quadro 6.28).

- **Interface web:** As plataformas TUIA, Neurolab IBC, EsGRIMA e Sala da Paz tiveram seu *workflow* de interação com os usuários desenvolvidos. Chamemos de *workflow* o conjunto de páginas que se apresentam ao usuário, bem como o roteiro de navegação entre elas.

- **Cliente criança:** a aplicação cliente criança encontra-se desenvolvida para as plataformas Esgrima e plataforma Neurolab IBC. Através dessa aplicação promovemos o atendimento da criança na plataforma.
- **Cliente atendente:** a aplicação cliente atendente encontra-se desenvolvida para a plataforma EsGRIMA através do Jogo dos Elásticos (vide capítulo 5, subseção 5.2.3.4).
- **Cliente especialista:** a aplicação cliente especialista encontra-se desenvolvida na plataforma TUIA com o objetivo de dar subsídios para que os especialistas estudem os problemas.
- **Cliente Rico:** o cliente rico encontra-se provido pelo uso do *framework* Phidias na plataforma EsGRIMA, sendo implantado na máquina do cliente permitindo a interação em tempo real
- **Banco de dados** – A plataforma Neurolab IBC, TUIA e EsGRIMA possuem banco de dados desenvolvido. Nas plataformas Neurolab IBC e EsGRIMA encontram-se implantados apenas a parte referente aos dados das crianças. Na plataforma TUIA encontra-se implantado apenas a parte referente aos dados de pesquisa científica.

	Interface web	Cliente criança	Cliente atendente	Cliente especialista	Cliente rico	Controlador criança	Controlador atendente	Banco de dados
	✓							
	✓	✓				✓		✓
	✓	✓	✓		✓			✓
	✓			✓			✓	✓

Figura 6.28: Levantamento da aderência ao modelo arquitetural

6.4.3 – Análise de aderência em relação ao modelo neuropedagógico

Contabilizamos, nessa etapa, um saldo positivo em relação à aderência das Plataformas ao modelo neuropedagógico. Temos que cada uma das plataformas tem, em seus alicerces, os objetivos neuropedagógicos atrelados à sua existência. Tais objetivos são: estabelecimento da rede de conhecimento, elaboração dirigida e fio condutor, obtenção do perfil cognitivo da criança através de baterias de testes e elaboração do modelo mental cognitivo da criança. Vejamos em detalhes cada um desses requisitos e o respectivo progresso nas plataformas.

- **Rede de conhecimento:** A rede de conhecimento se dá através do compartilhamento e elaboração do saber dentro de cada plataforma. A plataforma TUIA iniciou o desenvolvimento de sua rede e possui trabalhos disponíveis para troca de conhecimento entre os participantes.
- **Elaboração dirigida e fio condutor:** o processo de realização da elaboração dirigida através do fio condutor faz parte do modelo neuropedagógico de todas as plataformas. É importante ressaltar que cada uma das plataformas possui seu processo de realização da elaboração dirigida, identificados com os objetivos e necessidades inerentes à plataforma. Além disso, temos que as plataformas que disponibilizam jogos possuem o modelo de elaboração dirigida disponibilizados através dos jogos também. A plataforma EsGRIMA encontra-se nesse caso por dispor de jogos neuropedagógicos realizados pelo projeto (vide capítulo 5).
- **Obtenção do perfil cognitivo da criança:** A criança acolhida para atendimento passará por uma bateria de testes a fim de que seja traçado seu perfil cognitivo. A plataforma Neurolab IBC dispõe de testes para esse fim.

- **Elaboração do modelo mental cognitivo da criança:** Existe a produção de modelos computacionais que representam as interações das funções cerebrais na produção das atividades oferecidas nas plataformas. A plataforma EsGRIMA iniciou trabalhos nesse sentido.

6.4 – Considerações finais

Dentro de uma visão sistêmica do universo do qual fazem parte nossas crianças, apresentamos uma proposta de acolhimento e atendimento integral para a faixa etária entre sete e doze anos. Elaboramos uma rede de atenção para os diferentes grupos de risco, na qual reunimos profissionais de diversas áreas interessados em desenvolver intervenções eficientes em prol do desenvolvimento cognitivo infantil. Precisamos de um modelo arquitetural capaz de realizar os anseios dessa proposta, seja para a construção das plataformas, seja para a construção dos jogos que dela fazem parte. Conquistamos progressos expressivos em relação à aderência da arquitetura proposta, ao *design* para auxiliar a metacognição e ao modelo neuropedagógico. O progresso registrado na construção de nossas plataformas nos fornece um alicerce sólido para as futuras ações dentro de nossa proposta.

Capítulo 7

Estudo de caso

"Não existe nada absoluto, tudo é relativo. Por isso devemos julgar de acordo com as circunstâncias".

Dalai Lama

Neste capítulo, é apresentado o estudo de caso realizado em duas etapas, idealizado para verificar a viabilidade de aplicação de um *design* que auxilie a metacognição na construção de interfaces.

7.1 – Apresentação do estudo

O presente estudo busca medir a eficácia do uso de elementos embasados em requisitos de *design* que procuram disponibilizar ao usuário uma interface que possibilite auxiliar de forma objetiva a cognição e metacognição. Esse estudo foi realizado ao longo de dois períodos letivos com turmas diferentes da disciplina Introdução à psicologia do curso de fonoaudiologia da UFRJ.

A primeira versão construída da plataforma (<http://tuia.nce.ufrj.br/>) levou em consideração apenas a resolução de fatores técnicos, não privilegiando, em momento algum, uma proposta que aplicasse requisitos de *design* de interação e de *design* que auxiliasse a metacognição (vide capítulo 3, seção 3.3). Sua primeira versão foi usada junto aos alunos do segundo período de 2007. Nessa experiência, tivemos a oportunidade de observar as dificuldades e insatisfações encontradas por seus usuários. Essas dificuldades faziam com que os mesmos não conseguissem entender o objetivo da plataforma, ignorassem o aspecto sistêmico da mesma e, conseqüentemente, como interagir com ela (plataforma) de forma eficaz a fim de realizar seus objetivos.

Seguido a essa experiência, a plataforma foi reestruturada, sendo que, dessa vez, foram levados em consideração os aspectos privilegiados pelo *design* de interação, pela usabilidade, pela proposta de um *design* que auxiliasse a metacognição e pelo *feedback* dado pelos alunos da turma do segundo período de 2007. A plataforma reformulada encontra-se no endereço: <http://tuia.labase.dyndns.org/>. Dessa forma, partimos para a realização da segunda etapa do estudo, ou seja, apresentamos para a nova turma de alunos (do primeiro período de 2008) a plataforma em sua primeira versão. Após algum tempo de uso, apresentamos a plataforma reformulada. Em cada um desses dois momentos,

planejamos aplicar um instrumento de medição de forma a colher a opinião da turma para analisar os resultados encontrados.

7.2 - Delineamento

Escolhemos como instrumento desse estudo a Escala de Likert. A escolha desse instrumento se deu pelo fato de que a Escala de Likert é um mecanismo eficiente para coleta do grau de intensidade de opinião sobre um determinado assunto (PARKER, 2000). Formulamos uma Escala de Likert que foi aplicada aos 39 alunos (participantes) da turma de primeiro período de 2008 do curso de fonoaudiologia, cujos objetivos instrucionais são:

- Identificar se o usuário desenvolveu uma visão sistêmica da plataforma;
- identificar se a Plataforma cumpriu seus objetivos junto ao usuário; e
- identificar se o usuário julgou a interface amigável.

Esse questionário pode ser encontrado no anexo I dessa dissertação. O questionário foi construído com três dimensões de estudo (figura 7.1) e com doze proposições, dentre as quais seis possuíam direção/polaridade favorável (ou positiva) e as outras seis possuíam direção/polaridade desfavorável (ou negativa) em relação à interface apresentada da plataforma. Para cada uma das doze proposições foram apresentadas cinco variações (graus de intensidade) para resposta: concordo plenamente, concordo, não tenho opinião, discordo e discordo plenamente. O quadro 7.1 mostra a matriz de referência feita para o questionário.

Proposições	Polaridade	Dimensões
1) A plataforma TUIA não possui indicações visuais claras para uma navegação eficaz.	Negativa	- Interface amigável - Viabilização dos objetivos
2) A primeira página da plataforma TUIA deixa claro quais os objetivos desse sistema computadorizado para o usuário que o acessa.	Positiva	- Visão sistêmica
3) O usuário, ao navegar pela plataforma, perde-se facilmente de seu objetivo, pois não existem instruções visuais claras sobre qual deve ser seu próximo passo para realizar sua tarefa.	Negativa	- Visão sistêmica - Interface amigável
4) O usuário, ao navegar pela plataforma, perde a noção do caminho que percorreu devido à falta de indicações visuais que auxiliem nesse registro.	Negativa	- Visão sistêmica - Viabilização dos objetivos
5) Ao entrar em uma seção da plataforma, o usuário perde a noção da composição geral do ambiente, focando-se apenas em sua parte.	Negativa	- Visão sistêmica
6) O usuário não recebe indicações claras sobre o objetivo de cada seção que compõe a plataforma.	Negativa	- Viabilização dos objetivos
7) As seções que compõem a plataforma estão muito bem indicadas ao longo de toda a navegação.	Positiva	- Interface amigável
8) As poucas dicas visuais existentes para auxiliar o usuário em sua navegação pela plataforma não são suficientes para garantir que o usuário consiga êxito para realizar a tarefa que deseja.	Negativa	- Viabilização dos objetivos - Interface amigável
9) O usuário, ao navegar pela plataforma, tem total noção de todos os passos que deu para chegar a um determinado ponto, já que o sistema lhe dá todas as indicações visuais necessárias para isso.	Positiva	- Viabilização dos objetivos
10) A plataforma TUIA possui instruções claras e dicas visuais que deixam o usuário seguro quanto às escolhas que deve fazer para atingir seus objetivos dentro do ambiente computacional.	Positiva	- Interface amigável - Viabilização dos objetivos
11) Em qualquer que seja a seção onde o usuário se encontra na plataforma, ele tem noção geral de toda a composição do ambiente, enxergando o todo(a plataforma) e suas partes (seções e subseções).	Positiva	- Visão sistêmica
12) O usuário sempre recebe orientação sobre qual deve ser seu próximo passo para realizar uma tarefa dentro da plataforma.	Positivo	- Viabilização dos objetivos

Quadro 7.1 – Matriz de referência

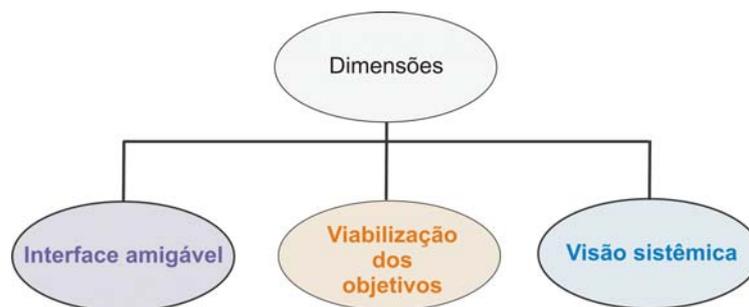


Figura 7.1 – Dimensões do estudo

Após o primeiro mês de aula, aplicamos a escala pela primeira vez na turma do primeiro período de 2008. Nesse momento, os alunos usavam a primeira versão da plataforma. No último dia de aula, a escala foi reaplicada ao mesmo grupo, mas, dessa vez, os alunos já estavam fazendo uso a plataforma reformulada.

7.3 – Análise dos resultados

7.3.1 - Introdução

Fizemos a análise das informações utilizando os seguintes *softwares* estatísticos: SPSS 13.0 for Windows e Microsoft Excel 2003. As proposições com polaridade positiva e negativa foram pontuadas como mostra o quadro abaixo:

	Pontuação das Proposições	
	POSITIVA	NEGATIVA
Concordo plenamente	4	1
Concordo	3	2
Não tenho opinião	9	9
Discordo	2	3
Discordo plenamente	1	4

Quadro 7.2 – Pontuação segundo a polaridade da proposição

A opção de resposta “não tenho opinião” sofreu um tratamento especial em nosso estudo. Essa escolha de resposta não representa o ponto médio de nossa escala de avaliação. Dessa forma, atribuímos o valor nove e passamos a tratar, do ponto de vista do programa

SPSS, como *missing case*. Através dessa escolha foi possível colocar essa opção como valores a parte de nossos cálculos.

7.3.2 – Análise de Dados

Faremos o estudo de nossa amostra sob dois aspectos:

- Primeiramente, com um enfoque exploratório que nos permita avaliar os valores de tendência central, variabilidade e forma da curva, como também identificar valores atípicos. Portanto, com esta primeira análise, pretendemos nos familiarizar com os dados, dando-nos a ambientação necessária para o estudo da amostra.
- Em segundo lugar, faremos um estudo confirmatório referente à consistência da escala.

Iniciamos nosso estudo pela análise por nível, na qual usamos a técnica de análise exploratória conhecida por *box plot*. Através dessa técnica, obteremos uma representação gráfica na qual será possível identificar o centro dos dados, a dispersão dos dados, a distribuição dos dados e a presença de valores conhecidos como *outliers*³. Através dessa análise iremos avaliar se existe variabilidade, como também se ela não existe para alguns casos.

Na análise de estrutura interna, utilizamos o coeficiente de alfa de Cronbach (α) para medir a confiabilidade (fidedignidade), pois, através desse coeficiente, obtemos a medida da homogeneidade dos componentes da escala, isto é, a consistência interna dos itens. A medida do coeficiente varia de zero a um ($0 \leq \alpha \leq 1$) e nos dá a medida da consistência interna entre as variáveis que compõe a escala. Quando encontramos $\alpha = 1$, é sinal de que

³ Um valor *outlier* é aquele localizado muito distante de quase todos os outros valores da amostra e que pode ter um efeito dramático na média, no desvio-padrão e na escala do histograma, distorcendo a real natureza da distribuição.

obtemos uma consistência perfeita. Já encontrar $\alpha = 0$ significa ausência de consistência. Podemos calcular o índice alfa através da fórmula padronizada de Spearman-Brown (KR21), onde k representa o número de itens da escala e \bar{r} a média dos coeficientes de correlação (r) entre todos os k itens, isto é, $\frac{k(k-1)}{2}$ correlações (DANCEY, 2006).

$$KR_{21} = \frac{K * \bar{r}}{1 + (K - 1) * \bar{r}}$$

Equação 7.1: Fórmula de Spearman-Brown (KR21).

Nossa amostra para esse estudo foi pouco representativa, pois trabalhamos com um público específico (turma de fonoaudiologia). Sendo assim, os resultados não serão generalizados nessa etapa de nosso trabalho.

7.3.2.1 – Análise de nível e variabilidade

Iniciamos nosso estudo com um resumo do processo obtido pelo programa SPSS que pode ser visto no Quadro 7.3⁴. Esse quadro nos dá o total da distribuição dos valores respondidos dentro da Escala Likert que registraram intensidade (“concordo plenamente”, “concordo”, “discordo” e “discordo plenamente”) e daqueles que registraram não ter opinião. Vale ressaltar que não registramos casos perdidos em nossa amostra.

⁴ Registramos na coluna do lado esquerdo as doze questões propostas. Todas possuem um sufixo: “_Pos” ou “_Neg”. Tal marcação indica se a proposição é favorável a interface desenvolvida para a plataforma (“_Pos”) ou se é desfavorável (“_Neg”).

Resumo do Processo

	1ª e 2ª Aplicação	Casos					
		Valores válidos		Valores perdidos - Opção: Não tenho opinião		Total	
		N	%	N	%	N	%
Q1_Neg	1	36	92,3%	3	7,7%	39	100,0%
	2	38	97,4%	1	2,6%	39	100,0%
Q2_Pos	1	33	84,6%	6	15,4%	39	100,0%
	2	36	92,3%	3	7,7%	39	100,0%
Q3_Neg	1	35	89,7%	4	10,3%	39	100,0%
	2	37	94,9%	2	5,1%	39	100,0%
Q4_Neg	1	24	61,5%	15	38,5%	39	100,0%
	2	38	97,4%	1	2,6%	39	100,0%
Q5_Neg	1	25	64,1%	14	35,9%	39	100,0%
	2	33	84,6%	6	15,4%	39	100,0%
Q6_Neg	1	31	79,5%	8	20,5%	39	100,0%
	2	35	89,7%	4	10,3%	39	100,0%
Q7_Pos	1	34	87,2%	5	12,8%	39	100,0%
	2	37	94,9%	2	5,1%	39	100,0%
Q8_Neg	1	32	82,1%	7	17,9%	39	100,0%
	2	37	94,9%	2	5,1%	39	100,0%
Q9_Pos	1	30	76,9%	9	23,1%	39	100,0%
	2	32	82,1%	7	17,9%	39	100,0%
Q10_Pos	1	34	87,2%	5	12,8%	39	100,0%
	2	35	89,7%	4	10,3%	39	100,0%
Q11_Pos	1	26	66,7%	13	33,3%	39	100,0%
	2	37	94,9%	2	5,1%	39	100,0%
Q12_Pos	1	34	87,2%	5	12,8%	39	100,0%
	2	35	89,7%	4	10,3%	39	100,0%

Quadro 7.3 – Resumo da primeira e segunda aplicação da Escala Likert

As proposições Q4_Neg, Q5_Neg e Q11_Pos registraram um índice expressivo de alunos que não possuíam opinião na primeira aplicação. Na segunda aplicação da escala, registramos uma queda significativa desse índice. Isso pode nos dar indícios de um maior comprometimento e amadurecimento dos alunos para responder à escala em sua segunda aplicação (quadro 7.4).

Resumo do Processo

	1ª e 2ª Aplicação	Casos					
		Valores válidos		Valores perdidos - Opção: Não tenho opinião		Total	
		N	%	N	%	N	%
Q1_Neg	1	36	92,3%	3	7,7%	39	100,0%
	2	38	97,4%	1	2,6%	39	100,0%
Q2_Pos	1	33	84,6%	6	15,4%	39	100,0%
	2	36	92,3%	3	7,7%	39	100,0%
Q3_Neg	1	35	89,7%	4	10,3%	39	100,0%
	2	37	94,9%	2	5,1%	39	100,0%
Q4_Neg	1	24	61,5%	15	38,5%	39	100,0%
	2	38	97,4%	1	2,6%	39	100,0%
Q5_Neg	1	25	64,1%	14	35,9%	39	100,0%
	2	33	84,6%	6	15,4%	39	100,0%
Q6_Neg	1	31	79,5%	8	20,5%	39	100,0%
	2	35	89,7%	4	10,3%	39	100,0%
Q7_Pos	1	34	87,2%	5	12,8%	39	100,0%
	2	37	94,9%	2	5,1%	39	100,0%
Q8_Neg	1	32	82,1%	7	17,9%	39	100,0%
	2	37	94,9%	2	5,1%	39	100,0%
Q9_Pos	1	30	76,9%	9	23,1%	39	100,0%
	2	32	82,1%	7	17,9%	39	100,0%
Q10_Pos	1	34	87,2%	5	12,8%	39	100,0%
	2	35	89,7%	4	10,3%	39	100,0%
Q11_Pos	1	26	66,7%	13	33,3%	39	100,0%
	2	37	94,9%	2	5,1%	39	100,0%
Q12_Pos	1	34	87,2%	5	12,8%	39	100,0%
	2	35	89,7%	4	10,3%	39	100,0%

Quadro 7.4 – Registro de redução significativa em relação à frequência de valores “não tenho opinião” nas questões Q4_Neg, Q5_Neg e Q11_Pos

Analizamos os valores dados as questões de nossa Escala pelo nível e pela variabilidade através do gráfico *box plot* (ou desenho de caixa), que mostra separadamente as duas aplicações da escala feitas com a mesma turma (delineamento dentre participantes) (figura 7.2). Podemos ver, pelo gráfico apresentado, que a distribuição da primeira aplicação da escala encontra-se bem mais homogênea (exceto pelas questões Q3_Neg e Q6_Neg). Dessa forma, podemos notar que os participantes procuraram não escolher valores extremos (concordo plenamente ou discordo plenamente). As escolhas oscilaram entre “concordo” ou “discordo”. Nesse tipo de escolha ficaram nítidos os indícios de cautela por parte dos alunos ao responder a escala proposta.

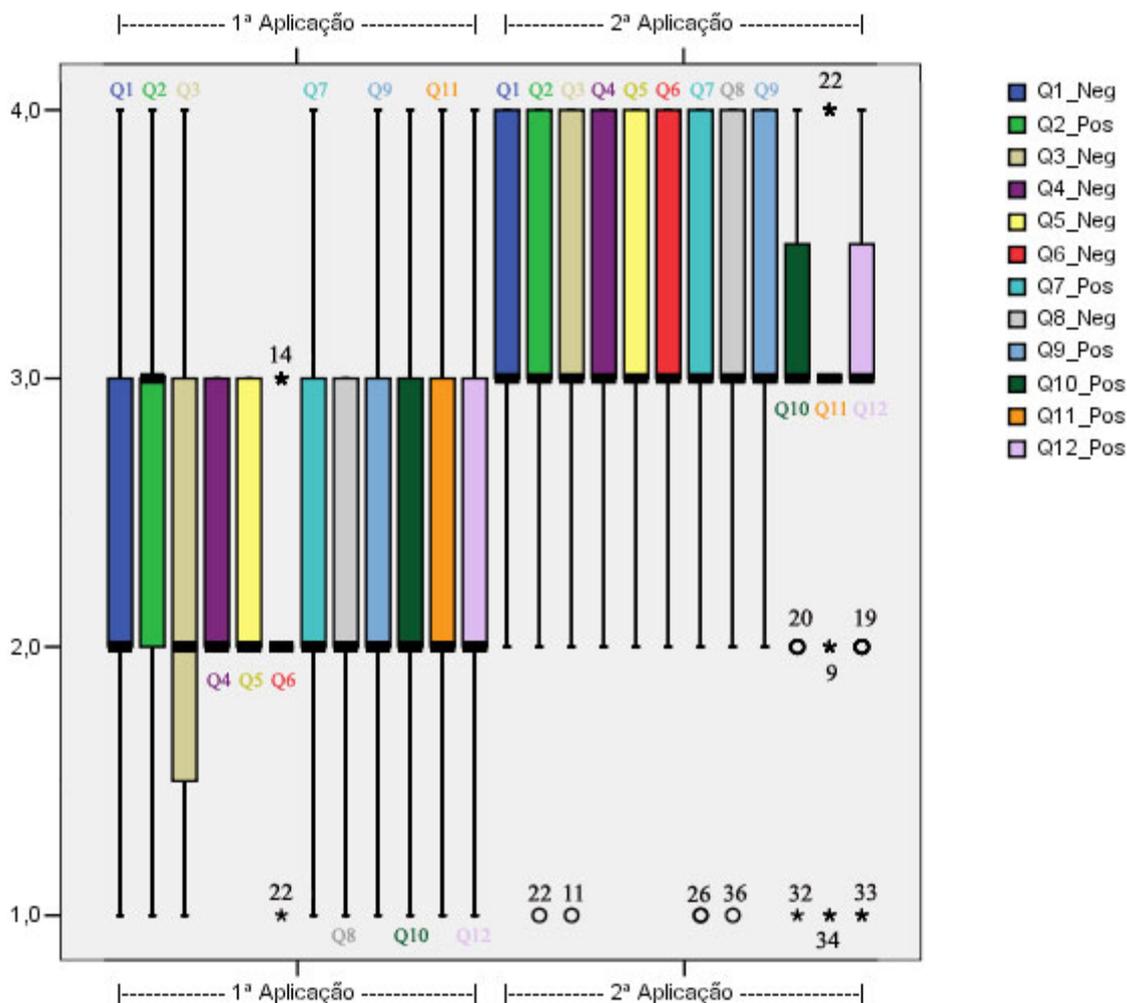


Figura 7.2 – Gráfico *blox plot* para análise do delineamento entre participantes

A proposição Q3_Neg⁵ na primeira aplicação não refletiu um comportamento mais homogêneo. Avaliamos que os respondentes possivelmente não conseguiram entender o objetivo da proposição na primeira aplicação. Porém, na segunda aplicação da escala notamos uma definição dos respondentes a favor da nova plataforma, visto que dos 39 alunos 19 responderam que discordavam da afirmação (48,7%) e 16 discordavam plenamente (41,0%).

⁵ Q3_Neg → O usuário, ao navegar pela plataforma, perde-se facilmente de seu objetivo, pois não existem instruções visuais claras sobre qual deve ser seu próximo passo para realizar sua tarefa

A proposição Q6_Neg⁶ mostrou pouca variabilidade na primeira aplicação. Averiguamos que, dos 39 participantes, 23 responderam que concordavam com a proposição, ou seja, 53% dos respondentes se posicionaram contra a primeira versão da plataforma. Porém, na segunda aplicação notamos uma distribuição entre as respostas “discordo” (56,4%) e “discordo plenamente” (28,2%). Podemos avaliar que os respondentes se posicionaram a favor da Plataforma em sua segunda versão.

A análise da proposição Q2_Pos⁷ nos mostrou um comportamento interessante para nosso estudo. Apesar de ser uma proposição positiva, os usuários não demonstraram rejeição tanto na primeira quanto na segunda aplicação da Escala. Na primeira aplicação, obtivemos 20 (51,3%) dos 39 participantes respondendo que discordavam da afirmação. Na segunda aplicação, obtivemos 18 pessoas (46,2%) respondendo que discordavam e 13 (33,3%) discordando muito. Analisando o comportamento obtido nessa proposição em relação ao restante da escala (tanto na primeira e quanto na segunda aplicação), percebemos que os alunos não rejeitavam a primeira página da plataforma em nenhuma das versões (figura 7.3). É importante esclarecer que a primeira versão da plataforma TUIA teve sua página de abertura idealizada e confeccionada pela autora dessa dissertação, que procurou desenvolver um *design* que atendesse aos requisitos básicos de apresentação. Porém, o restante do trabalho ficou a cargo de um programador, que privilegiou apenas objetivos técnicos para desenvolvimento da plataforma. Já na remodelagem da plataforma, a autora confeccionou a página de abertura e o restante das páginas que compunham o projeto (figura 7.4 e Figura 7.5). Toda essa etapa do trabalho foi baseada nos requisitos de *design* para auxiliar a metacognição (vide capítulo 3). A análise dessa proposição nos demonstrou a clara

⁶ Q6_Neg → O usuário não recebe indicações claras sobre o objetivo de cada seção que compõe a plataforma.

⁷ Q2_Pos → A primeira página da Plataforma TUIA deixa claro quais os objetivos desse sistema computadorizado para o usuário que o acessa.

tendência da importância de termos um dos focos de nosso trabalho apontado para esse ramo de desenvolvimento.



Figura 7.3 – Interface de abertura da primeira e segunda versão da plataforma TUIA respectivamente



Figura 7.4 – Interface de navegação após login da primeira e segunda versão da plataforma TUIA respectivamente

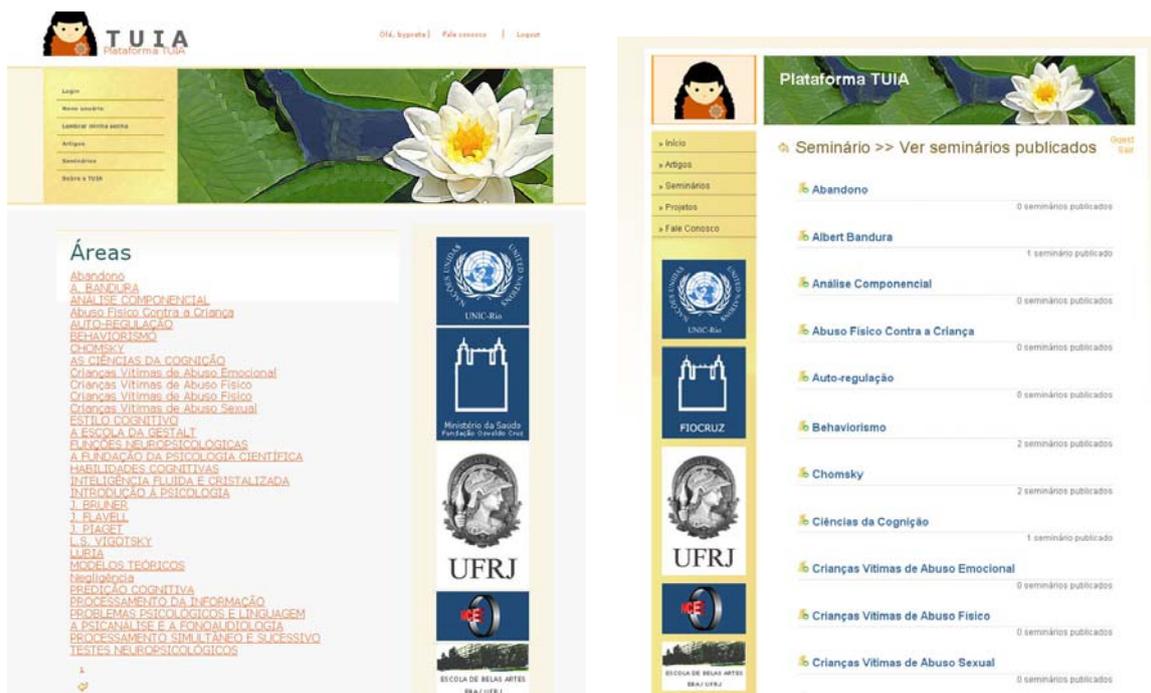


Figura 7.5 – Interface de consulta da área de seminários da primeira e segunda versão da plataforma TUIA respectivamente

Notamos um aumento no número de *outliers* na segunda aplicação da escala. Uma das explicações possíveis para esse fato foi que alguns alunos (cerca de um quarto da turma) chegaram atrasados no dia e hora marcados para aplicação do questionário. Seguido a aplicação da escala, os alunos fariam prova. Tal fato possivelmente acarretou ansiedade nos participantes em responder o mais depressa possível para poder começar a avaliação em seguida, pois a maior parte dos *outliers* ocorreu nas últimas proposições da escala (figura 7.6). Vale ressaltar que os formulários entregues para os alunos atrasados foram marcados. A identificação dada no dia da aplicação confere com os *outliers* encontrados pelo estudo. Além disso, também identificamos um aluno que respondeu a escala de forma aleatória, tanto na primeira quanto na segunda aplicação (aluno 22) (figura 7.6).

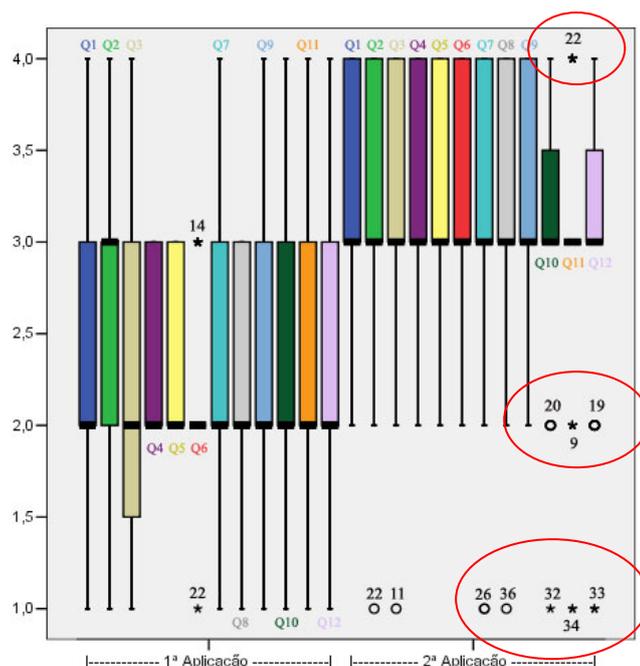


Figura 7.6 - Concentração de *outliers* no final da segunda testagem da escala

Comparando os resultados obtidos entre a primeira e a segunda testagens, notamos que houve um ganho favorável para a plataforma remodelada. Essa mudança de avaliação nos demonstrou indícios de que não podemos descartar um trabalho específico nessa área, senão podemos correr o risco de comprometer todo o desenvolvimento posterior junto ao usuário.

7.3.2.2 – Análise da estrutura interna

Na análise da estrutura interna, calculamos o alfa de Crombach para a primeira e segunda aplicação da escala (quadro 7.5). Vale ressaltar que não retiramos os dados atípicos (*outliers*) para essa análise. O índice encontrado entre as doze proposições para a primeira aplicação foi de 0,89 e para a segunda aplicação foi de 0,90. Analisando a primeira aplicação e segunda aplicações juntas e encontramos o índice de 0,94 (quadro 7.6). Os índices encontrados foram altamente satisfatórios, nos permitindo avaliar a escala como instrumento confiável (fidedigno). Além disso, podemos dizer que a escala aplicada pode ser avaliada como consistente e os doze itens apresentados são congruentes entre si. A média

geral das respostas dada as proposições da escala na primeira e segunda aplicação foram de 3,1. Assim, podemos observar que essa média reflete uma atitude consistente do grupo de participantes em relação aos aspectos avaliados sobre a plataforma.

Estatística de Confiança - 1ª Aplicação			Estatística de Confiança - 2ª Aplicação		
Alpha de Cronbach	Alpha de Cronbach baseados em itens padronizados	Nº de Itens	Alpha de Cronbach	Alpha de Cronbach baseados em itens padronizados	Nº de Itens
,89	,90	12	,90	,91	12

Quadro 7.5 – Cálculo da estatística de confiança da primeira e segunda aplicação da escala

Estatística de Confiança - 1ª e 2ª Aplicações		
Alpha de Cronbach	Alpha de Cronbach baseados em itens padronizados	Nº de Itens
,94	,95	12

Quadro 7.6 – Cálculo da estatística de confiança da primeira e segunda aplicações da escala

Apresentamos, no quadro 7.7 a matriz simétrica de correlação entre os itens de nossa escala. Marcamos, nesse quadro, os pares de proposições que apresentam índice de correlação superior a 0,6. Alguns autores defendem que o coeficiente alfa de Cronbach deve ser maior ou igual a 0,70 para que se possa ter fidedignidade aceitável (HAIR, 1998). Porém, esses mesmos autores admitem que esse não é um padrão absoluto, pois, no caso de pesquisas exploratórias, os valores menores que 0,70 podem ser aceitos (quadro 7.8).

Os índices de correlação apresentados entre as proposições nos permite dizer que os aspectos estudados pela escala (visão sistêmica, viabilização dos objetivos e interface amigável) estão altamente correlacionados.

Matriz de correlação inter-itens - 1ª e 2ª Aplicações

	Q1_Neg	Q2_Pos	Q3_Neg	Q4_Neg	Q5_Neg	Q6_Neg	Q7_Pos	Q8_Neg	Q9_Pos	Q10_Pos	Q11_Pos	Q12_Pos
Q1_Neg	1,000											
Q2_Pos	,414	1,000										
Q3_Neg	,571	,181	1,000									
Q4_Neg	,629	,476	,577	1,000								
Q5_Neg	,613	,363	,517	,826	1,000							
Q6_Neg	,715	,428	,516	,838	,848	1,000						
Q7_Pos	,715	,451	,573	,836	,666	,769	1,000					
Q8_Neg	,671	,363	,624	,746	,592	,652	,852	1,000				
Q9_Pos	,637	,315	,539	,703	,546	,604	,754	,826	1,000			
Q10_Pos	,440	,184	,465	,534	,391	,438	,473	,522	,604	1,000		
Q11_Pos	,504	,231	,569	,644	,598	,617	,591	,598	,732	,505	1,000	
Q12_Pos	,632	,339	,645	,780	,750	,797	,721	,694	,732	,584	,842	1,000

Quadro 7.7 – Matriz de correlação das proposições da primeira e segunda aplicações da escala

Valores válidos para alfa de Cronbach (α)	Interpretação para a consistência
0.90 a 1.00	Muito forte
0.70 a 0.89	Forte
0.40 a 0.69	Moderada
0.20 a 0.39	Fraca
0.00 a 0.19	Muito fraca

Quadro 7.8 – Valores para análise do coeficiente alfa de Crombach

7.4 – Considerações Finais

O estudo de caso apresentado foi altamente positivo para nosso trabalho e permitiu apontar aspectos fundamentais para a análise de um *design* apropriado para promover a metacognição. Os aspectos usados para esse estudo (visão sistêmica, viabilização dos objetivos e interface amigável) se mostraram altamente relevantes para serem considerados na construção de uma interface. Porém, para maiores considerações sobre o assunto, necessitamos de estudos futuros com uma amostra representativa da população (tendo em vista que em nosso estudo usamos um público específico) para um estudo confirmatório de maior profundidade.

Capítulo 8

Considerações finais e trabalhos futuros

"Uma mente que tenha sido estirada por novas ideias nunca poderá recobrar sua forma original."

Albert Einstein

No presente capítulo, faremos considerações sobre o trabalho de pesquisa descrito nessa dissertação, explicitando suas contribuições, os problemas encontrados ao longo do caminho e sugestões para prosseguimento do trabalho.

8.1 - Contribuições da dissertação

8.1.1 – Introdução

O presente trabalho está inserido em um momento no qual profissionais da saúde e educação procuram soluções para os problemas que envolvem o desenvolvimento cognitivo do ser humano. O uso de recursos computacionais e o acesso ao mundo virtual é hoje algo inevitável. Porém, ainda não nos utilizamos de todo os seus recursos e possibilidades em prol da complexa obra que é o desenvolvimento pleno do ser humano.

Nosso trabalho foi iniciado com o objetivo de virtualizar jogos para desenvolvimento das funções atencionais. A ação de virtualizar jogos visava atender um maior número de crianças, além de otimizar e aprimorar todas as etapas relacionadas a esse processo. Nesse momento, iniciávamos um longo e complexo trabalho para realizar essa proposta. Com o passar do tempo, o trabalho ampliou-se. Passamos a pensar em um conjunto de jogos que fosse capaz de impulsionar o desenvolvimento cognitivo e não apenas as funções da atenção. Assim, auxiliados por uma visão macro, passamos a trabalhar na elaboração de um modelo computacional que fosse capaz de atender de forma satisfatória aos anseios neuropedagógicos de nossa proposta. Para chegarmos a esse ponto, investimos dedicação quase integral ao projeto, agregamos diferentes talentos a nossa equipe e passamos por diferentes fases de desenvolvimento, de forma que pudéssemos atender, de maneira aceitável, às necessidades de um trabalho dessa ordem.

8.1.2 – Contribuições do trabalho

A principal contribuição deste trabalho consistiu no direcionamento de diversas ideias e recursos humanos à elaboração e aplicação de um processo sistêmico de construção de um projeto neuropedagógico integrado. Este processo envolveu a separação de diversas linhas de trabalho e a coordenação destas por equipes capazes de contribuir para realizar

avanços nessa pesquisa. Para cada linha de trabalho, foram delimitadas metas que deveriam ser alcançadas em um intervalo de tempo durante o qual certa equipe estaria à disposição para implantar as ideias desejadas. O trabalho consistiu-se em um projeto arquitetural mais amplo, no qual não só foi cogitado o problema computacional, mas envolveu elaborações teóricas e coordenação de redes sociais.

Para se ter uma visão mais integrada de todo o processo, faremos agora uma descrição das contribuições do presente trabalho em suas diversas frentes de atuação e objetivos atendidos. Traçamos um infográfico de forma a deixar mais claro o complexo percurso percorrido para a realização do mesmo (figura 8.1).

Nosso trabalho partiu da necessidade de promover o desenvolvimento cognitivo em crianças entre sete e doze anos através do uso de jogos. Para isso, planejamos a construção de um conjunto de plataformas computacionais para atendimento de crianças pertencentes a diferentes grupos de risco, como também, plataformas voltadas a impulsionar pesquisas sobre o tema. Com o objetivo de atingir essa meta, apresentamos a realização de um modelo computacional através de uma arquitetura de software compatível com os requisitos para desenvolvimento da cognição. Ou seja, trabalhamos na construção de um modelo arquitetural que fosse capaz de promover o desenvolvimento de jogos e plataformas seguindo um modelo neuropedagógico. Desta forma, concebemos um modelo flexível que atende de forma ampla todos os campos de atuação de um projeto de desenvolvimento da cognição, no qual a metacognição foi o instrumento de todas as operações junto aos usuários.

A proposta arquitetural foi consolidada através da realização de um *framework* que abarcasse de forma plena os objetivos e metas do processo neuropedagógico. O modelo arquitetural foi construído seguindo um processo incremental e iterativo. As ideias iniciais

foram testadas com o uso da ferramenta *Greenfoot*. Entretanto, os avanços arquiteturais exigidos exigiram a procura de uma ferramenta mais adequada, com menos limitações. Chegamos então ao *framework Baklava*, para o qual adaptamos todo o projeto. Ainda assim, não pudemos concluir o projeto, já que descobrimos insuficiências nesse novo *framework* e sofremos com suas limitações. A realização mais completa da arquitetura só foi possível quando uma equipe passou a dedicar-se à construção de um *framework* próprio e adequado a todas as nossas necessidades, o *Phidias*. Essa trajetória foi fundamental para que pudéssemos apurar e ampliar gradativamente qualidades, minúcias de todo o escopo envolvido.

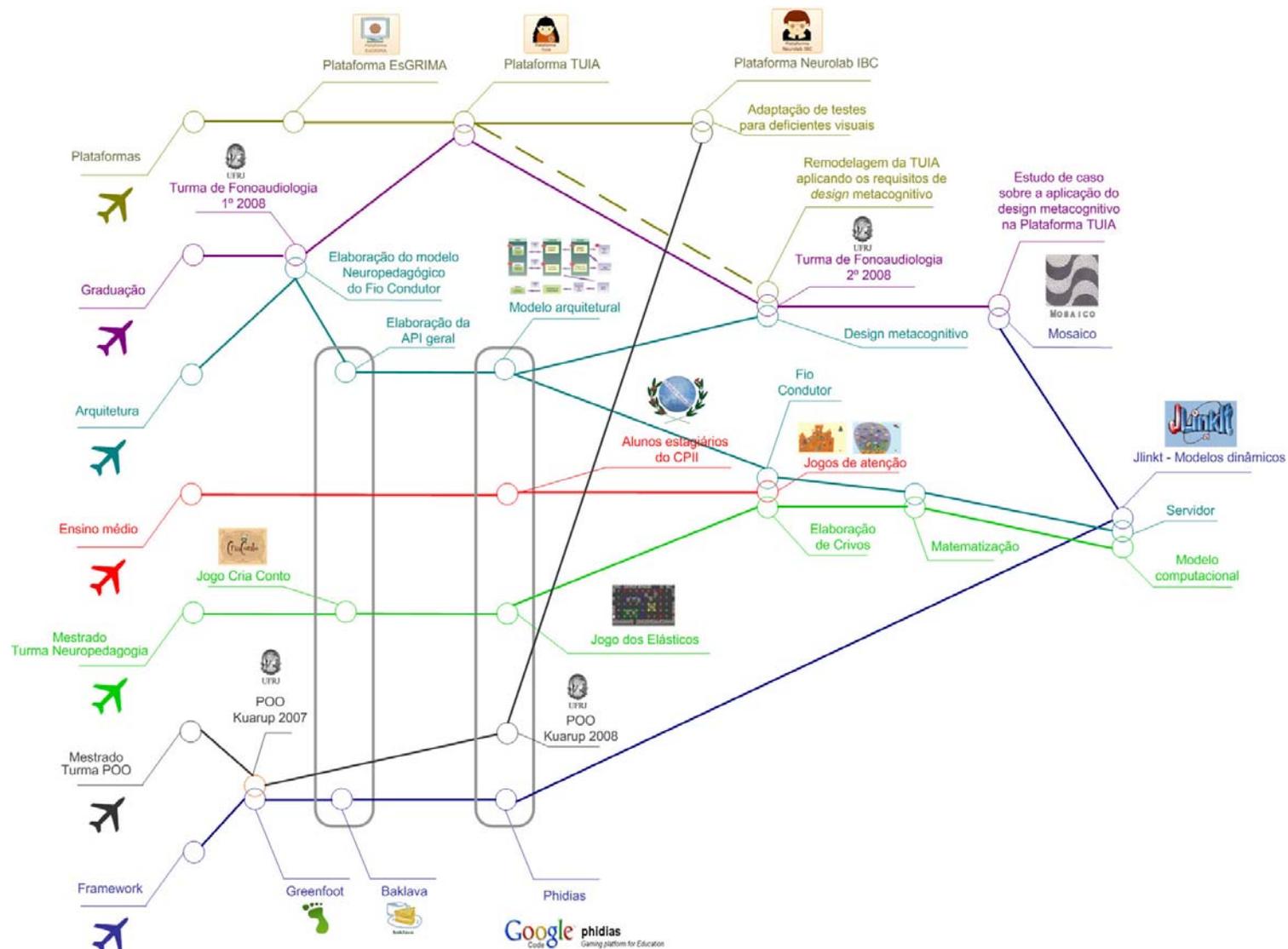


Figura 8.1 – Infográfico com todas as ações desenvolvidas ao longo do projeto

Nesse percurso gerenciamos diferentes equipes de trabalho envolvidas ao longo do projeto:

- **Turmas de mestrado de POO – 1º 2007** – essa turma iniciou o processo de construção de jogos através da ferramenta *Greenfoot*. Nessa turma registramos o trabalho inicial de aplicação do modelo neuropedagógico através das fases do fio condutor.
- **Turmas de mestrado de Neuropedagogia – 3º 2007, 1º, 2º e 3º de 2008** – As turmas de neuropedagogia trabalharam integralmente na viabilização do modelo neuropedagógico proposto. Essas turmas contribuíram para:
 - Alavancar o projeto arquitetural de jogos e plataformas;
 - elaborar uma API genérica para ser usada como base de captura de dados em qualquer jogo;
 - consolidar a estrutura teórica do modelo neuropedagógico (criação de crivos e matematização dos mesmos);
 - elicitar os requisitos responsáveis pelo *design* metacognitivo;
 - construir o jogo Cria Conto e jogo dos Elásticos e
 - elaborar um *framework* voltado para a construção de jogos neuropedagógicos – *framework* Phidias.
- **Turmas de mestrado de POO – 1º 2008** – pela segunda vez, agregamos ao trabalho mais uma turma de POO. Após um ano, o *framework* Phidias já se encontrava disponível para uso. A utilização da ferramenta pela turma na construção de jogos foi de grande importância na avaliação da viabilidade de implementação do modelo neuropedagógico através do *framework* proposto.

- **Estagiários do ensino médio do colégio Pedro II – 2º 2008** – A turma de alunos do CPII dedicou-se ao uso do *Phidias* em seu estágio inicial, sendo responsável por um importante *feedback* para esse trabalho através da construção de jogos para as funções atencionais.
- **Turmas de fonoaudiologia de graduação – 2º 2007 e 2º 2008** – As turmas oriundas do curso de fonoaudiologia foram as pioneiras no uso de uma das plataformas projetadas, a plataforma TUIA. Através dessa experiência, fizemos a aplicação dos requisitos de *design* metacognitivo e estudos sobre a eficácia de seu uso.

O processo de iterações foi fundamental para a elaboração de nosso trabalho. O gerenciamento das iterações sucessivas proporcionadas pelas diferentes equipes foi responsável pelo refinamento dos requisitos, do modelo conceitual, construção e implementação do *framework*, além dos respectivos testes. Assim, chegamos a um modelo computacional de identidade única para o desenvolvimento da cognição humana, tendo como instrumento os processos metacognitivos. O modelo proposto foi concebido para estabelecer uma comunicação direta entre um sistema computacional e a mente humana, proporcionando a intervenção nos processos mentais a fim de propiciar o desenvolvimento das capacidades cognitivas. Acreditamos ter contribuído para elaboração do modelo apresentado participar ativamente do cenário de conquistas, que objetivam atender integralmente o desenvolvimento cognitivo infantil.

8.2 - Limitações

Ao longo do desenvolvimento dessa pesquisa, nos deparamos com algumas dificuldades relativas ao tempo disposto e ao recorte do trabalho, sendo necessário que elegêssemos qual caminho tomar. A implementação de jogos através do modelo proposto

requer maior tempo para seu aprimoramento, para o desenvolvimento em todas as suas potencialidades e testagem com os diferentes públicos infantis. O trabalho na construção de jogos possui grande intensidade e requer um projeto de realização com fases definidas e prazos amplos. O mesmo é válido para a completa realização das plataformas de atendimento e pesquisa projetadas.

8.3 - Trabalhos futuros

A arquitetura proposta foi concebida de forma iterativa através de trabalhos que pudessem desenvolver separadamente cada uma de suas partes. A escolha dessa abordagem foi conveniente em nosso contexto, pois, através dela, foi possível gerenciar a complexidade do problema e, principalmente, potencializar o aproveitamento dos recursos humanos no trabalho com os alunos das disciplinas de mestrado e as orientações individuais em cada grupo, disponíveis em intervalos de tempo relativamente curtos. Dessa forma, não foi possível desenvolver uma instanciação completa da arquitetura. Assim, para que isso efetivamente aconteça, é necessário:

- Desenvolvimento integral de jogos e plataformas de forma a cobrir toda a arquitetura proposta;
- o desenvolvimento pleno da interface de interação com o especialista conectando este com os jogos e com as redes de construção do conhecimento;
- desenvolvimento integral de uma plataforma de forma que permita a interação efetiva de crianças, atendentes, especialista e pesquisadores e
- procedimentos experimentais que permitam validar as interações propostas.

O *design* metacognitivo proposto, para ser realmente efetivo, requer que as regras elaboradas sejam integradas na cognição da pessoa que está interagindo com ele. O estudo apresentado propõe a melhoria do entendimento da interação. Para isso, é necessário um maior aprofundamento na investigação das regras que são implantadas. Dessa forma, para que isso efetivamente aconteça, é necessário:

- Investigar quais as regras que podem ser implantadas pelo design metacognitivo;
- aprimorar as instruções de como introduzir os formadores de regras no design;
- criar mecanismos de avaliação que sejam capazes de inferir se as regras foram implantadas;
- criar novos jogos e plataformas que introduzam essas regras através do *design* metacognitivo e
- procedimentos experimentais que permitam validar a implantação dessas regras.

O modelo neuropedagógico foi obtido a partir dos estudos experimentais da professora C. V. M. Marques baseados no processo de elaboração dirigida criado pelo professor Franco Seminério. Apesar de o referido modelo ter sido implementado com sucesso em jogos reais, a aplicação dele em modelos virtuais precisa ser conduzido além do estudo aqui descrito. Assim, para que isso efetivamente aconteça, é necessário:

- Experimentos na criação e validação de redes de conhecimento;
- estudo e especificação de regras para melhorar a aderência ao *design* metacognitivo a jogos e plataformas neuropedagógicos, de forma que seja possível especificar qual o *design* requerido para implantar uma regra em um jogo ou plataforma;

- especificação completa de todas as fases do fio condutor;
- experimentos que validem a implantação eficaz do fio condutor, de forma a avaliar a implantação de regras;
- desenvolvimento de jogos que implementem o fio condutor integralmente;
- estudo e especificação de regras para a construção da elaboração dirigida;
- determinar quais recursos visuais e textuais são adequados para serem usados na implantação da elaboração dirigida nas diversas fases do fio condutor;
- experimentos que avaliem a eficácia da elaboração dirigida na construção de regras;
- desenvolvimento do modelo mental completo para mapear as funções da cognição baseado no processo de elaboração dirigida;
- estabelecer versões do fio condutor e elaboração dirigida configuradas para atendimento específico da aquisição de cada função mental mapeada;
- construir um conjunto de jogos que façam a cobertura do modelo neuropedagógico para todo o mapa mental;
- propor um modelo sistêmico de forma que seja possível estendê-lo para a construção geral de sistemas neuroinformáticos;
- propor o estudo e construção de especificações para modelagem arquitetural sistêmica e

- estudar meios de avaliar como o modelo faz a intervenção na cognição habilitando as pessoas a usar esses sistemas.

8.4 - Visão da pesquisadora

Para a mim, a experiência adquirida durante o desenvolvimento desse trabalho foi muito enriquecedora, pois possibilitou aprofundar conhecimentos em diversas áreas da pesquisa, além de proporcionar novas vivências psicoeducacionais, seja acompanhando a realização no levantamento de requisitos e construção do modelo, seja durante as diferentes realizações da proposta através dos jogos e plataformas de atendimento.

Virtualizar qualquer processo requer experiência e pesquisa. Promover atendimento virtual (para qualquer serviço/foco) necessita do cumprimento de uma cadeia de ações que vai desde a modelagem até o engajamento dos profissionais e usuários envolvidos no atendimento, de forma que todos consigam chegar ao objetivo final de forma profícua.

O modelo computacional proposto nesse trabalho não garante ser a solução definitiva. Mesmo assim, estabelece um caminho instigante de trabalho e possui sólidas possibilidades de desenvolvimento para trabalhos futuros.

Referências Bibliográficas

ARNOLD, Edmund C. **Tipografia e diagramado para periódicos**. New York: Mergenthaler, 1965.

AMSTEL, Frederick Van. **Afinal, o que é design de interação?**. 2006. Disponível em: <http://usabilidoido.com.br/afinal_o_que_e_design_de_interacao.html>. Acesso em: 8 out. 2008.

_____. **Para tornar o computador mais inteligente**. Webinsider. 2004. Disponível em: <<http://webinsider.uol.com.br/index.php/2004/10/19/para-tornar-o-computador-mais-inteligente/>> Acesso em: 8 out. 2008.

BATTRO, Antonio M. ; CARDINALI, Daniel. **El cerebro educado**: bases de la neuroeducación. Publicaciones Neurolab Marín. Fev. 2005. Disponível em: <<http://www.marin.edu.ar/neurolab/home/p/elcerebroeducado-battro.doc> >. Acesso em: 8 Out. 2008.

BURBECK, S. **Applications programming in Smalltalk-80(TM)**: how to use Model-View-Controller (MVC). 1992. Disponível em: <<http://st-www.cs.uiuc.edu/users/smarch/st-docs/mvc.html>>. Acesso em: 31 out. 2008.

BONSIEPE, Gui. **Design do material ao digital**. Florianópolis: FIESC/IEL, 1997

BOUTELL. **Baklava**: a sprite toolkit for java applets. 1996. Disponível em: <<http://www.boutell.com/baklava/>>. Acesso em 21 ago. 2008.

CABRAL, Álvaro. **Dicionário Técnico De Psicologia**. 14. ed. São Paulo: CULTRIX. 2006. 336 p.

CARVALHO, M.M. ; CZEKSTER, R.M. ; MANSSOUR, I. H. **Uma ferramenta interativa para visualização e extração de medidas em imagens médicas**. Disponível em: <http://www.sbc.org.br/reic/edicoes/2003e3/cientificos/Uma_Ferramenta_Interativa_para_Visualizacao_e_Extracao_de_Medidas_em_Imagens_Medicadas.pdf>. Acesso em: 31 out. 2008.

DAVIS, Claudia ; NUNES, Marina M. R. ; NUNES, Cesar A. A.. Metacognição e sucesso escolar: articulando teoria e prática. **Caderno de Pesquisa**. São Paulo, v. 35, n. 125, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cp/v35n125/a1135125.pdf> >. Acesso em: 21 out. 2008.

COOPER, Alan ; REIMANN ; Robert ; CRONIN, David. **About face 3 - the essentials of interaction design**. 1. ed., Indianapolis: John Wiley Consumer, 2007. 610 p.

COSTA, R. M. E. M., **Ambientes virtuais na reabilitação cognitiva de pacientes neurológicos e psiquiátricos**. 2000. Tese (Doutorado em Sistemas de Computação) – PESC/COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.

DANCEY, Christine P. ; REIDY, John. **Estatística sem Matemática para Psicologia**. 3. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 2006. 698 p.

DITTRICH, Alexandre ; OLIVEIRA ; Leila A. ; ZENDRON, Rute C. **Franco Seminero, Paulo Rosas, Mathilde Neder: pioneiros da psicologia brasileira.** 1. ed., Rio de Janeiro: Imago, 2001. 88 p.

DORSCH, Friedrich; HACKER, Hartmut; STAPF, Kurt-Hermann. **Dicionário de Psicologia Dorsch.** 3. ed., Rio de Janeiro: Vozes, 2008. 1.156 p.

ERTHAL, Tereza Cristina S. **Manual de psicometria.** 7. ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2003. 150 p.

EYSENCK, Michael W. ; KEANE, Mark T. **Manual de psicologia cognitiva.** 5. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 2007. 608 p.

FLAVELL, John H. ; MILLER, Patricia H. **Desenvolvimento cognitivo.** 3. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1999. 341 p.

FOWLER, Martin. **Padrões de arquitetura de aplicações corporativas.** Porto Alegre: Bookman, 2000.

FURLAN, Luciane et al. A Utilização de jogos pela terapia ocupacional: contribuição para a reabilitação cognitiva. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 6. 2006, São José dos Campos. **Proceedings ...** São José dos Campos: UNIVAP, 2006. Disponível em: <http://www.inicepg.univap.br/INIC_2006/epg/03/EPG00000538-ok.pdf>

GAPPA, Henrike ; PIEPER, Michael. **User-modelling and adaptivity in therapeutic intervention environments.** 2001. Disponível em: <<http://is4all.ics.forth.gr/chi2001/files/pieper.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2008.

GAZZANIGA, Michael S. ; IVRY, Richard B. ; MANGUN, George R. **Neurociência cognitiva - a biologia da mente.** 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 768 p.

GOLDBERG, Elkhonon. **O cérebro executivo: lobos frontais e a mente civilizada.** 1. ed. Rio de Janeiro: Imago. 2002. 282 p.

GONÇALVES, Leila Lais ; Pimenta, Marcelo Soares. EditWeb: ferramenta para autoria de páginas web com acessibilidade em ambientes de e-learning. In: SEMINÁRIO INTEGRADO DE SOFTWARE E HARDWARE, 32., 2005, São Leopoldo. **Anais ...** São Leopoldo: SBC, 2005. p. 1817-1831. SEMISH editado no CD-ROM do XXV Congresso da SBC. 2005. v.1.

GOSWAMI, Usha. Neuroscience and education. **British Journal of Educational Psychology**, Leicester, v. 74, n. 1, p. 1-14, Mar. 2004. Disponível em: <<http://www.psychology.heacademy.ac.uk/PLAT2006/assets/presentations/Goswami/Goswami7.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2008.

GRAMINHA, S. S. V. ; MARTINS, M. A. O. Condições adversas na vida de crianças com atraso no desenvolvimento. **Medicina**, Ribeirão Preto, v. 30, n.2, p. 259-267, abr/jun, 1997. Disponível em: <http://www.fmrp.usp.br/revista/1997/vol30n2/condicoes_adversas_atraso.pdf> Acesso em: 12 out. 2008.

GUIMARAES, Luciano; **A Cor como Informação**. 3 ed. São Paulo: Editora ANNABLUME, 2004. 144 p.

GUSSINKLO, Jeanine et al. A Low-cost video game applied for training of upper extremity function in children with cerebral palsy: a pilot study. **CyberPsychology & Behavior**, New Rochelle, v. 11, n. 1, p. 27-32, Feb 2008.

HAIR, Joseph F.; TATHAM, Ronald L.; BABIN, Barry J.; BLACK, William C.; ANDERSON, Rolph E.. **Multivariate Data Analysis**. 5. ed. New York: Prentice Hal, 1998. 768 p.

HENRIKSEN, Poul; KÖLLING, Michael. Game Programming in Introductory Courses With Direct State Manipulation. **Proceedings ... ITiCSE'05**, Lisbon, Portugal, June 2005. Disponível em: <<http://www.greenfoot.org/papers/2005-06-ITICSE-greenfoot.pdf>>. Acesso em: 8 out. 2008.

JONASSEN, D. ; CARR, C. ; HUEH, H. Computers as mindtools for engaging learners in critical thinking. **TechTrends**, Boston, v..43, n. .2, p 24-32, Mar 1998.

JOU, Graciela Inchausti ; SPERB, Tania Mara. A metacognição como estratégia reguladora da aprendizagem. **Psicologia: Reflexão e Crítica.**, Porto Alegre, v. 19, n. 2, 2006. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/prc/v19n2/a03v19n2.pdf>>. Acesso em: 8 out. 2008.

KAUTZ, Henry et al. **Foundations of assisted cognition systems**, Berkeley: Department of Computer Science & Engineering, University of Washington, International Computer Science Institute Berkeley. 2002. Technical Report. (CSE-02-AC-01, 2002). Disponível em: <<http://www.cs.rochester.edu/u/kautz/papers/ac03tr.pdf>>

KIRSH, D. Metacognition, distributed cognition and visual design. In: Gärdenfors, Peter ; Johansson, Petter. (Ed.). **Cognition, education, and communication technology**. Gärdenfors, Peter ; Johansson, Petter (Ed). Mahawah: Lawrence Erlbaum Associates, 2005 p. 147-180. Disponível em: <<http://adrenaline.ucsd.edu/kirsh/articles/metacognition/metacognition.pdf> >. Acesso em: 8 Out. 2008.

KISHIMOTO, T. M. **O jogo e a educação infantil**. 3 ed. São Paulo: Thomson Pioneira. 1998. 62 p.

LENT, Roberto. **Cem bilhões de Neurônios: conceitos fundamentais de neurociência**. 1. ed., São Paulo: Atheneu, 2001. 698 p.

MAIA, Joviane Marcondelli Dias ; WILLIAMS, Lucia Cavalcanti Albuquerque. Fatores de risco e fatores de proteção ao desenvolvimento infantil: uma revisão da área. **Temas em Psicologia**, Ribeirão Preto, v. 13, n. 2, p. 91-103, 2005. Disponível em: <<http://www.sbponline.org.br/revista2/vol13n2/PDF/v13n02a03.pdf>>. Acesso em: 8 out. 2008.

METCALFE, J. ; SHIMAMURA, A.P. **Metacognition: knowing about knowing**. Cambridge: MIT Press, 1994. 352p.

MYERS, David. **Introdução à psicologia geral**. 5 ed. Rio de Janeiro: LTC, 1999. 534 p.

NEVES, D. Ciência da informação e cognição humana: uma abordagem do processamento da informação. **Revista Ciência da Informação**. Brasília: IBICT, v. 35, n.1, 2006. Disponível em: <<http://revista.ibict.br/index.php/ciinf/article/view/671/580>>. Acesso em: 27 out. 2008.

NORMAN, Donald A. **O Design do dia-a-dia**. 1 ed. Rio de Janeiro: Rocco, 2006, 271 p.

PAPALIA, Diane E. **Desenvolvimento humano**. 7. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000. 684 p.

PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da Informática**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

PARKER, Richard ; REA, Louis M. **Metodologia de pesquisa - do planejamento a execução**. 1 ed. São Paulo: Thomson Pioneira, 2000. 272 p.

PIAGET, Jean ; INHELDER, B. **O Desenvolvimento das quantidades físicas na criança**. Rio de Janeiro, Zahar Editores, 1971.

PEDROSA, Israel. **O Universo da Cor**. 1 ed. São Paulo: Editora SENAC, 2003. 153 p.

PEIRCE, Charles S.; **Semiótica - Coleção Estudos 46**. 4 ed. São Paulo: Editora Perspectiva, 2008. 352 p.

PRATA, Paula; OLIVEIRA, C. E. T.; WEBER, Cleonice; SOUZA, Mariana. An architectural platform to provide integral care for cognitive impaired children through neuropedagogical metacognition. **Proceedings ... International Conference on Health Informatics, 2009, Funchal. International Conference on Health Informatics, 2009**. Disponível em: < <http://www.healthinf.org/>>. Acesso em: 15 jan. 2009.

PREECE, Jennifer. et al. **Design de interação**. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 348 p.

ROCHA, Heloísa Vieira ; BARANAUSKAS, Maria Cecília Calani. **Design e avaliação de interfaces humano-Computador**. Campinas: NIED/UNICAMP, 2003. Disponível em: <http://www.nied.unicamp.br/publicacoes/pub.php?classe=livro&cod_publicacao=73>. Acesso em: 29 mai. 2008.

SANTANA, Suely Melo ; ROAZZI, Antonio ; DIAS, Maria das Graças B. B. Paradigmas do desenvolvimento cognitivo: uma breve retrospectiva. **Estudos de Psicologia**, Natal, v. 11, n. 1, jan/abr, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-294X2006000100009&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 24 sep. 2008.

SANTOS, Robson. **Usabilidade e AI** - a necessidade do design centrado no usuário. Webinsider. 2003. Disponível em: <<http://webinsider.uol.com.br/print.php?id=1936>>. Acesso em: 11 mai. 2008.

SEMINÉRIO, Franco Lo Presti. **Elaboração dirigida**. Rio de Janeiro: FGV, ISOP, 1987. 60p

_____. **Infra-estrutura da cognição: fatores ou linguagens?**. Rio de Janeiro: FGV; ISOP, 1984. 60p.

_____. **Infra-estrutura da cognição (II): Linguagens e canais morfogenéticos**. Rio de Janeiro: FGV; ISOP, 1985. 60p.

SEMINÉRIO, F. L. P. ; CHAHON, M. ; ANSELMÈ, C. R.. Metacognição: um novo paradigma. **Arquivos Brasileiros de Psicologia**, Rio de Janeiro, v. 51, n. 1, p. 110-126, 1999.

SILVA, A. P. et al. Desenvolvimento de jogo computadorizado para auxiliar o letramento de crianças com hiperatividade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA EM SAÚDE, 9., 2004, Ribeirão Preto. **Anais ...** Ribeirão Preto: SBIS, 2004. Disponível em: <<http://telemedicina.unifesp.br/pub/SBIS/CBIS2004/trabalhos/arquivos/377.pdf>> Acesso em: 12 out. 2008.

SILVA, José Aparecido ; BIASOLI-ALVES, Zélia Maria Mendes. Franco Lo Presti Seminerio (1923-2003): o homem, o professor, o amigo. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, Brasília, v. 19, n. 2, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ptp/v19n2/a14v19n2.pdf>> . Acesso em: 2 out. 2008.

STERNBERG, Robert J., **Psicologia cognitiva**. 3. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000. 494 p.

VALE, Ana Cristina Rodrigues. Jogando com vygotsky. 2000. Disponível em: <<http://www.ines.gov.br/paginas/revista/Jogando%20com%20Vygotsky.htm>>. Acesso em: 8 out. 2008.

WEINMAN, Lynda. **Design gráfico na web**. São Paulo: Quark Books. 1998. 447p.

WILLIAMS, Robin. **Design para quem não é designer**. 2. ed. São Paulo: Editora Callies. 2005. 144p.

Apêndice

Apêndice A – Escala Likert

Escala Atitudinal com relação à navegabilidade e interação na plataforma TUIA

Nome: _____

Instruções: Avalie, dando sua opinião, cada uma das proposições usando uma das 5 (cinco) respostas apresentadas:

(1) Concordo plenamente (2) Concordo (3) Não tenho opinião

(4) Discordo (5) Discordo plenamente

Marque com um “X” a coluna cujo número corresponde à sua resposta

Proposições	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1) A plataforma TUIA não possui indicações visuais claras para uma navegação eficaz.					
2) A primeira página da plataforma TUIA deixa claro quais os objetivos desse sistema computadorizado para o usuário que o acessa.					
3) O usuário, ao navegar pela plataforma, perde-se facilmente de seu objetivo, pois não existem instruções visuais claras sobre qual deve ser seu próximo passo para realizar sua tarefa.					
4) O usuário, ao navegar pela plataforma, perde a noção do caminho que percorreu devido à falta de indicações visuais que auxiliem nesse registro.					
5) Ao entrar em uma seção da plataforma, o usuário perde a noção da composição geral do ambiente, focando-se apenas em sua parte.					
6) O usuário não recebe indicações claras sobre o objetivo de cada seção que compõe a plataforma.					
7) As seções que compõem a plataforma estão muito bem indicadas ao longo de toda a navegação.					

8) As poucas dicas visuais existentes para auxiliar o usuário em sua navegação pela plataforma não são suficientes para garantir que o usuário consiga êxito para realizar a tarefa que deseja.					
9) O usuário, ao navegar pela plataforma, tem total noção de todos os passos que deu para chegar a um determinado ponto, já que o sistema lhe dá todas as indicações visuais necessárias para isso.					
10) A plataforma TUIA possui instruções claras e dicas visuais que deixam o usuário seguro quanto às escolhas que deve fazer para atingir seus objetivos dentro do ambiente computacional.					
11) Em qualquer que seja a seção onde o usuário se encontra na Plataforma, ele tem noção geral de toda a composição do ambiente, enxergando o todo(a plataforma) e suas partes (seções e subseções).					
12) O usuário sempre recebe orientação sobre qual deve ser seu próximo passo para realizar uma tarefa dentro da plataforma.					