



Universidade Federal do Rio de Janeiro

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

André Luiz Antunes de Moraes

**ROSETA: INFRAESTRUTURA COMPUTACIONAL
PARA CONSTRUÇÃO DE AMBIENTES DE
AVALIAÇÃO COGNITIVA ATRAVÉS DE JOGOS
PSICOPEDAGÓGICOS**

Rio de Janeiro
2012



André Luiz Antunes de Moraes

Roseta: Infraestrutura Computacional para Construção
de Ambientes de Avaliação Cognitiva através de Jogos
Psicopedagógicos

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

Orientadores: Claudia Lage Rebello da Motta, DSc
Lilian Makenzon, PhD

Rio de Janeiro
2012

M813 Moraes, André Luiz Antunes

Roseta: infraestrutura computacional para construção de ambientes de avaliação cognitiva através de jogos psicopedagógicos / André Luiz de Moraes. – Rio de Janeiro, UFRJ, 2012.

172 f.: il.

Orientadores: Claudia Lage Rebello da Mota ; Lilian Marquenzon

Tese (Mestrado em Informática) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Matemática, Instituto Tércio Pacitti de Pesquisas e Aplicações Computacionais, 2012

1. Arquitetura de Sistemas. 2. Sistemas Neuropedagógicos. 3. Sistemas Integrados- Tese I. Motta, Claudia Lage Rebello da (Orient.) II. Marquenzon, Lilian (Orient.). III. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Matemática, Instituto Tércio Pacitti de Pesquisas e Aplicações Computacionais IV. Título

CDD

André Luiz Antunes de Moraes

Roseta: Infraestrutura Computacional para Construção de
Ambientes de Avaliação Cognitiva através de Jogos
Psicopedagógicos

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 para obtenção do grau de Mestre em Informática

Aprovada em: Rio de Janeiro, 25 Janeiro de 2012

Prof. Claudia Lage Rebello da Motta, D.Sc., iNCE e PPGI/UFRJ (presidente)

Prof. Lilian Markenzon, D.Sc., iNCE e PPGI/UFRJ (orientador)

Prof. Marcos Elia, Ph.D., iNCE e PPGI

Prof. Carlo Emmanuel Tolla de Oliveira, Ph.D., iNCE

Prof. Luis Alfredo Vidal de Carvalho, D.Sc., PESC/COPPE

Agradecimentos

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, por ter me dado força e sabedoria nos momentos difíceis e de pouca inspiração, e aos meus pais, Antonio e Marilene, pela educação que me deram e todo esforço que fizeram em prol de minha vida acadêmica e profissional.

Agradeço aos meus orientadores, Prof. Cláudia Motta e Lilian Markenzon pela orientação e debates que foram fundamentais para o surgimento de idéias e resultados alcançados.

Agradeço a Prof. Carla Verônica Marques que acreditou no meu potencial e me inspirou através de suas idéias, de seu amor incondicional pelas crianças e através de sua convicção de que é possível reabilitar crianças com déficit cognitivo quando submetidas a um tratamento adequado.

Agradeço ao meu irmão Antonio e minha Cunhada Carla, pelo amor e carinho que sempre tiveram comigo e por terem me dado a Lara, minha querida e amada afilhada, cujo sorriso certamente iluminou meus dias e me motivou a concretização desse trabalho.

Agradeço especialmente aos colegas de trabalho e de curso Diogo e Sabrina pelo trabalho em conjunto, companheirismo, apoio, incentivo e troca de idéias sempre presentes ao longo dessa trajetória. Sem vocês esse trabalho não teria chegado ao fim.

Agradeço aos meus amigos de trabalho da Petrobras: Max, Peter, Cogliatti, Dalila, Alexandre Lins, Leonardo Tadeu, Anderson Ambrosio, Raquel, Renato Fiche, Bittencourt e Morgado, pelo apoio nos momentos difíceis e nas contribuições com idéias.

Agradeço aos meus chefes Luis Antonio Pereira de Araújo, Julia Brito e Flávio Gondin, pelo incentivo, compreensão e liberação para que esse trabalho pudesse ter sido concretizado.

Por fim, agradeço mais uma vez a Deus pela saúde e coragem por ter chegado aqui.

RESUMO

MORAES, André Luiz Antunes. **Roseta**: Infraestrutura Computacional para Construção de Ambientes de Avaliação Cognitiva através de Jogos Psicopedagógicos. Rio de Janeiro, 2012. Dissertação (Mestrado em Informática) – PPGI, Instituto de Matemática, Instituto Tércio Pacitti de Pesquisa e Aplicações Computacionais, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

Na literatura são observados trabalhos que utilizam jogos para avaliação e reabilitação de crianças com déficit cognitivo. Dentro desse contexto, a Professora Carla Verônica Marques desenvolveu uma plataforma de jogos psicopedagógicos que prevê uma metodologia de aplicação mediada que permite avaliar e reabilitar crianças com déficit cognitivo. Pesquisas vêm sendo realizadas com o objetivo de levar essa plataforma de jogos para um ambiente computacional, e assim enriquecer os resultados até então alcançados. No entanto, é observada a dificuldade na construção desses ambientes computacionais de avaliação cognitiva devido à ausência de ferramentas que facilitem esse trabalho e a integração multidisciplinar do profissional de computação e do neurocientista. Esse trabalho tem como objetivo fornecer uma infraestrutura computacional que facilite a construção de ambientes de avaliação cognitiva para qualquer jogo psicopedagógico, provendo uma solução integrada que provê ferramentas para a coleta de informações durante uma sessão de jogo, ferramentas para construção dos critérios de avaliação cognitiva a partir dos dados que são coletados e uma ferramenta de apresentação dos resultados gerados por esses critérios facilitando o trabalho de interpretação e acompanhamento da evolução cognitiva da criança.

ABSTRACT

MORAES, André Luiz Antunes. **Roseta**: Infraestrutura Computacional para Construção de Ambientes de Avaliação Cognitiva através de Jogos Psicopedagógicos. Rio de Janeiro, 2012. Dissertação (Mestrado em Informática) – PPGI, Instituto de Matemática, Instituto Tércio Pacitti de Pesquisa e Aplicações Computacionais, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

In the literature are observed studies that use games for evaluation and rehabilitation of children with cognitive impairment. Within this context, Professor Veronica Carla Marques developed a gaming platform which provides a psycho application methodology for assessing mediated and rehabilitate children with cognitive impairment. Research studies have been conducted in order to bring this gaming platform to a computing environment, and thus enrich the results so far achieved. However, the difficulty is observed in the construction of these computational environments for cognitive assessment due to lack of tools to facilitate this work and multidisciplinary integration of the computer professionals and neuroscientists. This work aims to provide a computing infrastructure that facilitates the construction of cognitive evaluation environments for any game psychology, providing an integrated solution that provides tools for collecting information during a game session, tools for the construction of evaluation criteria cognitive from the data that are collected and a tool for presentation of the results generated by these criteria facilitating the work of interpretation and monitoring of children's cognitive development.

Lista de figuras

Figura 1 . 1: Organização Estrutural da Dissertação

Figura 2 . 1: Fio Condutor

Figura 3 . 1: Modelo arquitetural para construção de jogos psicopedagógicos. - Ferreira (2009)

Figura 4 . 1: Projetos para a Virtualização de Ambientes de Avaliação Cognitiva de Jogos Psicopedagógico

Figura 4 . 2: Projeto de Interface do Jogo dos Elásticos

Figura 4 . 3: Projeto de Interface do Jogo da Roda de Linguagem
Figura 4 . 4: Projeto Psicopedagógico (definição de informações e de critérios de avaliação)

Figura 4 . 5: Projeto Computacional

Figura 5 . 1: Visão Arquitetural dos Módulos da Roseta

Figura 5 . 2: Visão Funcional de um Ambiente de Avaliação Cognitiva

Figura 5 . 3: Módulo de Coleta

Figura 5 . 4: API Universal de Coleta: Sessao, Jogo, Paciente e Avaliador

Figura 5 . 5: API Universal de Coleta: Modelo de Classes Evento, EventoSimples, EventoComplexo

Figura 5 . 6: API Universal de Coleta: Estratégia

Figura 5 . 7: API Universal de Coleta: Questionário, Questao, QuestaoObjetiva, QuestaoDiscursiva e Resposta

Figura 5 . 8: Interface Proxy de Serviços REST (API de Comunicação)

Figura 5 . 9: Diagrama de Classe para os Serviços de Registro de Informações Coletadas

Figura 5 . 10: Diagrama de Sequência de chamada de API de Registro para o Jogo dos Bonecos

Figura 5 . 11: Módulo de Construção de Critérios

Figura 5 . 12: Algoritmo RETE Foward Chaining

Figura 5 . 13: Organização do Repositório de Objetos

Figura 5 . 14: Esquema Estrutural da API de Infraestrutura

Figura 5 . 15: Mapeamento de competência cognitiva

Figura 5 . 16: Diagrama de Classes Competencia e Forca

Figura 5 . 17: Regras de Agrupadores para Eventos, Erros e Acertos

Figura 5 . 18: Regras de Agrupadores para Estratégias e Questões Objetivas

Figura 5 . 19: Regras de Variáveis de Desempenho para Percentual de Acertos e Erros

Figura 5 . 20: Regra de Variável de Desempenho para Precisão

Figura 5 . 21: Regra de Variável de Desempenho para Tempo Médio

Figura 5 . 22: Regra de Variável de Desempenho para Rapidez

Figura 5 . 23: Módulo de Apresentação de Resultados

Figura 5 . 24: Visão Arquitetural de Sessões Ativas

Figura 5 . 25: Tela de Listagem de Sessões

Figura 5 . 26: Informações Gerais da Sessão

Figura 5 . 27: Listagem de Eventos Capturados

Figura 5 . 28: Listagem de Estratégias Capturadas

Figura 5 . 29: Listagem de Perguntas de Questionários

Figura 5 . 30: Agrupadores

Figura 5 . 31: Variáveis de Desempenho

Figura 5 . 32: Competências Cognitivas

Figura 5 . 33: Listagem para Comparação ente Sessões

Figura 5 . 34: Relatório de Comparação entre Sessões

Figura 6 . 1: Mapa Conceitual das Subdivisões da Competência Atenção

Figura 6 . 2: Variáveis e Funções Matemáticas para Quantificação da Competência de Atenção

Figura 6 . 3: Jogo Monta Bonecos

Figura 6 . 4: Jogo dos Bichos

Figura 6 . 5: Quantificação Competência de Atenção Focal

Figura 6 . 6: Regra de Identificação de Ocorrência de Estratégias

Figura 6 . 7: Regras de Quantificação da Competência de Atenção Focal

Figura 6 . 8: Experimento de Avaliação Técnica da Solução

Figura 6 . 9: Experimento de Avaliação de Atendimento da Expectativa do Usuário

Figura 6 . 10: Representação da Randomização de Animais (Primeiras Telas)

Figura 6 . 11: Gráfico Comparativo entre Sessões de um entrevistado

Lista de quadros

Tabela 1: Profissionais X Responsabilidades X Questionamentos X Objetivos

Tabela 2: Visão de Oportunidade da Nova Geração segundo Prensky

Tabela 3: Divisão de Tipos de Jogos segundo Passarino

Tabela 4: Classificação de Ambientes Virtuais segundo

Tabela 5: Protocolo Rest para os Serviços de Gerar Sessão e Inserir Evento da API de Comunicação

Tabela 6: Relação Causa-Consequência das Regras de Avaliação Cognitiva

Tabela 7: Agrupadores da API de Uso Comum

Tabela 8: Variáveis de Desempenho da API de Uso Comum

Tabela 9: Características da Qualidade de Software segundo a ISO/IEC 9126-1

Tabela 10: Consolidação de Resultados do Experimento de Validação Técnica

Tabela 11: Passo a passo de simulação de jogador sem desvio de atenção

Tabela 12: Consolidação de Resultados do Experimento de Simulação

Lista de siglas e abreviaturas

| | |
|------|---|
| UFRJ | Universidade Federal do Rio de Janeiro |
| API | Application Programming Interface |
| IHC | Interação homem-computador |
| MVC | Model-View-Controller |
| POO | Programação Orientada a Objetos |
| IES | Informática, Educação e Sociedade |
| PFBD | Jogo de Perguntas de Busca com Figuras Diversas |
| HTTP | Hypertext Transfer Protocol |
| JSF | Java Server Faces |
| iNCE | Instituto Tércio Pacitti de Aplicações e Pesquisas Computacionais |
| PPGI | Programa de Pós-Graduação em Informática |
| REST | Representational State Transfer |
| RIA | Rich Interface Application |
| DSL | Domain Specific Language |

Sumário

| | |
|--|----|
| Capítulo 1 | 14 |
| Introdução | 14 |
| 1.1. Introdução | 15 |
| 1.2. Contextualização | 16 |
| 1.3. Motivação | 17 |
| 1.4. Problema | 18 |
| 1.3.1. Visão Geral | 19 |
| 1.3.2. Visão Específica | 20 |
| 1.5. Objetivo | 21 |
| 1.6. Hipótese e Questões de Pesquisa | 23 |
| 1.7. Organização do Trabalho | 25 |
| Capítulo 2 | 27 |
| Teorias da Cognição e Jogos Psicopedagógicos | 27 |
| 2.1. Teorias da cognição | 28 |
| 2.1.1. Jean Piaget | 29 |
| 2.1.2. Lev Vygotsky | 29 |
| 2.1.3. Albert Bandura | 30 |
| 2.1.4. Jerome Bruner | 31 |
| 2.1.5. John Flavell | 32 |
| 2.1.6. Seminário | 32 |
| 2.1.6.1. Canais morfo genéticos e linguagens-código | 33 |
| 2.1.6.2. Elaboração Dirigida | 34 |
| 2.2. Neurociência cognitiva e a neuropedagogia | 34 |
| 2.2.1. Fio Condutor | 36 |
| 2.3. Considerações preliminares | 38 |
| Capítulo 3 | 39 |
| Jogos na Educação e seu uso na Avaliação e Reabilitação Cognitiva | 39 |
| 3.1. Jogos Eletrônicos na Educação | 40 |
| 3.2. Jogos Eletrônicos Psicopedagógicos no PPGI | 43 |
| 3.2.1. Phidias | 45 |
| 3.2.2. Nebula | 45 |
| 3.2.3. Jogo do Jornal | 46 |
| 3.2.4. Arquitetura Computacional para Sistemas Neuropedagógicos | 46 |
| 3.3. Jogos Eletrônicos Psicopedagógicos – Estado da Arte | 48 |
| 3.3.1. Estado da arte (Avaliação Qualitativa e Quantitativa) | 49 |
| 3.3.2. Estado da arte (Máquina de regras em sistemas e em jogos) | 50 |
| 3.4. Considerações preliminares | 51 |
| Capítulo 4 | 53 |
| Modelo de Avaliação Cognitiva e seu Processo de Virtualização | 53 |
| 4.1. Modelo de Avaliação Cognitiva através de Jogos Psicopedagógicos | 54 |
| 4.2. Processo de Virtualização do Jogo Psicopedagógico | 55 |
| 4.2.1. Projeto de Interface | 57 |
| 4.2.2. Projeto Psicopedagógico | 59 |
| 4.2.3. Projeto Computacional | 60 |
| 4.2.4. Infraestrutura Computacional para Ambientes de Avaliação Cognitiva através de Jogos Psicopedagógicos | 63 |
| 4.3. Considerações preliminares | 64 |
| Capítulo 5 | 65 |

| | |
|---|-----|
| Roseta | 65 |
| 5.1. Visão Geral do Problema..... | 66 |
| 5.2. Solução proposta | 67 |
| 5.3. Premissas Tecnológicas..... | 71 |
| 5.4. Módulo de Coleta de Informações..... | 73 |
| 5.4.1. Tecnologias..... | 74 |
| 5.4.1.1. Linguagem de Programação Java..... | 74 |
| 5.4.1.2. Ambiente de Programação Eclipse..... | 75 |
| 5.4.1.3. Serviços Web, Rest, Restful e RestEasy | 76 |
| 5.4.2. APIs de Domínio | 77 |
| 5.4.2.1. Classes Sessão, Jogo, Paciente e Avaliador | 78 |
| 5.4.2.2. Classe Evento | 79 |
| 5.4.2.3. Classe Estrategia..... | 81 |
| 5.4.2.4. Classes Questao, QuestaoObjetiva, Questao Discursiva e Resposta..... | 82 |
| 5.4.3. API de Comunicação | 84 |
| 5.4.4. Considerações..... | 91 |
| 5.5. Módulo de Construção de Critérios de Avaliação cognitiva..... | 92 |
| 5.5.1. Tecnologias..... | 94 |
| 5.5.1.1. Drools | 95 |
| 5.5.2. API de Infraestrutura | 97 |
| 5.5.3. API de Domínio..... | 100 |
| 5.5.3.1. Classes Competencia e Forca | 101 |
| 5.5.4. API de Construção de Critérios de Avaliação Cognitiva | 104 |
| 5.5.5. API de Critérios Comum | 105 |
| 5.5.5.1. Agrupadores | 106 |
| 5.5.5.2. Variáveis de desempenho | 107 |
| 5.5.6. Regras Comuns..... | 108 |
| 5.5.7. Considerações..... | 114 |
| 5.6. Módulo de Apresentação de Resultados..... | 114 |
| 5.6.1. Tecnologias..... | 116 |
| 5.6.1.1. Java Server Faces..... | 116 |
| 5.6.1.2. Richfaces | 117 |
| 5.6.1.3. JFreeChart..... | 118 |
| 5.6.2. API de Infraestrutura | 118 |
| 5.6.3. Funcionalidades da WEB | 120 |
| 5.6.3.1. Listar sessões | 120 |
| 5.6.3.2. Monitorar Sessão Ativa | 122 |
| 5.6.3.3. Comparar Sessões..... | 126 |
| 5.6.4. Considerações..... | 128 |
| Capítulo 6 | 130 |
| Estudo de Caso e Simulações de Uso..... | 130 |
| 6.1. Problema..... | 131 |
| 6.2. Solução | 137 |
| 6.3. Experimentos..... | 142 |
| 6.3.1. Experimentação de Validação Técnica..... | 142 |
| 6.3.1.1. Metodologia..... | 142 |
| 6.3.1.2. Análise dos Resultados..... | 146 |
| 6.3.2. Simulações de Utilização..... | 148 |
| 6.3.2.1. Metodologia..... | 149 |
| Simulação de Jogador Sem Déficit Cognitivo..... | 150 |

| | |
|---|-----|
| Simulação de Jogador com Déficit Cognitivo..... | 154 |
| Experimento de Comparação de Sessões | 154 |
| 6.3.1.3. Análise dos Resultados..... | 155 |
| Capítulo 7 | 161 |
| Considerações Finais | 161 |
| 7.1 Resumo | 162 |
| 7.2 Contribuições..... | 163 |
| 7.3 Problemas Encontrados | 165 |
| 7.4 Trabalhos Futuros | 166 |

Capítulo 1

Introdução

“Não há nada que conduza à verdade. Temos que navegar por mares sem roteiros para encontrá-la.”

J. Krisnamurti

Esse capítulo faz uma introdução da dissertação, contextualiza o cenário a ser tratado, explicita as motivações, caracteriza os problemas no âmbito local do PPGI e no âmbito global e define as hipóteses a serem validadas.

1.1. Introdução

Embora a Constituição preconize que a Educação seja um direito de todos, existem questões que afetam direta e indiretamente crianças reconhecidamente com déficit cognitivo na aquisição do conhecimento. Questões essas que vão da Política de educação estabelecida pelo país, ao oferecerem uma rede de ensino pouco qualificada, metodologias ineficazes e sem especialização do profissional; passam pela Família, quando a criança se encontra em uma situação de abandono, brigas familiares, violência e abuso; e entram na Saúde, quando mal alimentadas ou não possuem tratamento adequado em suas patologias de nascença ou adquiridas posteriormente.

Os efeitos causados em uma criança com déficit cognitivo, sem tratamento e suporte adequados desde seus primeiros anos de alfabetização levam a situações extremas e muitas vezes irreversíveis, levando-a para uma situação de segregação social e marginalização perante a sociedade. Isso é comprovado através de pesquisas e experimentos realizados em diversos trabalhos no meio acadêmico. A criança com dificuldade na aprendizagem pode desenvolver sentimentos de baixa auto-estima e inferioridade (ERIKSON, 1971). Dificuldades na aprendizagem escolar freqüentemente são acompanhadas de déficits em habilidades sociais e problemas emocionais ou de comportamento (KAVALE & FORNESS, 1996).

Dentro desse contexto, a ciência busca prover soluções que minimizem as dificuldades dessas crianças, fornecendo ferramentas que auxiliam os profissionais em seu trabalho de reabilitação cognitiva. Essa dissertação tem como foco central a capacidade do jogo psicopedagógico, quando construído e aplicado através de técnicas e estratégias de aprendizagem bem fundamentadas, de desenvolver a cognição da criança

e fornecer informações acerca do nível das suas habilidades cognitivas através do ato de jogar.

A utilização de jogos com esse objetivo é evidenciado na literatura em diversos trabalhos acadêmicos, no entanto, destacam-se os trabalhos da Elaboração Dirigida de Seminário e do Fio Condutor de Marques (2009b) que utilizam jogos psicopedagógicos com objetivo de estimular o aprendizado. Os bons resultados alcançados pelos trabalhos desses autores originaram uma série de ramificações que culminaram em propostas de virtualização desses ambientes a fim, não somente, de democratizá-los através do computador, mas também de extrair benefícios através das ferramentas computacionais existentes.

1.2. Contextualização

O projeto foi batizado tendo como inspiração a Pedra de Roseta, formada por uma rocha de granito negro que possui três parágrafos contendo a mesma transcrição em diferentes dialetos: hieroglífica (egípcio antigo), demótico (egípcio tardio) e grego antigo. Para essa conclusão foram necessários anos de estudo e uma das suas contribuições mais preciosas foi ajudar na compreensão da complexa literatura egípcia (WIKIPEDIA, 2011).

A escolha tenta representar uma metáfora que evidencia a dificuldade de interpretação do ato de jogar como balizador da capacidade cognitiva de uma criança. Acredita-se que o esclarecimento dessa questão pode auxiliar no entendimento das complexidades cerebrais e dos mecanismos de obtenção de conhecimento nas etapas iniciais de aprendizado de uma criança. O fato é que esses ambientes computacionais de avaliação podem ser utilizados de diferentes maneiras e utilizando diferentes técnicas para se chegar ao objetivo de reabilitar cognitivamente crianças com deficiência.

A dissertação tem origem nos trabalhos de Psicologia e reabilitação cognitiva através de jogos dos professores Franco Lo Presti Seminério e Carla Verônica Marques. Seminério (1987) desenvolveu estudos e experimentos na área de cognição infantil, reunindo um pouco da visão de cientistas da cognição humana, em uma proposta embasada por técnicas de metacognição e mediação através de jogos, como instrumentos de estímulo ao aprendizado, chamada de Elaboração Dirigida. Marques (2009b) por sua vez, embasada pela Elaboração Dirigida, defende que a aplicação mediada desses jogos deve ser realizada em fases pré-estabelecidas com objetivo de fazê-la saltar cognitivamente e construir seus conhecimentos durante a realização do jogo, o que chamou de Fio Condutor.

Com objetivo de utilizar a computação para potencializar os resultados conquistados por Seminério e Marques, o PPGI (Programa de Pós-Graduação em Informática) criou uma linha de pesquisa em Neuropedagogia e Informática na área de IES (Informática, Educação e Sociedade), onde os trabalhos científicos têm gerado importantes esclarecimentos e novos problemas a serem tratados. Nessa vertente, pesquisas têm se concentrado em utilizar ferramentas computacionais que facilitem a construção desse ambientes de avaliação e reabilitação cognitiva utilizando jogos psicopedagógicos.

1.3. Motivação

Cientificamente, os jogos são reconhecidos como importantes ferramentas para reabilitação cognitiva, no entanto, é relevante mencionar as atividades de acompanhamento e avaliação da criança durante uma sessão de jogo. Nesse contexto, os ambientes computacionais de avaliação cognitiva construídos para esses jogos são importantes aliados nesse trabalho. A complexidade de construção desses ambientes

torna-se um percalço que inviabiliza, muitas das vezes, sua construção. Portanto, fornecer ferramentas computacionais que facilitem sua construção e contemplem a multidisciplinaridade (Neurocientistas e Profissionais da Computação) envolvida nesse trabalho, torna-se um desafio a ser conquistado.

Na Literatura são encontrados trabalhos que utilizam jogos eletrônicos com objetivo de avaliar e estimular o aprendizado, que contribuem resolvendo os problemas específicos tratados por esses jogos. No entanto, percebe-se que poderiam ter seu trabalho facilitado caso dispusessem de uma infraestrutura computacional que fornecesse ferramentas onde pudessem modelar computacionalmente seus ambientes de avaliação e reabilitação cognitiva. As tentativas de construção de ambientes de avaliação cognitiva realizadas para os jogos propostos por Marques, durante as disciplinas de Neuropedagogia e Informática no PPGI, poderiam beneficiar-se desse tipo de ferramenta.

Sendo assim, a grande motivação do trabalho é prover uma infraestrutura que contemple as características multidisciplinares e metodológicas inerentes ao processo de virtualização dos ambientes de avaliação cognitiva para diferentes jogos psicopedagógicos e fornecer ferramentas que auxiliem os diferentes profissionais envolvidos na construção desses ambientes e na avaliação cognitiva dessas crianças.

1.4. Problema

A inexistência de uma infraestrutura que suporte a construção padronizada de ambientes computacionais de avaliação cognitiva para diferentes jogos psicopedagógicos e forneça ferramentas para cada uma de suas atividades, faz com que:

- Tarefas similares sejam realizadas de forma não padronizada por diferentes soluções;

- Falte padronização da metodologia de aplicação dos jogos e da avaliação cognitiva utilizada;
- Impossibilite a construção completa de ambientes de avaliação cognitiva a partir dos modelos de avaliação cognitiva elaborados pelos especialistas nas aulas de Neuropedagogia e Informática.

Dentro desse conteúdo, são detalhados os problemas encontrados nos trabalhos realizados dentro e fora do PPGI.

1.3.1. Visão Geral

Uma visão da utilização dos jogos educativos eletrônicos evidencia que apesar dos bons resultados, muitos deixam a criança por conta do auto-aprendizado e não exploram terapeuticamente o uso desses jogos em um ambiente computacional devidamente preparado e com uma metodologia capaz de estimulá-lo. Muitos desses jogos não possuem mecanismos claros de avaliação e não apresentam adequadamente os resultados gerados por esses mecanismos.

Observando atentamente, percebe-se a similaridade inerente aos trabalhos que utilizam jogos educativos para reabilitação cognitiva, e nota-se o gasto de esforço com tarefas repetidas devido a ausência de uma infraestrutura computacional que resolva essas similaridades. Observa-se que esses ambientes seguem um padrão de funcionamento que poderia ser norteado por uma infraestrutura computacional, onde basicamente definem acontecimentos que podem ou não ocorrer durante o jogo, criam algoritmos que interpretam essas informações coletadas e apresentam um resultado de forma a auxiliar o trabalho do avaliador. O fato é que por não seguirem um padrão, deixam pontos em aberto e geram questionamentos quanto à forma que foram construídos, tais como:

- Qual metodologia utilizada na construção e aplicação dos jogos?
- Quais as informações capturadas e utilizadas para a avaliação cognitiva durante o jogo?
- Quem define e como são construídos computacionalmente os critérios que avaliam cognitivamente a criança?
- Existe flexibilidade de alteração desses critérios?
- Como são apresentados os resultados do processamento desses critérios?

1.3.2. Visão Específica

O PPGI através da área de IES (Informática, Educação e Sociedade) tem produzido nos últimos anos uma série de trabalhos na tentativa de construir computacionalmente os ambientes de avaliação e reabilitação cognitiva defendidas por Seminério e Marques. Entre os trabalhos realizados, destacam-se:

- **Phidias:** arcabouços para construção de interface do jogo (GOMES, MORAES, BETTINI, 2009);
- **Arquitetura computacional para aplicação dos modelos da Elaboração Dirigida e do Fio Condutor** (FERREIRA, 2009);
- Virtualização de interface e elaboração de documentos de critérios de avaliação cognitiva para alguns dos jogos da plataforma produzidos durante as disciplinas de Neuropedagogia e Informática em 2009: Jogos dos Elásticos, Jogos de Atenção, Jogo da Roda linguagem;
- **Nébula:** utilização de lógica nebulosa para construção de critérios de avaliação cognitivas a partir da utilização de variáveis com características de imprecisão (GOMES, 2011);

Esses trabalhos contribuíram pontualmente na construção desses ambientes de avaliação, deixando lacunas que dificultam a construção completa de um ambiente avaliação cognitiva para um jogo, tais como: ferramentas que padronizem as informações coletadas durante uma sessão de jogo, ferramentas para a construção computacional dos critérios desenvolvidos pelos especialistas e ferramentas que apresentem os resultados gerados por esses critérios, auxiliando o trabalho de quem avalia a criança.

1.5. Objetivo

O presente trabalho tem como objetivo principal fornecer uma infraestrutura computacional que facilite a construção dos ambientes de avaliação cognitiva dos jogos psicopedagógicos através das técnicas da Elaboração Dirigida e do Fio Condutor. A solução provê ferramentas que visam facilitar as tarefas dos diferentes profissionais envolvidos em todas as etapas de construção de um ambiente de avaliação cognitiva para um jogo psicopedagógico. A Tabela 1 consolida a relação dos profissionais envolvidos, suas responsabilidades, seus questionamentos e como a solução pode auxiliá-los.

Tabela 1: Profissionais X Responsabilidades X Questionamentos X Objetivos

| Programador do Jogo | | |
|----------------------------|------------------------|-----------------|
| Responsabilidade | Questionamentos | Objetivo |

| | | |
|---------------------------------|---|---|
| Coletar e registrar informações | <p>O que e como coletar?</p> <p>É possível padronizar as informações coletadas para diferentes jogos psicopedagógicos?</p> <p>Como posso registrar essas informações?</p> | <p>Construção de uma API de Coleta padronizada baseada nas interações de evento homem-máquina e informações provenientes da utilização das técnicas da Elaboração Dirigida e do Fio Condutor;</p> <p>Construção de uma API de Comunicação que possibilite registrar as informações coletadas.</p> |
|---------------------------------|---|---|

Neurocientistas e Programador de Critérios de avaliação cognitiva

| Responsabilidade | Questionamentos | Objetivo |
|---|--|---|
| Quantificar as habilidades cognitivas trabalhadas por um jogo | <p>Como traduzir as informações do jogo em mecanismos que quantificam as habilidades cognitivas?</p> <p>É possível que os critérios de avaliação desenvolvidos para um jogo sejam reutilizados em diferentes jogos e serem acessados de forma independentes da tecnologia na qual foi desenvolvido o jogo?</p> | <p>Construir uma API de Construção de Critérios que utilize as informações obtidas através da API de Coleta;</p> <p>Processamento dos critérios desacoplado do código do jogo, seleção e reutilização de critérios de acordo com o jogo desejado.</p> |

Avaliador

| Responsabilidade | Questionamentos | Objetivo |
|-------------------------|------------------------|------------------------------------|
| Avaliar e reabilitar | Como apresentar os | Construir uma ferramenta de |

| | | |
|--|--|---|
| cognitivamente crianças utilizando como suporte os resultados apresentados pelo processamento dos critérios de avaliação cognitiva. | resultados dos avaliadores cognitivos do jogo de forma a auxiliar o trabalho de avaliação de um especialista? | apresentação dos resultados dos critérios de avaliação cognitiva através de relatórios e gráficos que permitam uma melhor interpretação por parte dos avaliadores. |
|--|--|---|

Através dessas ferramentas, espera-se diminuir a quantidade de trabalho necessária para construção desses ambientes de avaliação, contribuindo assim para que existam cada vez mais ambientes virtualizados auxiliando o trabalho de avaliação e reabilitação cognitiva.

1.6. Hipótese e Questões de Pesquisa

Esse trabalho está fundamentado sobre a hipótese de que é possível construir uma infraestrutura computacional que forneça ferramentas que facilitem o trabalho dos diferentes profissionais envolvidos na construção de ambientes de avaliação cognitiva para diferentes jogos psicopedagógicos.

Ao final do trabalho, são validadas através de experimentos as seguintes hipóteses:

Questão de Pesquisa 1: Facilitar a integração do trabalho dos diferentes profissionais envolvidos nas etapas de construção de um ambiente computacional de avaliação cognitiva para jogos psicopedagógicos. Isso é feito através de uma infraestrutura computacional que obedece a critérios qualidade de *software*.

Validação: Para validar essa questão de pesquisa foi montado um roteiro de apresentação da solução, de seus respectivos módulos e códigos fontes aos profissionais envolvidos nas tarefas de construção computacional de um ambiente de avaliação. Em seguida, responderam um questionário para avaliar a qualidade técnica da solução segundo o padrão de qualidade ISO/IEC 9126-1.

Questão de Pesquisa 2: Reutilizar a solução proposta em sua totalidade ou parcialidade entre diferentes jogos psicopedagógicos, facilitando e agilizando o trabalho de construção desses ambientes.

Validação: Para validar essa questão de pesquisa foram construídos dois jogos psicopedagógicos, cujo objetivo é avaliar a competência de atenção focal, e utilizaram um mesmo núcleo de critérios de avaliação cognitiva e a mesma ferramenta de apresentação de resultados. O objetivo foi demonstrar a capacidade de reutilização dos módulos que compõem a solução, provando que informações coletadas por diferentes jogos podem compartilhar um mesmo núcleo de avaliação cognitiva e terem seus resultados apresentados por uma mesma ferramenta.

Questão de Pesquisa 3: Auxiliar o trabalho de diagnóstico e reabilitação realizado pelo especialista através de uma ferramenta que apresente os resultados através de relatórios e gráficos e possibilitar a verificação da eficácia de utilização das técnicas da Elaboração Dirigida e do Fio Condutor.

Validação: Para validar essa questão de pesquisa foram realizados dois experimentos que simulam crianças com e sem déficit cognitivo de atenção, onde os especialistas avaliam se os relatórios e gráficos apresentados pela ferramenta condizem com os resultados esperados pela simulação e o auxiliariam no seu trabalho com crianças. Além disso, se a funcionalidade de comparação de sessões de jogo possibilita identificar

visualmente a eficiência da utilização das técnicas do Fio Condutor e da Elaboração Dirigida entre uma sessão e outra.

1.7. Organização do Trabalho

O trabalho encontra-se organizado em sete capítulos organizados conforme apresentado na Figura 1 . 1.

Capítulo 1 – Visão geral da dissertação, contextualização, problemas, objetivos e hipóteses a serem validadas.

Capítulo 2 – Fundamentação conceitual do trabalho através de uma revisão da literatura, onde são apresentadas as Teorias da Cognição, da Neurociência Cognitiva e da Neuropedagogia.

Capítulo 3 – Utilização e o estado da arte de jogos eletrônicos na educação e de ambientes de avaliação e reabilitação cognitiva através de jogos.

Capítulo 4 – Definição do processo e da metodologia utilizada na construção de um ambiente de avaliação cognitiva para um jogo psicopedagógico.

Capítulo 5 – Apresentação do ambiente computacional Roseta e de seus módulos.

Capítulo 6 – Descrição dos estudos de caso e dos experimentos.

Capítulo 7 – Considerações finais e de propostas de trabalhos futuros.

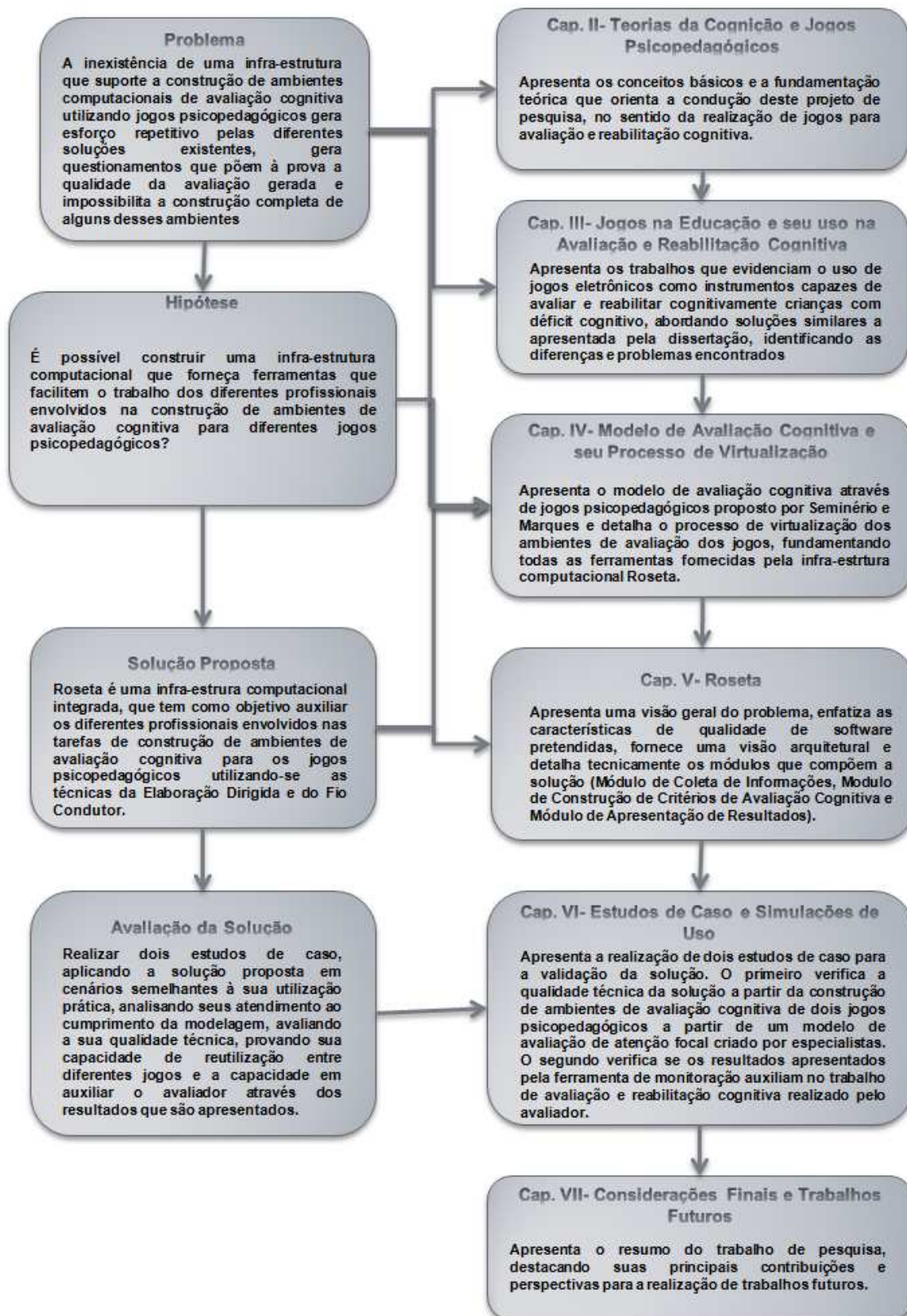


Figura 1 . 1: Organização Estrutural da Dissertação

Capítulo 2

Teorias da Cognição e Jogos Psicopedagógicos

“Todos nós temos o extraordinário codificado
dentro de nós, esperando para ser liberado.”

Jean Houston

Neste capítulo são apresentadas as principais teorias da cognição que fundamentam o uso de jogos psicopedagógicos na avaliação e reabilitação cognitiva de crianças na idade pré-escolar.

2.1. Teorias da cognição

O estudo do desenvolvimento cognitivo humano sempre permeou o meio acadêmico e levou a construção de diversas teorias, unindo diferentes áreas (medicina, psicologia, pedagogia e mais recentemente computação) em busca de um melhor entendimento sobre as formas utilizadas pelo ser humano na absorção de conhecimento. A quantidade de teorias é relativamente grande, portanto, serão abordadas apenas alguns dos autores que fundamentam e que contribuem diretamente para o cerne não-computacional do trabalho.

Ao falar de cognição humana na idade pré-escolar é importante abordar os trabalhos de Jean Piaget, Lev Vigotsky, Albert Bandura, Brunner, Flavell e Seminério como fundadores de alguns dos alicerces sobre as teorias de cognição e precursores do uso do metaproceto como estratégia de aprendizado. O trabalho desses estudiosos dá o embasamento necessário para o entendimento de como os jogos psicopedagógicos e as técnicas de aplicação mediada defendidas por Seminério através da Elaboração Dirigida e por Marques através do Fio Condutor, conseguem subsidiar o trabalho do profissional na avaliação e reabilitação cognitiva de crianças com déficit cognitivo.

É importante também, abordar o aprofundamento dessas teorias através dos trabalhos desenvolvidos dentro da linha de pesquisa de jogos do PPGI, que contribuíram diretamente para o desenvolvimento dessa dissertação e que ajudam a compreender o papel que pode ser exercido pela ciência da computação na potencialização dos resultados até então obtidos.

2.1.1. Jean Piaget

Segundo Piaget (1983), a cognição humana é uma forma de adaptação biológica no qual o desenvolvimento mental é construído gradativamente a partir do desenvolvimento das estruturas cognitivas que se organizam de acordo com os estágios de desenvolvimento da inteligência chamados por ele de assimilação, acomodação e equilíbrio. Afirma ainda que o sistema cognitivo do indivíduo se desenvolve através de sua interação com o ambiente e do modo que a converte em um processo de construção interna sequencialmente dividido nos estágios de idade (sensório-motor, operatório, operatório concreto, operatório abstrato).

Partindo da linha de Piaget o jogo psicopedagógico é visto como um meio de interação da criança com um mundo imaginário, criado com o objetivo de desenvolvê-la cognitivamente. Com isso, através do seu comportamento e de suas atitudes durante uma sessão de jogo, podem ser criados modelos de avaliação cognitiva capazes de quantificar seu desempenho, indicar seu grau de interação com o mundo, sua capacidade de construção interna e classificá-la em relação ao estágio em que se encontra e o que tinha a expectativa de se encontrar.

2.1.2. Lev Vygotsky

Diferente de Piaget, Vygotsky (1984) acredita que o desenvolvimento cognitivo é resultado de um processo de orientação e de sua participação e interação com a sociedade através de um ambiente de mediação, resultado do uso de instrumentos e signos externos somados ao que é internalizado por ele mesmo. Esses signos podem ser classificados em três tipos: indicadores (relação causa e efeito), icônicos (imagens ou desenhos) e simbólicos (relação abstrata com o que significam).

É interessante mencionar que Vygostky já indicava a possibilidade de medir a capacidade cognitiva do indivíduo real e a sua capacidade em potencial, o que chamou de zona de desenvolvimento proximal. Embora não tenha definido estágios de desenvolvimento como fez Piaget, sugere três fases para o processo de formação de conceitos que classifica o indivíduo pela sua capacidade de amontoar, pensar de forma complexa e construir conceitos potenciais (MARQUES *et al.*, 2009b).

Seguindo a linha de Vygotsky, toma-se o jogo como um instrumento “perfeito” para estimular as capacidades cognitivas de uma criança, uma vez que dentro de um mesmo ambiente existe uma representatividade completa dos três tipos de signos mencionados por ele. Além disso, cita a participação de um mediador capaz de auxiliar na identificação de seus comportamentos e no estímulo da capacidade cognitiva da criança, o que possibilita classificá-la quanto suas habilidades de formação de conceitos. Acredita-se que através do uso de um ambiente computacional e do uso de questionários previamente elaborados por especialistas durante uma sessão de jogo, muitos desses comportamentos são facilmente identificados facilitando a identificação do estágio cognitivo ao qual se encontra a criança, apoiando o trabalho de avaliação do profissional.

2.1.3. Albert Bandura

Bandura (1977) por sua vez defende a observação ou modelação, partindo da premissa que a experiência dos outros pode contribuir para a aquisição de novos comportamentos no indivíduo. Uma vez aprendido o comportamento este passa a integrar o quadro de respostas do indivíduo. Ressalta também a importância do reforço na aprendizagem, classificando-o em reforço direto, que é a recompensa por um

comportamento bem sucedido e reforço vicariante que é recebido quando observa seu colega sendo recompensado pelo comportamento apresentado e então passa a imitá-lo.

A teoria de Bandura reforça o modelo de utilização de um mediador na aplicação de jogos psicopedagógicos conforme é defendido pela Elaboração Dirigida e pelo Fio Condutor, uma vez que prevê a recompensa pelo alcance de uma estratégia ou de um comportamento adequado durante o jogo como forma de estimular o desenvolvimento cognitivo.

2.1.4. Jerome Bruner

Bruner defende a possibilidade de ensinar qualquer assunto a qualquer criança em qualquer estágio de desenvolvimento, pois para ele o ensino é uma forma de moldar e auxiliar o desenvolvimento intelectual. Defende ainda que o indivíduo se desenvolve na medida em que consegue representar o que ocorre em seu ambiente, sendo capaz de conservar em um modelo de experiência decorrente da estimulação do meio e também de recuperar a informação do meio desse mesmo modelo. (MOREIRA, 2006)

Seguindo a linha de Bruner, parte-se do princípio que o jogo psicopedagógico possui naturalmente a capacidade de prover um modelo de experiência do mundo real a quem joga; além disso, o modelo prevê a utilização de um mediador capaz de orientá-los nos passos a serem seguidos durante uma sessão de jogo, contribuindo no desenvolvimento intelectual e cognitivo da criança. É importante existirem mecanismos capazes de identificar quando esses estágios de desenvolvimento são atingidos diante de sua experiência de jogar.

2.1.5. John Flavell

Flavell introduziu o termo metacognição por volta dos anos 70 e a define como um sistema de desenvolvimento que leva em conta a sensibilidade e o conhecimento das variáveis da pessoa (conhecimento sobre si mesmo), da tarefa (conhecimento sobre a natureza da informação) e da estratégia (conhecimento sobre os meios, processos ou ações que permitem ao sujeito atingir os objetivos com maior eficácia em determinada tarefa) cuja interação formam o sistema de metamemória.

Flavell (1999) cita ainda que repetidos processos de assimilação-acomodação em um dado meio produzem, gradativamente, novas assimilações e acomodações rumo ao desenvolvimento cognitivo.

Nessa visão, um ambiente computacional de avaliação cognitiva através de jogos psicopedagógicos pode ser construído com o objetivo de utilizar características temporais do jogo (jogadas efetuadas, tempo de reação e estratégias definidas) como forma de quantificar seu conhecimento sobre si mesmo, das tarefas que deveriam ser realizadas, das estratégias utilizadas para resolvê-las, da capacidade de assimilação e acomodação em seu desenvolvimento cognitivo ao longo do tempo de uma sessão ou entre sessões de jogo.

2.1.6. Seminério

Seminério foi um dos pioneiros da Psicologia no Brasil questionando a cognição tal como se apresentava na década de 60, voltada para instrumentos que em sua visão não ofereciam confiabilidade suficiente para o que almejava em termos práticos. Foi a partir disso que foi em busca de bases teóricas existentes, basicamente compostas pelos

autores citados acima, que sustentassem suas crenças quanto ao processo cognitivo (MARQUES, 2009b).

A partir disso, Seminério desenvolveu seus trabalhos fundamentados na teoria da metacognição que privilegia o uso do metaprocessual para aquisição de conhecimento, efetivada por intervenções específicas do educador que ampliaria a capacidade da criança de refletir sobre seus processos cognitivos, o que chamou de *Elaboração Dirigida* (SEMINÉRIO, 1987).

A *Elaboração Dirigida* é o trabalho que inspira o uso de jogos psicopedagógicos na avaliação e reabilitação cognitiva e que levou Marques a construir um modelo de aplicação dos jogos dividido em fases, denominado *Fio Condutor*. A seguir são apresentados os conceitos de canais-morfogenéticos e de linguagens-códigos que fundamentam cientificamente o que foi pensado por Seminério.

2.1.6.1. Canais morfogenéticos e linguagens-código

Para Seminério (1984) na espécie humana existem dois canais morfogenéticos: canal viso-motor e o canal áudio-fonético. Os canais morfogenéticos são o meio ou veículo de transmissão e formação do organismo, capazes de sustentar e desenvolver os processos estruturados de nosso conhecimento.

Ainda segundo suas concepções, 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). Essa hierarquização é representada pela sequência entrelaçada e superposta entre as linguagens L1 (Canal Figural – Representação), L2 (Canal Simbólico – Vocabulário), L3 (Canal Semântico – Imaginário) e L4 (Canal Sintático –

Lógica) e as funções exercidas por cada linguagem na forma de contribuição da linguagem subsequente.

2.1.6.2. Elaboração Dirigida

Partindo dos canais morfogenéticos e das linguagens código, Seminério (1987) criou a teoria da Elaboração Dirigida que representa um processo reflexivo consciente que ocorre através da metalinguagem correspondente ao mecanismo cognitivo utilizado. Para Seminério, qualquer criança que tenha acesso a determinados paradigmas lógicos e imaginativos (L4 e L3) terá condições de alcançar os estágios pré-operatório, operatório concreto e das funções formais propostos por Piaget.

Seminério (1987) afirma que quando a criança tem acesso a modelos oferecidos por adultos, através de um diálogo, conseguirá suprir lacunas consideradas insuperáveis. Esse processo dialético tem a L4 como ferramenta fundamental para a deflagração do desenvolvimento do potencial do raciocínio lógico, pois essa linguagem está relacionada às regras lógicas e suas flexibilidades, a lógica vem pelo canal viso-motor e a gramática pelo canal audio-fonético. Já a L3, implicará na avaliação prévia imaginativa das conseqüências, as estratégias por encadeamentos sucessivos. Isso significa que ao aplicar a técnica da Elaboração Dirigida, o diálogo ajudará na construção de instrumentos mentais representativos de regras, ou seja, estratégias que serão traduzidas para regras que serão reutilizadas para resolver situações novas a fim de dominá-las.

2.2. Neurociência cognitiva e a neuropedagogia

Até o momento foram apresentados os conceitos que fundamentaram a proposta do Fio Condutor de Marques. No entanto, antes de detalhar o Fio Condutor é importante

apresentar uma visão das ciências nas quais essa técnica está inserida e que de certa forma inspiram o trabalho aqui apresentado.

A neurociência preocupa-se em identificar a níveis biológicos os fatores e o comportamento do cérebro no processo de aprendizado do ser humano.

“A neurociência é um termo que reúne as disciplinas biológicas que estudam o sistema nervoso, normal e patológico, especialmente a anatomia e a fisiologia do cérebro inter-relacionando-as com a teoria da informação, semiótica e linguística, e demais disciplinas que explicam o comportamento, o processo de aprendizagem e cognição humana bem como os mecanismos de regulação orgânica” (WIKIPEDIA, 2010).

Aprofundando um pouco mais, tem-se a Neurociência Cognitiva que utiliza mecanismos de investigação, seja através de exames medicinais, laboratoriais ou até mesmo comportamentais, com o objetivo de relacionar as estruturas do cérebro à capacidade de aprendizado do indivíduo. E é dentro dessa linha que o trabalho contribui, pois acredita-se que a partir do comportamento da criança durante uma sessão de jogo, os neurocientistas consigam definir critérios que quantifiquem seu desempenho e assim permitam avaliá-las cognitivamente, dando insumos para o trabalho de reabilitação.

Com a visão da Neurociência Cognitiva e fundamentada pela Elaboração Dirigida de Seminário, Marques (2008) propôs um método de aprendizado, onde a partir da aplicação de jogos psicopedagógicos por um mediador e utilizando fases pré-estabelecidas torna-se possível reabilitar uma criança cognitivamente, o qual chamou de Fio Condutor. O Fio Condutor representa o alicerce da solução computacional proposta por essa dissertação.

2.2.1. Fio Condutor

O uso da Elaboração Dirigida em jogos psicopedagógicos já estimula a percepção viso-motora através de som, toque e imagem. O desenvolvimento das linguagens código nas crianças é potencializado quando são observadas e estimuladas por um profissional durante uma sessão. Durante as sessões a criança se torna capaz de desenvolver suas próprias regras através de estratégias desenvolvidas durante o jogo, reaplicando-as em novas situações, o que caracteriza uma forma de aprendizado metacognitivo.

Foi exatamente essa a idéia de Marques (2009b) que ao criar um conjunto de jogos psicopedagógicos definiu o uso da técnica da Elaboração Dirigida de uma forma ordenada e seqüencial batizada de Fio Condutor, divididas em sete fases, conforme apresentado na Figura 2 . 1. Essa técnica divide o trabalho de condução do profissional responsável em estimular e avaliar cognitivamente a criança em fases e baseia-se na teoria metaprocessual através de um modelo lógico a ser elaborado pelo jogador, permitindo a modelagem cognitiva através da imitação provocada.

As sete fases propostas por Marques (2009b) encontram-se descritas abaixo:

Fase 1: primeiro contato do jogador com o ambiente de jogo. Neste momento, nenhuma regra é apresentada ao jogador, e o jogo é iniciado a partir de sua compreensão intuitiva. Um mediador, denominado aplicador, acompanha todas as ações do jogado, testando o comportamento e o estágio da criança;

Fase 2: o aplicador solicita à criança que o explique suas ações realizadas anteriormente. O aplicador registra as explicações da criança;

Fase 3: é subdividida em dois momentos, em que no primeiro todas as peças do jogo são soltas e dispostas para que o jogador as organize o tabuleiro à sua maneira. No segundo momento, o aplicador solicita ao jogador que explique o que fez anteriormente;

Fase 4: o jogador verbaliza a regra elaborada. O aplicador atua como mediador, formulando perguntas para auxiliar o jogador, no intuito de fazê-lo formular a regra para o jogo e a verbalize. O aplicador deve registrar todas as explicações fornecidas. É nessa fase que se caracteriza a aplicação da Elaboração dirigida;

Fase 5: o jogo é iniciado novamente, e o aplicador verifica se o jogador conseguiu atingir os objetivos. Funciona como um teste para verificar o resultado da aplicação da técnica de Elaboração Dirigida;

Fase 6: o especialista intervém a partir dos dados coletados na aplicação da Elaboração Dirigida;

Fase 7: o mesmo jogo é aplicado, mas com tarefas diferentes para confirmar o resultado da aplicação. Nesta fase, verifica-se a complexidade do jogo, podendo haver um aumento propositado da complexidade apresentadas.

| FASES DE CONSTRUÇÃO E APLICAÇÃO DO PROTOCOLO/JOGO | | | | | | |
|---|--|---|------------------------|-----------------------|-------------|---------------------------------------|
| VERSÃO 1 | VERSÃO 2 | VERSÃO 3 | VERSÃO 4 | VERSÃO 5 | VERSÃO 6 | VERSÃO 7 |
| AVALIAÇÃO ESTÁTICA | AVALIAÇÃO DINÂMICA | AVALIAÇÃO DINÂMICA | AVALIAÇÃO DINÂMICA | AVALIAÇÃO ESTÁTICA | INTERVENÇÃO | REPETIÇÃO DAS VERSÕES |
| APRESENTAÇÃO DO ESTÍMULO | MEDIAÇÃO PARA A CONSTRUÇÃO DA REGRA | CONSTRUÇÃO DA REGRA COM OBJETOS MANIPULÁVEIS | ELABORAÇÃO DIRIGIDA | RETESTE MEDIADO | | 1 E 2 COM TAREFAS DIFERENTES |

Figura 2 . 1: Fio Condutor

A ação neuropedagógica promovida pelas técnicas da Elaboração Dirigida tem assegurada sua continuidade com as pesquisas da Professora Carla Verônica e pela prática intermediada pelos mais de 1000 jogos por ela criados sob a ótica da revolução Cognitiva proposta por Franco Lo Presti Seminério (Marques, 2009).

2.3. Considerações preliminares

Nesse capítulo foram resgatados os princípios teóricos da cognição e metacognição e que embasam os benefícios trazidos pelos jogos quanto sua capacidade de avaliar e reabilitar crianças com déficit de aprendizado. A seguir são apresentados trabalhos que utilizam jogos na área de Educação e usufruem de recursos da Informática para potencializar os resultados trazidos por esses jogos.

Capítulo 3

Jogos na Educação e seu uso na Avaliação e Reabilitação Cognitiva

“A verdade é que não há verdade.”

Pablo Neruda

Nesse capítulo são apresentados os trabalhos que evidenciam o uso de jogos eletrônicos como instrumentos capazes de avaliar e reabilitar cognitivamente crianças com déficit cognitivo. São abordadas também soluções similares a apresentada pela dissertação, identificando as diferenças e problemas encontrados.

3.1. Jogos Eletrônicos na Educação

O uso de jogos na educação e no estímulo ao aprendizado em pacientes com diferentes tipos de danos e distúrbios cerebrais e motores é amplamente explorado na literatura. Trabalhos que utilizam ambientes virtuais e mais especificamente jogos eletrônicos com características psicopedagógicas têm se mostrado como excelente opção ao explorar os recursos tecnológicos oferecidos por um computador.

Nesse contexto, Prensky (2001), um dos principais defensores do uso de jogos eletrônicos para aprendizagem, cita as possibilidades existentes no mundo de hoje com a realidade do passado e enfatiza as diferenças de experiência, proporcionada pelo uso da informática, entre os jovens das gerações que tiveram contato com o mundo digital e os que não tiveram, apresentado na Tabela 2.

Tabela 2: Visão de Oportunidade da Nova Geração segundo Prensky (2001)

| Nova Geração | Antiga geração |
|-------------------------|-------------------------|
| Velocidade de contração | Velocidade convencional |
| Processamento paralelo | Processamento Linear |
| Gráfico | Texto |
| Acesso randômico | Passo a passo |
| Ativo | Passivo |
| Jogo | Trabalho |
| Fantasia | Realidade |
| Tecnologia como aliada | Tecnologia como inimigo |

Melo *apud* Moratori (2003) ressalta que, a possibilidade de promover o desenvolvimento cognitivo a partir do apoio da informática constitui-se uma das relações mais interessantes de se explorar entre a Informática Educativa e a Psicologia, indo do paradigma comportamentalista a propostas mais abertas de construção do conhecimento.

Moratori (2003) diz que os jogos educativos computadorizados são atividades inovadoras onde as características do processo de ensino-aprendizagem apoiado no computador e as estratégias de jogo são integradas a fim de alcançar um objetivo educacional determinado. Esta estratégia, num jogo planejado adequadamente, promove o interesse e a motivação que por sua vez, aumentam a atenção do aluno e criam a sensação de que aprender é divertido, proporcionando ao jogador desenvolver a capacidade de processar fatos e fazer inferências lógicas durante a resolução de um problema.

Tanto Melo quanto Moratori reforçam a tese sobre a possibilidade de construção do conhecimento através de jogos eletrônicos. Portanto, é importante que, na medida do possível, haja um acompanhamento na evolução da aquisição desse conhecimento a fim de avaliar e posteriormente decidir quais procedimentos adotar para reabilitar cognitivamente uma criança com déficit cognitivo. Moratori cita ainda a importância de planejar um jogo adequadamente, e é dentro dessa visão que se enfatiza a importância do trabalho multidisciplinar envolvendo profissionais com diferentes especialidades com o objetivo de minimizar as perdas em relação a um jogo físico. Construir um jogo no computador envolve atividades específicas que precisam ser tratadas por essas equipes, tais como: definição do design do jogo; sua jogabilidade; definição das jogadas e estratégias que podem ser adotadas; e no caso dos jogos educativos psicopedagógicos, é necessário buscar na literatura mecanismos para a quantificação das habilidades cognitivas em função de seu desempenho durante uma sessão de jogo.

As possibilidades trazidas por jogos eletrônicos educativos também é abordado por Passarino (1998) que fala sobre a capacidade do jogo em trabalhar as competências cognitivas, tais como: memória (visual, auditiva, sinestésica); orientação temporal e espacial (em duas e três dimensões); coordenação motora viso-manual (ampla e fina); percepção auditiva, percepção visual (tamanho, cor, detalhes, forma, posição, lateralidade, complementação), raciocínio lógico-matemático, expressão lingüística (oral e escrita), planejamento e organização.

Conforme mencionado por Passarino, o jogo é capaz de desenvolver as competências cognitivas inatas de uma criança. Isso traz uma questão: como quantificar o desenvolvimento dessas competências e identificar as forças e fraquezas da criança através de um jogo? O fato é que para quantificá-las e assim auxiliar o trabalho do profissional responsável por sua avaliação é importante realizar um minucioso estudo sobre as possibilidades de acontecimentos proporcionados pelo jogo durante uma sessão e como são coletados e armazenados.

O mapeamento dos acontecimentos trabalhados por um jogo através da interação homem-máquina e os tipos de informação obtidas com base numa metodologia de aplicação desses jogos abre a possibilidade de avaliá-los e então classificá-los em função desse comportamento. Esses jogos, portanto, trabalham questões cognitivas que são observadas através do ato de jogar o que é observado por Passarino (2008) que define diferentes tipos de jogos (Tabela 3) com características e capacidades específicas; e por Costa (1998) que cita diversos trabalhos de reabilitação cognitiva através do uso de ambientes virtuais, e propõe uma estrutura de classificação em 8 diferentes tipos de ambientes (Tabela 4) de acordo com sua capacidade como plataforma tecnológica e poder terapêutico.

Tabela 3: Divisão de Tipos de Jogos segundo Passarino (2008)

| Tipos de Jogos |
|--|
| Capacidade de absorver o participante de maneira intensa e total (clima de entusiasmo, sentimento de exaltação e tensão seguidas por um estado de alegria e distensão) |
| Envolvimento emocional |
| Atmosfera de espontaneidade e criatividade |
| Limitação de tempo: o jogo tem um estado inicial, um meio e um fim; isto é, tem um caráter dinâmico |
| Possibilidade de repetição |
| Limitação do espaço: o espaço reservado seja qual for a forma que assuma é como um mundo temporário e fantástico |
| Existência de regras: cada jogo se processa de acordo com certas regras que determinam o que "vale" ou não dentro do mundo imaginário do jogo. O que auxilia no processo de integração social das crianças |
| Estimulação da imaginação e auto-afirmação e autonomia |

Tabela 4: Classificação de Ambientes Virtuais segundo Costa (1998)

| Tipos de Ambientes Virtuais |
|--|
| Abordagem terapêutica |
| Tipo de desordem |
| Possibilita: transferência e generalização |
| Funções cognitivas estimuladas |
| Plataforma |
| Modelo de Interação: Imersão subjetiva, Imersão espacial |
| Grau de Interação |
| Dispositivos de interação |

3.2. Jogos Eletrônicos Psicopedagógicos no PPGI

O trabalho e os resultados apresentados por Marques (2009) através dos jogos psicopedagógicos e do uso da técnica do Fio Condutor em crianças com deficiência

visual trouxeram o desafio de levar esses jogos para uma plataforma computacional. A utilização de recursos e ferramentas computacionais aliadas à utilização de uma metodologia para a virtualização de ambientes de avaliação cognitiva possibilita, não somente, democratizar o uso desses jogos, mas também enriquecer seus resultados através do processamento computacional desses dados.

Marques (2009d) junto com alunos da disciplina de Neuropedagogia e Informática do PPGI idealizaram um processo de virtualização dos ambientes de avaliação utilizados por esses jogos com o objetivo de dar maior qualidade ao resultado final do trabalho e minimizar as perdas da passagem do jogo do meio físico para o meio eletrônico. Uma das características desse processo é a divisão e especialização de tarefas (computação, artes, ciências neurocognitivas, linguísticas, etc.) na construção desses ambientes de avaliação. Essas tarefas resumem-se em: construção da interface gráfica do jogo, coleta e registro de informações, construção de mecanismos de avaliação cognitiva e no formato de apresentação de seus resultados.

Os trabalhos apresentados até então, deixaram lacunas que inviabilizam a construção em massa dos ambientes de avaliação cognitiva desses jogos em sua plenitude, tais como:

- Solução que padronize a coleta de informações durante uma sessão de jogo;
- Solução para a construção computacional dos critérios de avaliação cognitiva elaborados pelos especialistas;
- Solução de apresentação de resultados que facilite o trabalho de interpretação de quem avalia a criança.

Alguns desses trabalhos são apresentados abaixo.

3.2.1. Phidias

O arcabouço Phidias (MORAES *et al.*, 2009), construído por uma equipe de alunos do Programa de Pós-Graduação em Informática da linha de Informática, Educação e Sociedade, foi construído com objetivo de facilitar a construção da interface áudio-visual de um jogo psicopedagógico, estruturá-lo segundo as fases previstas pelo Fio Condutor, coletar informações a partir de critérios estabelecidos por especialistas e armazená-las em banco de dados. Como resultado desse trabalho, alguns foram virtualizados: o Jogo dos Elásticos (FERREIRA, 2009), o Cria Conto (FERREIRA, 2009) e a Roda da Linguagem. (MARQUES *et al.*, 2009) (BARROS *et al.*, 2009).

O Phidias concentrou-se em fornecer soluções que facilitassem somente a construção das interfaces dos jogos e de coleta de informações, não fornecendo ferramentas para todas as etapas necessárias para a construção de um ambiente de avaliação cognitiva de um jogo. Seu mecanismo de coleta não segue uma padronização, dificultando sua reutilização em diferentes jogos. Além disso, não trata o processamento das informações coletadas, impossibilitando construir computacionalmente os modelos de critérios de avaliação cognitiva elaborados pelos especialistas. Como ponto positivo, serviu de inspiração para idéias futuras e auxiliou na construção da interface de jogos como o Cria Conto, Jogo dos Elásticos e Jogos de Atenção.

3.2.2. Nebula

O Nébula apresenta uma plataforma integrada para permitir o desenvolvimento de sistemas de inferências nebulosos de maneira simplificada e desacoplada da construção dos jogos psicopedagógicos, permitindo que as equipes multidisciplinares participem ativamente da construção da lógica para auxiliar a análise cognitiva,

abstraindo, portanto, a complexidade das representações matemáticas e as limitações de algoritmos exatos para este tipo de problema (GOMES, 2011).

O Nebula é uma ferramenta gráfica que tem uma proposta de construção de critérios de avaliação cognitiva a partir de variáveis com características nebulosas coletadas durante o jogo. Alguns dos problemas não tratados são: padronização dos dados coletados por um jogo psicopedagógico; inclusão de critérios de lógica clássica; apresentação dos resultados gerados pelas regras nebulosas com uma visão temporal.

3.2.3. Jogo do Jornal

O Jogo do Jornal, tese de Mestrado de Débora Ramalho, é uma solução computacional cujo objetivo é medir e classificar o nível de competência lingüística da criança através da análise de conteúdo das palavras contidas em um texto através de algoritmos bayesianos.

Sua contribuição científica concentra-se na identificação e classificação cognitiva da criança a partir da interpretação dos textos coletados pelo Jogo do Jornal. É o típico caso de um trabalho que atua sobre um problema, e que faz uso de um conjunto de dados de entrada e utiliza mecanismos para processá-los em busca de um resultado. Esse modelo se repete sistematicamente entre diferentes soluções e acabam não utilizando nenhuma infraestrutura generalista e colaborativa que facilite a construção de seus ambientes de avaliação cognitiva.

3.2.4. Arquitetura Computacional para Sistemas Neuropedagógicos

A partir dos resultados computacionais produzidos pelo Phidias e a necessidade de formalizar as idéias de um ambiente computacional de avaliação cognitiva através de

um jogo psicopedagógico, Ferreira (2009) propôs um modelo arquitetural de composição de um ambiente de avaliação cognitiva para um determinado jogo, apresentado na Figura 3 . 1. Esse modelo defende:

- Arquitetura dividida em camadas de visão, controle e modelo, onde a visão é representado pelo jogo computadorizado, o controle controla os dados produzidos pelos jogos e os distribui a camada de modelo onde são armazenados e processados com o objetivo de gerar resultados;
- Definição dos módulos computacionais, tais como: protocolos de comunicação (API), processadores de informação e repositório de dados;
- Definição de papéis (jogador, aplicador, especialista) e suas responsabilidades;

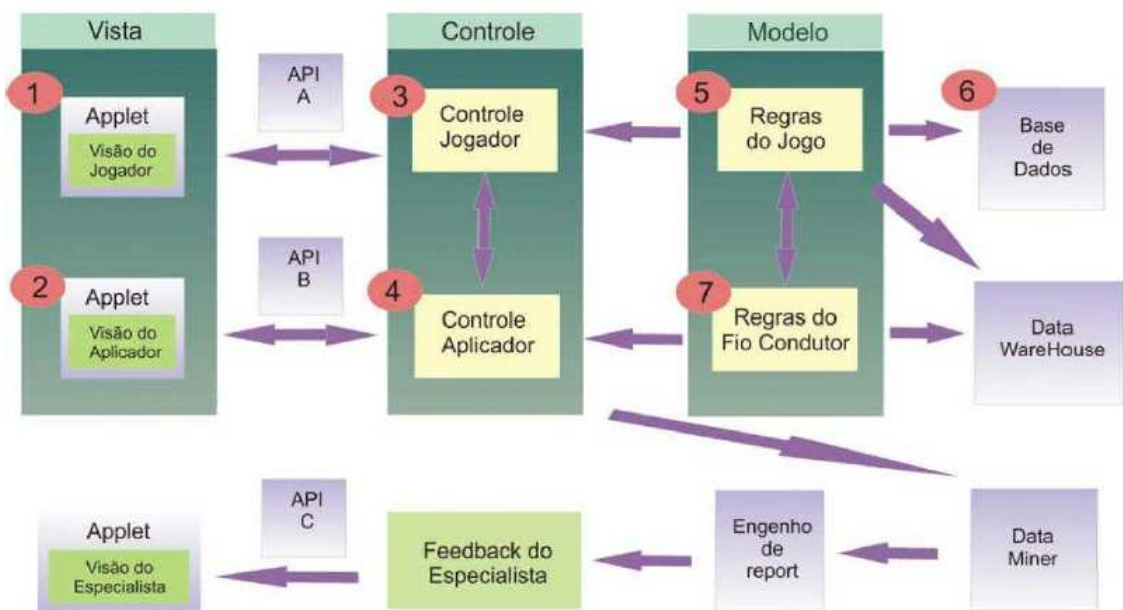


Figura 3 . 1: Modelo arquitetural para construção de jogos psicopedagógicos. - Ferreira (2009)

Ferreira conseguiu formalizar e organizar uma proposta de solução integrada para ambientes de avaliação cognitiva através dos jogos psicopedagógicos, reforçando a

idéia originalmente defendida pelo *framework* Phidias. Infelizmente, esse trabalho ficou na esfera da conceituação, não produzindo ferramentas computacionais que efetivamente auxiliassem na construção desses ambientes de avaliação; deixando em aberto, pontos complexos de composição desses módulos, sua integração e comunicação, ferramentas a serem utilizadas e como reutilizar essa arquitetura entre diferentes jogos.

3.3. Jogos Eletrônicos Psicopedagógicos – Estado da Arte

Uma pesquisa na literatura evidencia a existência de trabalhos que utilizam jogos com o objetivo de avaliar e reabilitar crianças com déficit cognitivo; seja através da quantificação do desempenho exercido durante uma sessão de jogo, seja fornecendo informações que auxiliam o profissional responsável na tomada de decisão de quais procedimentos utilizar na tentativa de reabilitar a criança. Esses tipos de trabalho, embora ligados intrinsecamente a proposta dessa dissertação, diferenciam-se em relação ao objetivo aqui traçado, uma vez que constroem um ambiente de avaliação cognitiva para um jogo específico e não fazem uso de nenhuma infraestrutura.

Como não foram encontrados na literatura trabalhos que forneçam uma infraestrutura computacional que facilite a construção desses ambientes de avaliação cognitiva, são apresentados dois trabalhos cujos objetivos principais são avaliar e classificar cognitivamente o jogador. Conforme apresentado a frente, esses jogos possuem comportamentos similares e poderiam ter suas construções facilitadas beneficiados caso existisse alguma ferramenta que provesse uma infraestrutura de uso comum.

3.3.1. Estado da arte (Avaliação Qualitativa e Quantitativa)

Existem alguns trabalhos que utilizam jogos com o objetivo de avaliar cognitivamente o jogador, sejam avaliações qualitativas através da análise de questões comportamentais do jogador; sejam avaliações quantitativas através de cálculos matemáticos e estatísticos baseados em dados de coleta históricos para inferir um comportamento desejado para o jogador. Essas soluções são construídas especificamente para o jogo e aparentemente não deixam explícito se utilizaram parâmetro metodológico na sua construção e aplicação, além disso, fundamentam-se em modelos de avaliação fortemente acoplados ao jogo, pouca flexibilidade de alteração e de reutilização em outros jogos.

Dentre as ferramentas pesquisadas, destaca-se a plataforma ProA de Luft, Takase, Gomes, Priori (2010) que consiste de uma bateria de monitoramento cognitivo computadorizada em formato de jogo que é utilizada por profissionais habilitados no auxílio a investigação da capacidade cognitiva. A plataforma contempla a avaliação de quatro habilidades cognitivas (atenção seletiva, memória de trabalho, habilidade aritmética e habilidade visual-espacial) e tem sua eficácia comprovada em experimentos que avaliam o desempenho cognitivo de atletas e outro em que associa o número de erros na tarefa de memória de trabalho viso-espacial, diferenciando o desempenho de estudantes com dificuldades em diferentes disciplinas.

Outro trabalho destacado foi o de avaliação cognitiva assistida através do Jogo de Perguntas de Busca com Figuras Diversas (PFBD) proposto por Gera & Linhares (2006) que tem como objetivo identificar o nível intelectual da criança, assim como dimensionar dificuldades específicas e recursos potenciais do seu funcionamento cognitivo. Nesse estudo eles realizaram sessões individuais e semanais com um grupo

de 34 crianças com uma bateria de testes dividida em fases, muito similar com as encontradas na técnica do Fio Condutor proposto por Marques, e avaliaram quatro agrupamentos: indicadores de desempenho cognitivo, perfis de desempenho cognitivo quanto à manutenção de aprendizagem, perfis de desempenho cognitivo quanto à transferência de aprendizagem e operações cognitivas e comportamentos orientados para a tarefa. Esses agrupamentos eram avaliados em função dos eventos e das perguntas elaboradas pelas crianças durante o jogo e utilizando métodos matemáticos baseados em estatística e comparação com resultados anteriores.

Esses estudos corroboram o trabalho aqui apresentado quanto à possibilidade de uso de mecanismos computadorizados através de jogos para se obter uma avaliação e classificação cognitiva do indivíduo baseado no seu comportamento durante o jogo. Ao mesmo tempo, percebe-se que embora possuam metas parecidas, cada um concentrou a sua solução nos tratamentos abordados pelos seus problemas, não utilizando qualquer infraestrutura que fosse capaz de facilitar e agilizar seu trabalho.

O propósito dessa dissertação é facilitar e padronizar a construção de ambientes computadorizados de avaliação cognitiva para jogos psicopedagógicos similares aos apresentados pela plataforma ProA e pelo jogo PFBD, onde a partir de um infraestrutura computacional consigam coletar dados, modelar os critérios de avaliação cognitiva para o jogo e apresentar os resultados gerados por esses critérios em um formato adequado aos especialistas.

3.3.2. Estado da arte (Máquina de regras em sistemas e em jogos)

Existem alguns trabalhos que ressaltam a importância e a aplicação de máquina de regras em sistemas que possuam alta frequência de alteração nas suas regras de

negócio. Esses tipos de sistemas são utilizados nos mais diferentes segmentos de negócio, inclusive na construção de engenhos de decisão utilizados por jogos eletrônicos, o que amplia a proposta de apenas avaliar o jogador e possibilita criar regras que definam os comportamentos do jogo de acordo com seu desempenho.

Devido a complexidade inerente ao cérebro, fica impossível ter exatidão e precisão na medição do desempenho, até porque o ato de jogar a todo momento gera informações que são interpretadas por diferentes regras, regras essas que precisam ser modificadas a todo o momento. A necessidade de utilização de um mecanismo que permita construir e alterar esses critérios de avaliação cognitiva, desacoplado do código do jogo parece ser a solução mais adequada para atender os requisitos da infraestrutura.

A utilização de linguagens declarativas que permitem desacoplar as regras de negócio do código fonte de uma aplicação tem sido uma tendência no desenvolvimento de softwares cujos requisitos mudam com frequência e precisam ser alterados o mais rapidamente possível. Bali (2009) diz que o problema das linguagens tradicionais que utilizam estilo imperativo, unindo a construção dentro de um mesmo código tanto as necessidades que devem ser feitas (requisitos de negócio) quanto como precisam ser feitas (algoritmo).

3.4. Considerações preliminares

Nesse capítulo foram apresentadas uma visão de utilização dos jogos na educação e a importância da utilização da informática; além disso, foram resgatados os trabalhos de computação do PPGI relacionados com a criação de ferramentas que apoiem a virtualização dos jogos e dos ambientes de avaliação e reabilitação cognitiva propostos por Marques.

Os ambientes de avaliação cognitiva criados para esses jogos estão baseados em modelos criados por especialistas, que definem critérios capazes de quantificar a capacidade cognitiva da criança através de informações coletadas durante uma sessão de jogo. A virtualização desses ambientes segue um processo de trabalho multidisciplinar com o objetivo de chegar a um resultado final que consiga juntar as especialidades dos diferentes profissionais necessários para a execução dessas tarefas. O capítulo a seguir detalha esses modelos de avaliação e seu processo de virtualização.

Capítulo 4

Modelo de Avaliação Cognitiva e seu Processo de Virtualização

“Que ninguém se engane, só se consegue a simplicidade através de muito trabalho.”

Clarice Lispector

Nesse capítulo é apresentado o modelo de avaliação cognitiva dos jogos psicopedagógicos propostos por Marques, bem como o processo utilizado para a virtualização e construção de um ambiente virtual de avaliação cognitiva.

4.1. Modelo de Avaliação Cognitiva através de Jogos Psicopedagógicos

Os Jogos Psicopedagógicos e as técnicas de aplicação da Elaboração Dirigida e Fio Condutor utilizados pela Professora Carla Verônica (2006b) têm como objetivo identificar e recuperar cognitivamente crianças com problemas de aprendizado através do uso de técnicas de metacognição. Através de sessões mediadas e de definições prévias das regras que deveriam ser seguidas pela criança durante o jogo, consegue-se não somente estimular o aprendizado, mas também facilitar o trabalho investigativo e de reabilitação exercido pelo profissional.

Através do estudo do comportamento, das jogadas, das estratégias desenvolvidas pela criança e de observações feitas pelos mediadores através de questionários é possível identificar os níveis atingidos para as competências trabalhadas ao longo de uma sessão de jogo. Devido ao dinamismo, variedade e particularidades de situações proporcionadas pelos jogos, os mesmos são capazes de trabalhar diferentes habilidades cognitivas, tais como: atenção e dispersão da criança, percepção, pensamento lógico-matemático, memorização, imaginário, representação, alfabetização e linguagem.

A partir dos resultados obtidos por Marques (2009e; 2011a; 2011b) no uso de jogos psicopedagógicos para reabilitação cognitiva de crianças com déficits cognitivos e da crença que através de técnicas computacionais esses resultados possam ser potencializados, trabalhos vêm sendo propostos com o objetivo de levar esse modelo de aprendizado para um ambiente computacional. Com isso, pretende-se não somente democratizar esse tipo de tratamento, mas também de facilitar o trabalho de construção de ambientes computacionais de avaliação e reabilitação cognitiva utilizando jogos psicopedagógicos.

O objetivo do ambiente computacional Roseta é prover uma infraestrutura computacional para as diferentes etapas e profissionais envolvidos na construção de ambientes de avaliação cognitiva que utilizem jogos psicopedagógicos e as técnicas da Elaboração Dirigida e do Fio Condutor. Entende-se que para melhor entendimento da solução apresentada, é necessário entender o que a fundamentou e com base em que processo a mesma foi criada. Sendo assim, abaixo é resgatado um histórico do trabalho de virtualização de um jogo real e o processo que foi definido nas aulas de Neuropedagogia e Informática, responsáveis pela geração dos problemas aqui tratados e pelos insumos e conceitos criados para resolvê-los. Em seguida, são apresentadas as motivações e os desafios para sua criação; e finalmente resumidas numa sessão de proposta de solução.

4.2. Processo de Virtualização do Jogo Psicopedagógico

O processo de virtualização dos jogos psicopedagógicos foi criado com base na divisão do trabalho em projetos formados por equipes multidisciplinares envolvendo a participação de profissionais da área da Psicologia, Pedagogia, Artes, Linguística, Medicina e Computação. Na literatura observa-se a importância das equipes multidisciplinares para melhorar a qualidade final do resultado de um trabalho que na sua essência envolve complexidades impossíveis de serem dominadas e tratadas por um único profissional. Os jogos educativos computadorizados são um bom exemplo de trabalhos que exigem competências artísticas, pedagógicas e de computação para se chegar a um bom resultado final.

“Um jogo de computador pode ser entendido como um sistema composto de três (3) partes básicas: enredo; motor; e interface interativa e ainda que o sucesso de um jogo está associado à combinação perfeita desses componentes e não totalmente

relacionado a sua sofisticação computacional mas sim aos atrativos lúdicos que ele fornece aos usuários” (BATTAIOLA *et al.*, 2004)

Com o objetivo de facilitar a construção dos jogos e dividir o trabalho entre os profissionais com diferentes especialidades, foi definido um processo de virtualização constituído de três projetos (Interface, Psicopedagógico e Computacional). Conforme apresentado na Figura 4 . 1, o esforço de virtualização de um ambiente de avaliação cognitiva para um determinado jogo consiste em reunir equipes multidisciplinares em torno de projetos com objetivos claros e profissionais especializados em cada área de atuação, para ao final chegar a uma solução que permita investigar as habilidades cognitivas da criança através do jogo.

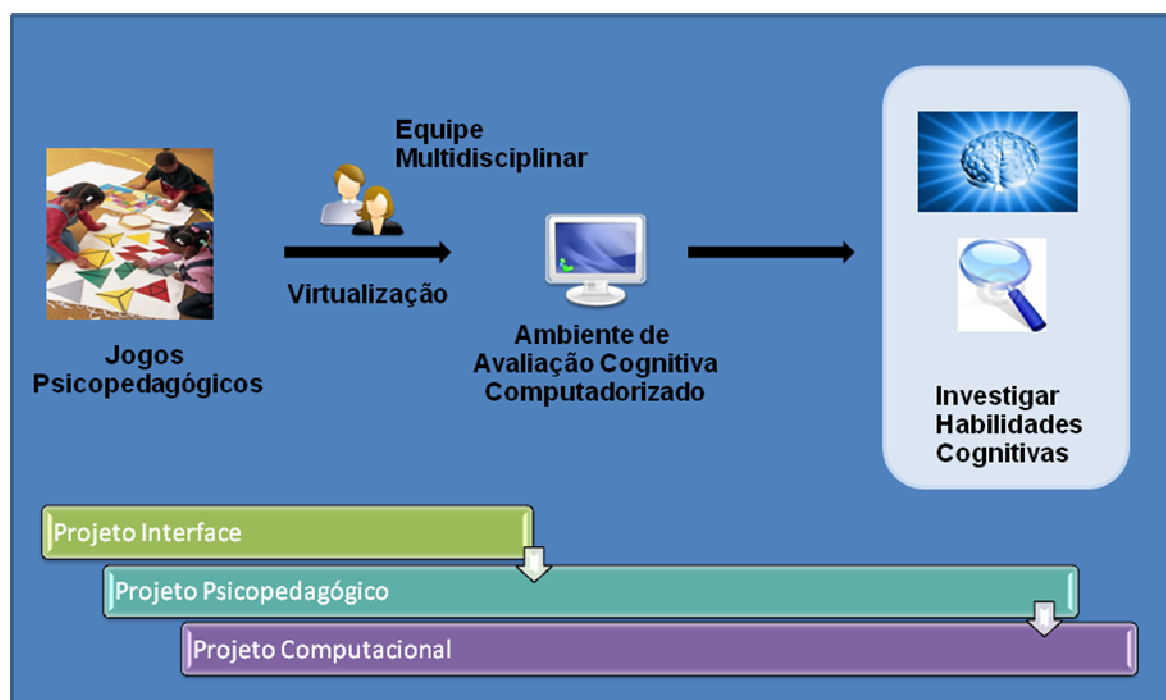


Figura 4 . 1: Projetos para a Virtualização de Ambientes de Avaliação Cognitiva de Jogos Psicopedagógico

Abaixo são apresentados detalhadamente esses projetos, seus objetivos e os resultados esperados ao final de cada um.

4.2.1. Projeto de Interface

Durante o processo de virtualização do jogo é importante manter suas características originais ou tentar substituí-las por outros recursos que o tornem próximo de sua originalidade. Enquanto no meio físico o sentido do tato é intensamente explorado, no mundo virtual recursos áudios-visuais precisam ser utilizados a fim de envolver a criança durante o ato de jogar. Se não bastassem os problemas naturais de passagem do meio físico para o virtual, na proposta de Marques a aplicação desses jogos considera a utilização de técnicas de metacognição que precisam ser mantidas quando o jogo estiver virtualizado. Para se chegar a esses níveis de qualidade, é fundamental a existência de uma etapa que envolva o planejamento de questões artísticas, pedagógicas e de usabilidade.

Com o objetivo de tratar essas questões, o processo de virtualização do jogo prevê uma equipe de interface que se responsabiliza por questões como:

- planejamento e execução de uma interface amigável que atenda a padrões de design metacognitivo;
- definição dos requisitos virtuais adequados e que o tornem o mais próximo possível da realidade;
- validação se os objetivos do jogo são atendidos de forma clara;
- validação se os *feedbacks* estão adequados para as ações do usuário.

Como resultado desse tipo de trabalho alguns dos jogos da plataforma criada por Marques foram virtualizados durante as aulas de Neuropedagogia e Informática e apresentados nas Figura 4 . 2 e Figura 4 . 3, onde é realizada uma comparação entre o jogo no seu estado original e o jogo posteriormente virtualizado.

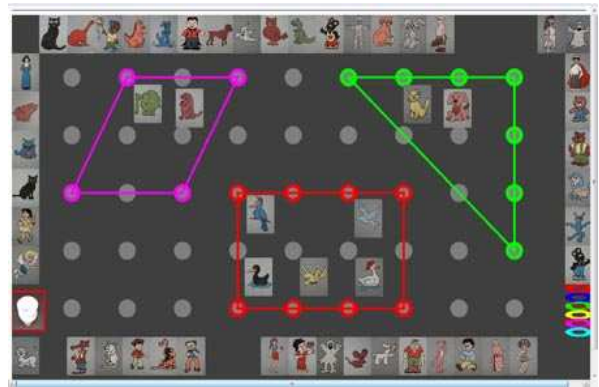


Figura 4 . 2: Projeto de Interface do Jogo dos Elásticos



Figura 4 . 3: Projeto de Interface do Jogo da Roda de Linguagem

Como intuito de dar maior credibilidade ao resultado final do projeto artístico, no final de cada virtualização é aplicado um questionário com os objetivos de validar o nível de aderência às características originais do jogo, verificar a conformidade da execução em relação ao planejado e se é capaz de cumprir seus objetivos originais de auxiliar na avaliação e reabilitação cognitiva. Esse questionário de avaliação é elaborado pela equipe de virtualização do jogo e aplicado a uma amostra de Neurocientistas com objetivo de fornecer seu ponto de vista.

4.2.2. Projeto Psicopedagógico

Os jogos psicopedagógicos são capazes de trabalhar e desenvolver um conjunto de diferentes habilidades cognitivas em uma criança durante uma sessão de jogo. Segundo Marques (2009b), essas habilidades podem ser traduzidas, quantificadas e classificadas através da interpretação dos tipos de ações, objetivos e estratégias adotadas pelo jogador e pelas observações (visuais ou formulários) efetuadas pelo mediador durante uma sessão de jogo.

Com o objetivo de tratar essas questões, o processo de virtualização prevê uma equipe de profissionais da área de Neuropedagogia que se responsabiliza por identificar as competências cognitivas trabalhadas por um jogo e nos mecanismos capazes de quantificá-las através do que acontece durante uma sessão. Esses mecanismos quantificadores, para efeitos práticos, são chamados de critérios representados por regras lógicas baseadas numa relação causa e consequência. Os critérios adotados para quantificar uma determinada competência cognitiva são fundamentados na literatura (Psicologia, Pedagogia, Letras, Medicina, etc.) e baseiam-se no estudo do comportamento da criança e na incidência, repetição, ordem e percentuais de determinados acontecimentos capturados durante o jogo para identificar sua normalidade ou possibilidade de deficiência cognitiva. A apresentação adequada dos resultados desses critérios é capaz de auxiliar os especialistas a traçarem um perfil cognitivo da criança e nas suas tomadas de decisão com objetivo de avaliá-la e reabilitá-la cognitivamente.

Na Figura 4 . 4 é apresentado parte desse processo, demonstrando as reuniões de definição entre os membros da equipe, onde são identificadas as competências cognitivas que serão avaliadas pelo jogo, as informações que precisam ser coletadas e como devem ser utilizadas na construção dos critérios.

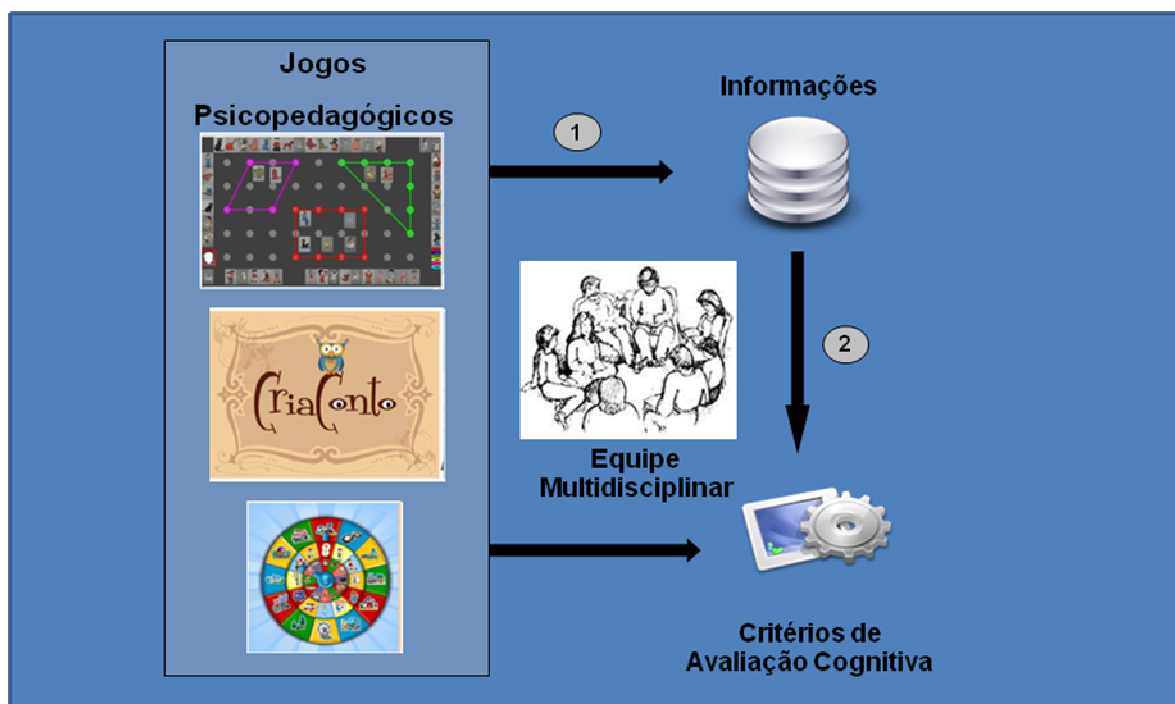


Figura 4 . 4: Projeto Psicopedagógico (definição de informações e de critérios de avaliação)

O resultado desse trabalho fundamenta a construção computacional do ambiente de avaliação cognitiva do jogo, pois fornece as competências que são quantificadas, as informações que precisam ser coletadas, as regras que traduzem essas informações em quantificação das competências e como os resultados devem ser apresentados com o objetivo de auxiliar o trabalho de quem avalia a criança. Essas etapas são detalhadas e apresentadas a seguir.

4.2.3. Projeto Computacional

Uma vez geradas as demandas de interface, definidas as competências que serão avaliadas, os comportamentos que precisam ser observados e registrados, o modelo de critérios que traduz esses acontecimentos em quantificação das competências e como esses resultados devem ser apresentados com o objetivo de auxiliar a avaliação realizada pelos especialistas, entra em ação a equipe de programadores com a responsabilidade de

construir uma solução que materialize esse ambiente computacional para a avaliação cognitiva para o jogo em questão.

A construção desse ambiente computacional envolve uma grande complexidade devido a quantidade de diferentes tarefas envolvidas, o que conseqüentemente acaba envolvendo a participação de diferentes profissionais da área de computação com respectivas habilidades. Abaixo estão listados os profissionais e as habilidades requeridas para a construção desse ambiente:

Programador do Jogo: Construir interface do jogo; modelar, estruturar, capturar e registrar as informações durante uma sessão de jogo;

Programador dos Critérios de Avaliação Cognitiva: Modelar, estruturar e construir critérios computacionais capazes de traduzir eventos de jogo em quantificação de competências cognitivas baseados nos modelos construídos pela equipe do Projeto Psicopedagógico

Programador do Software de Apresentação de Resultados: Construir uma ferramenta que disponibilize os resultados gerados por esses mecanismos de avaliação em um formato amigável, subsidiando os especialistas em seu trabalho de avaliação e reabilitação.

Na Figura 4 . 5 é apresentado uma ilustração que demonstra os insumos gerados pelos projetos de interface e psicopedagógico e as tarefas que precisam ser desempenhadas no projeto computacional.

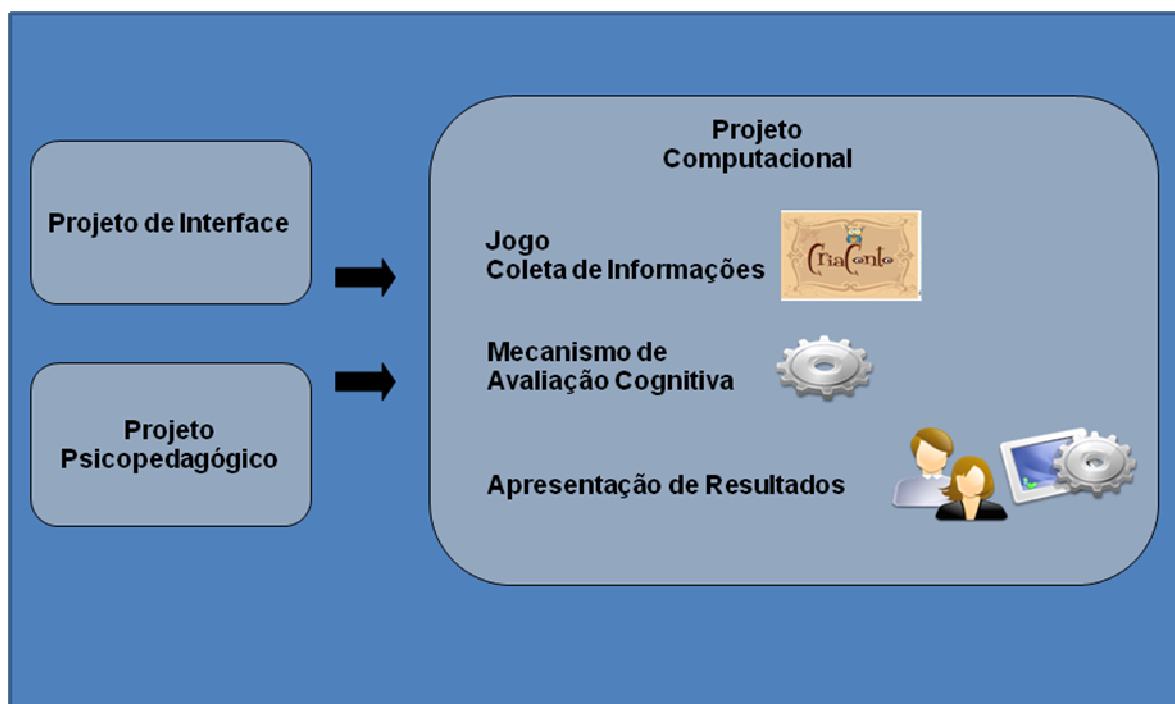


Figura 4 . 5: Projeto Computacional

Como visto até o momento, construir um ambiente de avaliação cognitiva para cada um dos jogos da plataforma envolve uma complexidade grande, devido à quantidade de tarefas e profissionais requeridos para a sua execução. Isso é constatado, quando se observa que atualmente não existem jogos psicopedagógicos com ambientes computacionais de avaliação cognitiva construídos em sua plenitude, o que é explicado pela ausência de ferramentas que facilitem a execução dessas tarefas. Embora existam trabalhos que façam análises do jogador a partir de seu comportamento durante um jogo, não existem ferramentas que padronizem e facilitem a construção em massa desse tipo de solução.

Com a visão abordada sobre as necessidades de um projeto computacional e os problemas atualmente encontrados, abaixo é descrito o que se espera de uma ferramenta que facilite a construção de ambientes computacionais de avaliação cognitiva através de jogos psicopedagógicos.

4.2.4. Infraestrutura Computacional para Ambientes de Avaliação Cognitiva através de Jogos Psicopedagógicos

Para viabilizar a construção de ambientes de avaliação cognitiva para jogos psicopedagógicos é importante fornecer uma infraestrutura que facilite o trabalho dos diferentes profissionais envolvidos em todas as etapas previstas para essa tarefa. Com base na experiência adquirida nos trabalhos realizados durante as disciplinas de Neuropedagogia e Informática e nas pesquisas realizadas durante a dissertação, são listadas abaixo características fundamentais de uma infraestrutura que viabilize a construção desses ambientes de avaliação:

- Solução homogênea para os diferentes jogos;
- Modelo único e padronizado de informações coletadas;
- Ferramenta para registro de informações coletadas independente da tecnologia na qual foi desenvolvido o jogo;
- Ferramenta para construção de critérios de avaliação cognitiva a partir das informações coletadas (desacoplamento do código do jogo, flexibilidade de alteração, escalabilidade);
- Reutilização de critérios entre jogos psicopedagógicos;
- Modelo de apresentação único para os resultados gerados pelos critérios, através de gráficos e relatórios que evidenciem o desempenho da criança durante uma sessão de jogo.

A partir das características acima apresentadas, essa dissertação se propõe a fornecer uma infraestrutura para o Projeto Computacional de construção de ambientes de avaliação cognitiva através de jogos psicopedagógicos aplicados segundo a técnica da Elaboração Dirigida e do Fio Condutor. Seu embasamento está no aprofundamento dos estudos realizados e problemas encontrados durante as tentativas de virtualização

desses ambientes realizadas durante as disciplinas de Neuropedagogia e Informática do PPGI. As motivações para o trabalho apresentado a seguir estão nas lacunas apresentadas pelos trabalhos até então apresentados e que se concentraram em soluções pontuais do projeto, o que inviabiliza a construção completa de um ambiente de avaliação para o jogo; e na ausência de uma infraestrutura computacional integrada que pudesse ser reutilizada na construção de ambientes de avaliação para esses jogos.

Além disso, busca responder questões como:

- O que pode ser oferecido para facilitar o trabalho dos diferentes profissionais envolvidos na construção de um ambiente de avaliação cognitiva?
- É possível construir uma infraestrutura computacional aplicável e reutilizável na construção de ambientes de avaliação para qualquer jogo psicopedagógico?
- É possível auxiliar os especialistas no seu trabalho de avaliação cognitiva através de um ambiente computacional de avaliação cognitiva através de jogos psicopedagógicos?

4.3. Considerações preliminares

Nesse capítulo foram apresentados o modelo de avaliação utilizado para avaliar as crianças cognitivamente através dos jogos psicopedagógicos e o projeto de virtualização desses ambientes de avaliação que subdivide-se em um projeto de interface, psicopedagógico e computacional com o objetivo de extrair conhecimentos específicos dos diferentes profissionais necessários para a realização dessas tarefas. No próximo capítulo, será dado ênfase na infraestrutura computacional que tem como objetivo suportar as diferentes tarefas envolvidas no projeto computacional de construção desses ambientes de avaliação cognitiva através de jogos.

Capítulo 5

Roseta

“Tenho pensamentos que, se pudesse revelá-los e fazê-los viver, acrescentariam nova luminosidade às estrelas, nova beleza ao mundo e maior amor ao coração dos homens.”

Fernando Pessoa

Roseta é uma infra-estrutura computacional integrada, que tem como objetivo auxiliar os diferentes profissionais envolvidos nas tarefas de construção de ambientes de avaliação cognitiva através de jogos psicopedagógicos utilizando-se as técnicas da Elaboração Dirigida e do Fio Condutor. A seguir são abordados o problema a ser tratado, a solução empregada, as características de qualidade de software pretendidas, uma visão arquitetural com um detalhamento técnico de seus módulos (Módulo de Coleta de Informações, Módulo de Construção de Critérios de Avaliação Cognitiva e Módulo de Apresentação de Resultados).

5.1. Visão Geral do Problema

O ambiente computacional Roseta foi concebida depois de tentativas de construção de ferramentas computacionais que, de alguma maneira, auxiliassem nas tarefas de virtualização de ambientes de avaliação cognitiva através dos jogos psicopedagógicos criados por Marques. Ao longo das disciplinas de Neuropedagogia e Informática muitos trabalhos foram desenvolvidos, no entanto, concentraram-se em partes específicas da virtualização desses ambientes, deixando de fora partes fundamentais do trabalho.

Para se entender a origem das idéias que permeiam essa dissertação, se faz necessário resgatar a história do projeto e contextualizá-lo aos trabalhos que o inspiraram.

Nas primeiras aulas de Neuropedagogia e Informática no início de 2009, alunos de mestrado do PPGI iniciaram os trabalhos de tentativa de virtualização de jogos segundo os modelos de mediação abordados pela Elaboração Dirigida e Fio Condutor. Na oportunidade, houve avanço através de construção de ferramentas computacionais que se limitavam a construção da interface do jogo, mas que, no entanto, deixavam de tratar questões como construir computacionalmente os critérios de avaliação cognitiva desenvolvidos pelos especialistas para um determinado jogo, tornando a tarefa de virtualização incompleta. Paralelamente, Neuropedagogos debruçaram-se nos trabalhos de Seminário, Marques e outros estudiosos, onde aprofundaram esses entendimentos, evidenciados através de relatórios técnicos que deram uma primeira visão sobre as reais necessidades de ferramentas que auxiliassem na construção de ambientes

computacionais de avaliação e reabilitação cognitiva para os jogos psicopedagógicos propostos.

O Roseta foi construído com o objetivo de preencher essas lacunas e prover uma solução integrada contemplando todas as etapas de virtualização de ambientes de avaliação cognitiva para esses jogos, fornecendo ferramentas para o trabalho dos diferentes profissionais envolvidos nessas construções.

A partir das lacunas previamente apresentadas, o ambiente computacional Roseta fornece uma infraestrutura de ferramentas computacionais que facilitam a construção de ambientes de avaliação cognitiva para os jogos psicopedagógicos, atendendo os diferentes profissionais envolvidos em cada uma das etapas previstas nesse trabalho. Abaixo é fornecida uma apresentação da solução e das características pretendidas.

5.2. Solução proposta

A plataforma Roseta provê um ambiente computacional que auxilia as tarefas de construção de um jogo psicopedagógico e de seus mecanismos de avaliação e reabilitação cognitiva. Com intuito de dividir o problema e conseqüentemente facilitar sua construção e utilização, o Roseta adotou a seguinte divisão em módulos:

- Módulo de Coleta de Informações
- Módulo de Construção de Critérios de Avaliação Cognitiva
- Ferramenta de Apresentação de Resultados

O módulo de Coleta de Informações provê uma API que possibilita o desenvolvedor modelar e posteriormente registrar informações pertinentes cognitivamente durante a realização de uma sessão de jogo. Algumas de suas características são:

- Fornecimento de estrutura de dados que representam eventos computacionalmente capturáveis de mouse e teclado, possibilitando que os desenvolvedores representem os eventos de interação da criança durante uma sessão de jogo;
- Fornecimento de uma estrutura de dados que represente os conceitos (estratégias, questionários e competências) preconizados pelas técnicas da Elaboração Dirigida e do Fio Condutor;
- Fornecimento de uma API de comunicação que possibilite o desenvolvedor registrar uma informação coletada em um repositório de objetos, independente da tecnologia na qual foi desenvolvida o jogo;

O módulo de Critérios de Avaliação Cognitiva provê uma API capaz de traduzir o modelo de avaliação cognitiva elaborado pelos neurocientistas, permitindo o desenvolvedor construir computacionalmente critérios lógicos que quantificam o desempenho cognitivo da criança a partir da manipulação das informações que são coletadas através da API de Coleta. Algumas de suas características são:

- Fornecimento de uma estrutura de dados que represente as competências cognitivas a serem quantificadas (Competência) e seu formato de quantificação (Força)
- Fornecimento de uma estrutura de dados que organize e facilite a construção dos critérios de avaliação cognitiva através do uso das informações que são coletadas;
- Fornecimento de uma infraestrutura de repositório de objetos que contenha as informações registradas e associadas a uma sessão de jogo;
- Fornecimento de um conjunto de critérios básicos aplicáveis a qualquer jogo psicopedagógico, facilitando sua reutilização em diferentes jogos;

- Capacidade de ser estendida para atender as necessidades específicas de um jogo;
- Desacoplamento do código-fonte do jogo;

O módulo de Ferramenta Apresentação de Resultados provê a infraestrutura responsável por operacionalizar e apresentar os resultados gerados pelos ambientes de avaliação cognitiva construídos a partir do Roseta, além de fornecer funcionalidades que auxiliam o trabalho de avaliação e reabilitação cognitiva realizado com crianças. Algumas de suas características são:

- Acionar os serviços web responsáveis por receber os dados provenientes das sessões de jogos;
- Executar a infraestrutura do módulo de construção de critérios, construir o repositório de objeto de dados, operacionalizar as regras que compõem os critérios de avaliação cognitiva, registrar as informações coletadas no repositório de objetos e coletar as informações processadas pelos critérios;
- Apresentar amigavelmente os resultados gerados pela execução dos critérios de avaliação cognitiva através de gráficos e relatórios, subsidiando o trabalho de avaliação e reabilitação cognitiva exercido pelo profissional;
- Comparar resultados de avaliação entre sessões de um mesmo jogador para um mesmo jogo;

Na Figura 5 . 1 é apresentada uma visão arquitetural e de integração entre os módulos que compõem a solução, bem como os profissionais que são diretamente beneficiados com sua utilização.

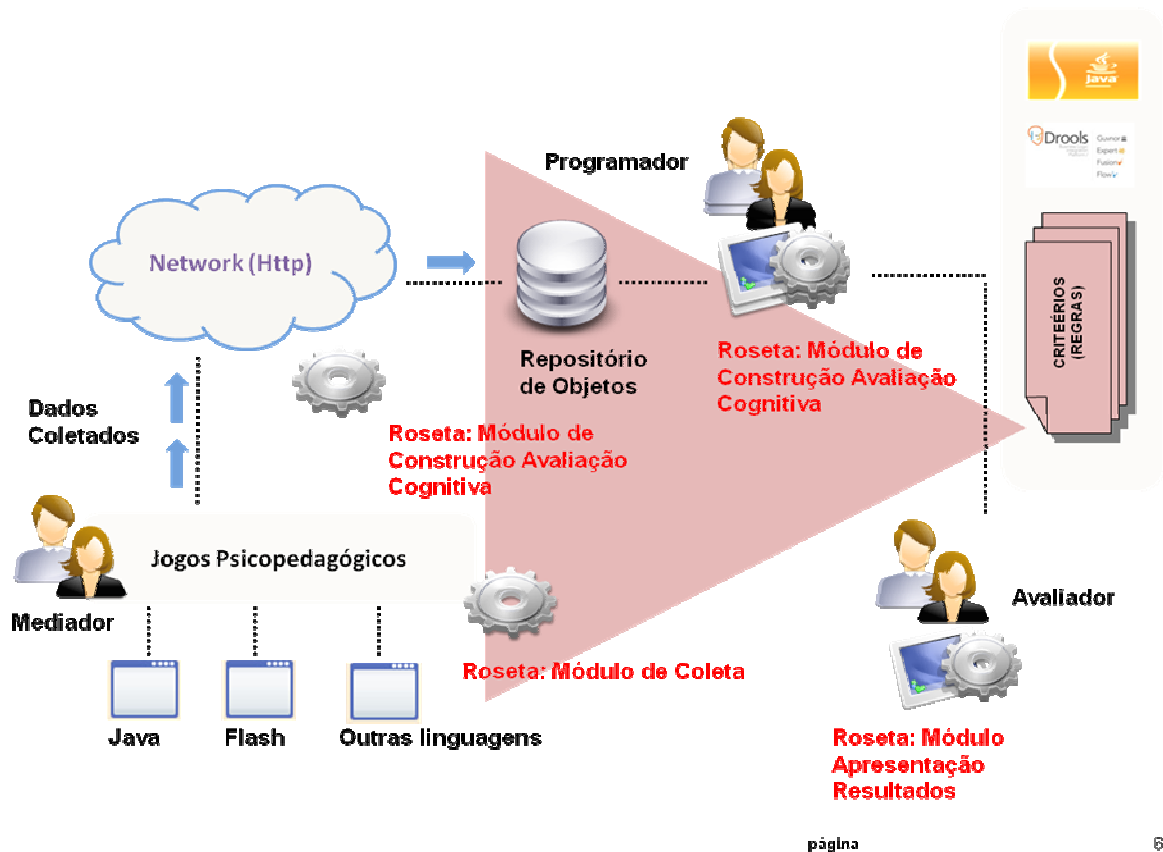
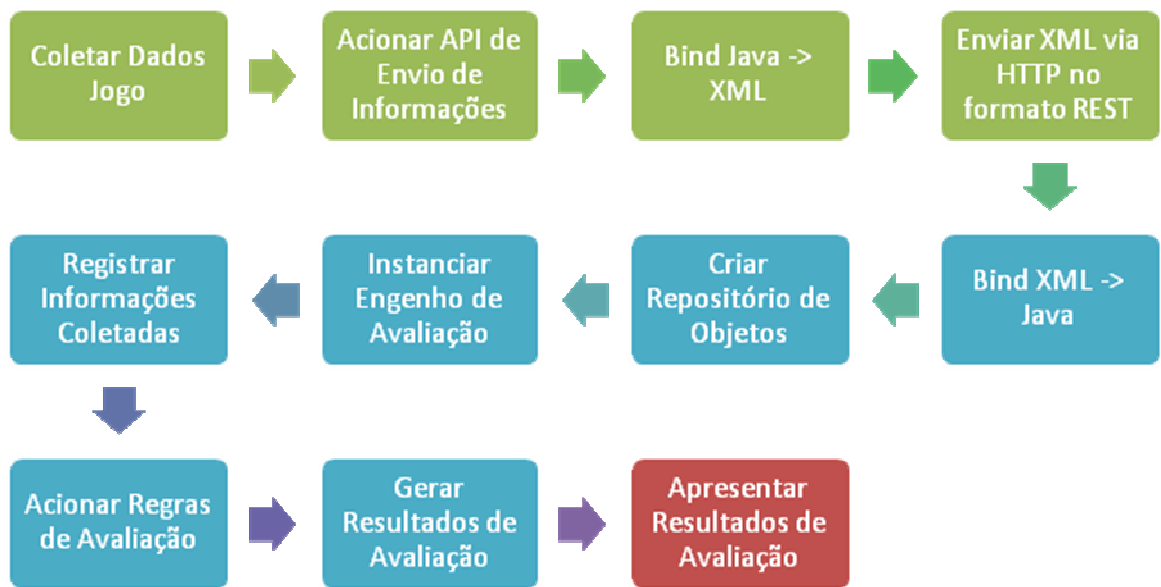


Figura 5 . 1: Visão Arquitetural dos Módulos da Roseta

A Figura 5 . 2 fornece uma visão funcional por módulo das operações realizadas durante o funcionamento do ambiente de avaliação cognitiva, onde são especificados tecnicamente todos os passos envolvidos na coleta de informações, instanciação e execução dos critérios de avaliação cognitiva do jogo e apresentação dos resultados processados por esses critérios ao avaliador.



Módulo de Coleta
 Módulo de Construção de Critérios
 Módulo de Apresentação de Resultados

Figura 5 . 2: Visão Funcional de um Ambiente de Avaliação Cognitiva

Antes do detalhamento dos módulos que compõem o Roseta é importante mencionar algumas das premissas computacionais que norteiam as funcionalidades providas pelo ambiente e fundamentam as escolhas das tecnologias utilizadas para sua construção.

5.3. Premissas Tecnológicas

A infraestrutura computacional Roseta tem como principal objetivo fornecer um conjunto de ferramentas que facilitem a virtualização de ambientes de avaliação cognitiva para os jogos psicopedagógicos por programadores. Portanto, a qualidade do *software* passa a ser uma premissa inegociável para a solução, onde é fundamental atender questões como portabilidade, extensibilidade, flexibilidade, manutenibilidade, usabilidade e escalabilidade. O objetivo é que ao atender esses requisitos, a solução

torne-se genérica o suficiente para ser utilizada com o mínimo de esforço em diferentes tipos de jogos, e dar poder ao programador de construir as especificidades demandadas por um jogo. Abaixo, encontra-se uma breve descrição desses critérios e a sua importância contextualizada ao problema tratado:

Portabilidade: É a capacidade de um software ou API ser compilado ou executado em diferentes arquiteturas de hardware ou de software.

- **Meta:** As informações coletadas durante uma sessão precisam ser registradas independentemente da linguagem de programação na qual o jogo foi desenvolvido. Nos últimos experimentos, os jogos foram construídos utilizando-se tecnologias como JAVA e Flash.

Extensibilidade, Flexibilidade e Manutenibilidade: É a capacidade de um software adicionar novos recursos ao sistema sem ter que ser reestruturado, alterado, corrigido e aperfeiçoado.

- **Meta:** As regras que compõem os critérios de avaliação cognitiva basicamente fundamentam-se nas APIs fornecidas pelo módulo de coleta e pelo módulo de construção de critérios. Na API de Coleta são fornecidas estruturas de dados que procuram atender boa parte dos jogos psicopedagógicos, no entanto, podem existir informações, cujo mapeamento não seja possível de ser realizado através da API fornecida, necessitando ser estendida. Na API de construção dos critérios de avaliação, são fornecidas um grupo de regras que implementam critérios de avaliação comuns a todos os jogos psicopedagógicos, no entanto, a solução precisa permitir a alteração e construção de novos critérios.

Usabilidade: É a facilidade com que as pessoas podem utilizar o software a fim de realizar uma tarefa específica e importante.

- **Meta:** O módulo de apresentação de resultados precisa apresentar os resultados processados pelos critérios de avaliação cognitiva de forma amigável e representativa, auxiliando no trabalho investigativo de avaliação e reabilitação da criança.

Escalabilidade: É uma característica que indica a capacidade de manipular uma porção crescente de trabalho uniformemente, ou estar preparado para crescer.

- **Meta:** Os engenhos de avaliação cognitiva podem ser formados de inúmeros critérios, que acabam sendo acionados e processados a cada informação que é inserida no repositório de dados. A solução deve permitir que diversas sessões de jogos enviem as informações coletadas e a adição de novos critérios não afete o tempo de processamento do sistema.

5.4. Módulo de Coleta de Informações

Esse módulo tem como principal objetivo fornecer uma API padronizada que possa ser utilizada para coletar e registrar informações durante sessões de jogos psicopedagógicos, baseados em eventos de interação da criança com o computador e nas informações previstas pela técnica de Elaboração Dirigida e do Fio Condutor. O objetivo é definir uma API de domínio genérica que reúna informações, como: eventos de mouse e teclado realizados durante o jogo, informações básicas do jogador, do avaliador, do jogo, da sessão, das estratégias adotadas e das percepções provenientes de respostas de questionários. Essas informações são então utilizadas na construção dos

critérios que avaliam cognitivamente o jogador, gerando uma visão quantitativa das competências cognitivas trabalhadas pelo jogo.

O módulo de coleta de informações é dividido na API de domínio que representa as informações que podem ser coletadas durante uma sessão de jogo e a API de comunicação que utiliza um serviço web para registrar essas informações com o objetivo de serem processadas pelos critérios, conforme ilustrado na Figura 5 . 3

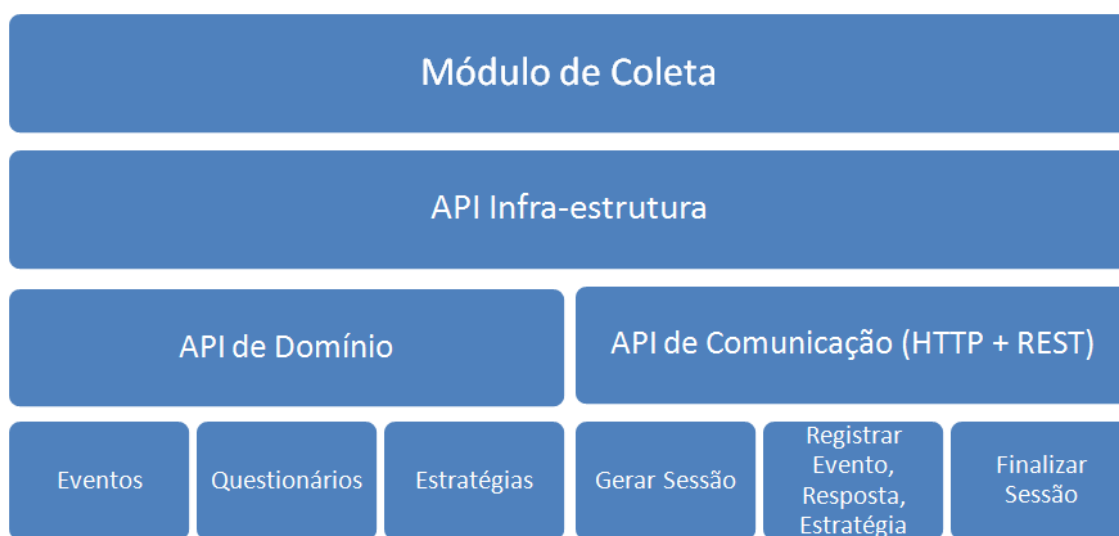


Figura 5 . 3: Módulo de Coleta

Abaixo são apresentadas as tecnologias utilizadas no desenvolvimento do módulo de coleta e o detalhamento da API de Domínio e da API de Comunicação e uma visão arquitetural dos seus componentes.

5.4.1. Tecnologias

Essa sessão apresenta as tecnologias utilizadas na construção do módulo de Coleta de Informações e por outros módulos da solução.

5.4.1.1. Linguagem de Programação Java

A escolha da linguagem Java deve-se as suas particularidades de orientação a objetos e independência de plataforma que a torna adequada ao desenvolvimento de

arcabouços computacionais. Java hoje é utilizada largamente em ambientes voltados para a Internet, além de possuir uma grande quantidade de programadores no mercado e possuir baixa curva de aprendizado, o que facilita o trabalho de programadores e neurocientistas com pouca experiência em programação na construção dos ambientes de avaliação cognitiva para esses jogos.

A grande quantidade de APIs existentes e consolidadas no mercado facilitam a solução de questões arquiteturais utilizadas pelo Roseta, tais como:

- Módulo de Coleta
 - APIS de *bind* de objetos java para XML (JAXB)
 - Criação de serviços na web utilizando o protocolo *REST* (RETEasy)
- Módulo de Construção de Critérios
 - Engenho para construção de regras de negócio (JBoos Drools)
- Módulo de Apresentação de Resultados
 - Frameworks de aplicações *WEB* (JSF e Richfaces)
 - APIs para geração de gráficos e relatórios (JFree Chart).

5.4.1.2. Ambiente de Programação Eclipse

O IDE Eclipse é um ambiente de desenvolvimento gratuito onde os programadores podem codificar, compilar, depurar e executar aplicativos desktop e

web. A IDE foi inicialmente desenvolvida para o uso da tecnologia Java, no entanto, hoje possui extensões que permitem seu uso para qualquer linguagem de programação.

Algumas das soluções computacionais utilizadas pelo Roseta possuem plugins do Eclipse que facilitam sua utilização, tais como:

- Plugin para API JBoss Drools na construção das regras que compõem os critérios de avaliação cognitiva;
- Plugin para o REST WEB Service para gerar e publicar os serviços de registro das informações que são coletadas;
- Plugin para montar aplicações web utilizando interfaces ricas através de JSF e Richfaces.

5.4.1.3. Serviços Web, Rest, Restful e RestEasy

REST é um estilo arquitetural para sistemas hipermídia distribuídos que enfatiza a generalização das interfaces, a escalabilidade da interação entre os componentes e a instalação independente dos mesmos (Fielding, 2000). Dentro do paradigma REST será utilizado o conceito Restful defendido por Richardson e Ruby (2007), para designar serviços Web que seguem os critérios defendidos pelo REST, sendo composto de cinco conceitos (recurso, representação, identificador uniforme, interface unificada e escopo de execução), e três princípios (endereçabilidade, estado não-persistente e conectividade).

RETEasy é um projeto do grupo JBoss que fornece um arcabouço que ajuda a construir serviços web RESTful e aplicações Java capaz de rodar em qualquer container

Servlet. É uma implementação da especificação JAX-RS do JCP que prevê uma API Java para serviços Web RESTful através do protocolo HTTP. (JBoss, 2011)

Uma das características pretendidas pelo Roseta, é possibilitar que as informações coletadas através dos jogos psicopedagógicos sejam registradas independente da linguagem de programação na qual foi desenvolvido o jogo. Com o objetivo de garantir essa interoperabilidade e independência de plataforma, o serviço de registro de informações de uma sessão é disponibilizado através de um serviço web REST. Breitman et al. (2007) afirma que as aplicações que trocam mensagens de forma compatível aos padrões estabelecidos para serviços Web podem se comunicar independentemente do sistema operacional, linguagem de programação, processador e protocolos internos. A ferramenta RESTEasy abstrai a complexidade de geração de serviços REST, define o formato da informação trafegada e o padrão de URL exigido pelo protocolo de comunicação REST.

5.4.2. APIs de Domínio

FOWLER (2003) define um Modelo de Domínio (Domain Model) como uma rede de objetos interconectados, onde cada objeto representa um indivíduo significativo. E dentro dessa definição, especifica o conceito de Modelo de Domínio Anêmico (Anemic Domain Model) (FOWLER, 2003), na qual os objetos do domínio do problema apresentam comportamento vazio. Nessa abordagem, as classes de análise são divididas em classes de dados (Value Objects – VOs) e classes de negócio (Business Objects – BOs), que separam o comportamento do estado dos objetos.

Dentro da definição de Modelo de Domínio Anêmico encontram-se os conceitos necessários para a formulação de uma estrutura de dados que seja capaz de modelar as informações que podem ser coletadas durante uma sessão de jogo psicopedagógico,

deixando a responsabilidade de lógica de regras de avaliação para outros componentes pertencentes ao módulo de construção de critérios.

Abaixo são apresentadas as classes que compõem a API de Domínio, seu significado dentro do modelo de negócio e exemplificação de utilização.

5.4.2.1. Classes Sessão, Jogo, Paciente e Avaliador

A classe Sessão representa um conjunto de informações provenientes de uma sessão de avaliação cognitiva através de um jogo psicopedagógico realizada com a criança.

A classe Jogo representa a abstração de um jogo psicopedagógico.

A classe Avaliador representa a abstração do mediador que acompanha e é responsável por fornecer informações sobre a criança durante uma sessão de jogo.

A classe Paciente representa a abstração da criança que está sendo avaliada e assim como o Jogo, tem potencial de utilização na elaboração das regras que compõem os critérios de avaliação cognitiva

Na Figura 5 . 4 abaixo são apresentados os atributos e os relacionamentos de cada uma dessas classes, onde inicialmente são compostas de informações básicas, mas que ao longo do tempo e de acordo com as necessidades definidas pelos Neurocientistas, podem ter novos atributos adicionados com o objetivo de subsidiar a construção das regras que compõem os critérios de avaliação cognitiva e auxiliar o trabalho do profissional responsável pela avaliação.

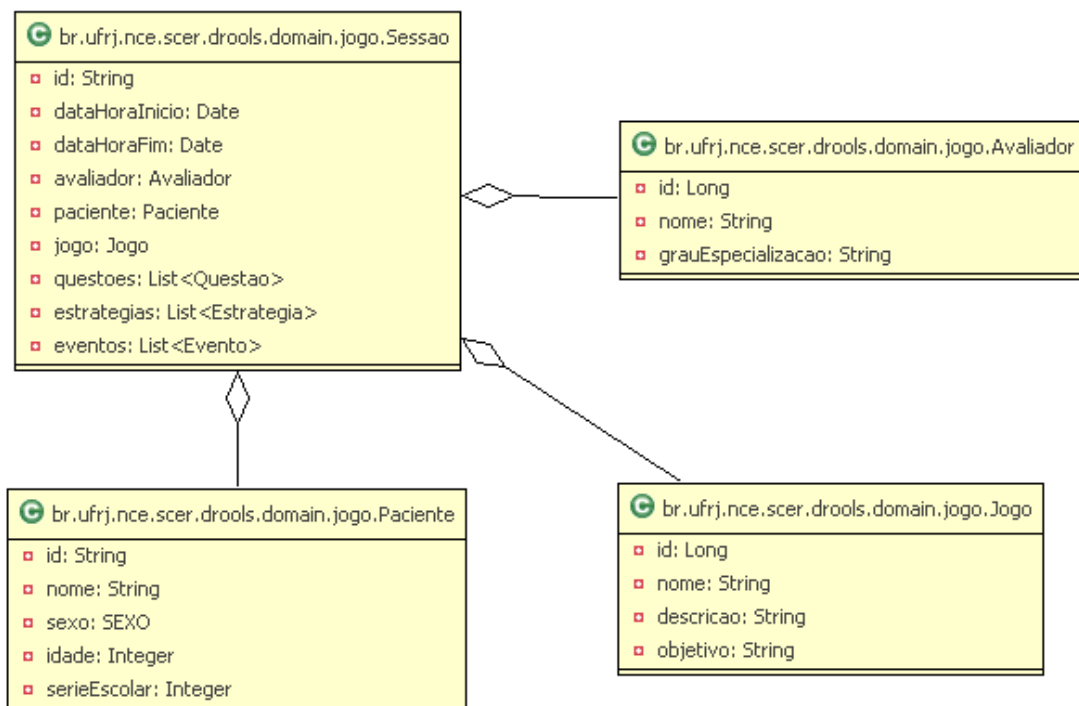


Figura 5 . 4: API Universal de Coleta: Sessao, Jogo, Paciente e Avaliador

5.4.2.2. Classe Evento

Durante uma sessão, a criança realiza jogadas que possuem o potencial de definir seu comportamento de acordo com o objetivo do jogo. Essas jogadas são representadas por simples registros de eventos de interação de mouse e teclado ou por eventos que seguem uma interpretação lógica e semântica associada aos objetivos do jogo. Assim, por exemplo, o clique em um determinado elemento de jogo ou uma seqüência de cliques seguindo uma ordem específica, pode definir uma interpretação lógica de acerto, erro ou estratégia segundo as regras pré-estabelecidas do jogo.

A classe Evento e suas especializações EventoSimple e EventoComplexo representam qualquer acontecimento que possa ser coletado e registrado durante uma sessão de jogo e que possa ser utilizado na construção das regras dos critérios de avaliação cognitiva.

A classe `EventoSimples` foi criada com objetivo de registrar eventos que não exijam interpretação semântica, ficando essa responsabilidade para os critérios de avaliação cognitivas do jogo. As classes `EventoMouse` e `EventoTeclado` são especializações da classe `EventoSimples`, sendo que a classe `EventoMouse` possui ainda especializações para representar os eventos de interação mais comuns dentro de um jogo (`EventoOnClick`, `EventoOnDoubleClick`, `EventoOnDrag` e `EventoOnMouseOver`). Assim por exemplo, o clique em um dado elemento do jogo deve ser coletado e registrado através de instâncias dessas classes, ficando sua interpretação do tipo de contribuição determinado pelas regras que compõem os critérios de avaliação do jogo.

A classe `EventoComplexo` foi criada com objetivo de registrar eventos que necessitam de uma interpretação semântica baseada nas regras pré-estabelecidas do jogo. Ficando sob a responsabilidade do programador, a coleta e interpretação de eventos que se traduzam em situações de jogo como acerto, erro, repetição e pausa. Assim por exemplo, o clique em um dado elemento do jogo deve ser interpretado segundo critérios definidos para o jogo e então registrado para que possa ter sua contribuição interpretada pelos critérios de avaliação cognitiva estabelecidos para o jogo.

Na Figura 5 . 5 é apresentado um diagrama de classes que mostra o grau de especialização desses elementos fornecido pela API e seus atributos.

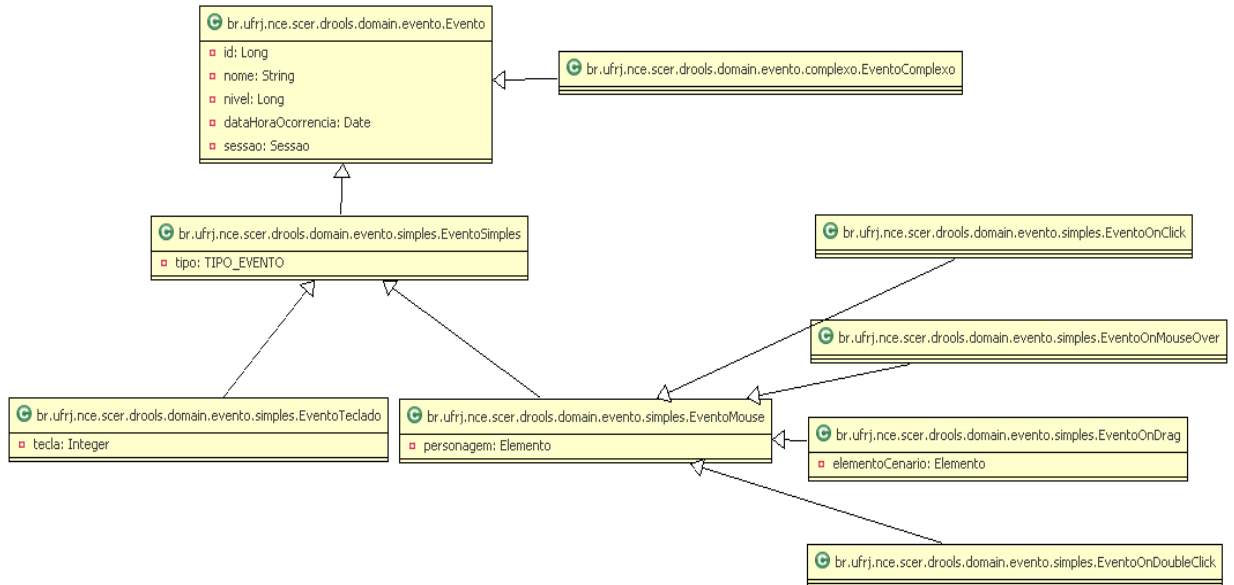


Figura 5 . 5: API Universal de Coleta: Modelo de Classes Evento, EventoSimples, EventoComplexo

5.4.2.3. Classe Estrategia

Segundo Boruchovitch e Gomes (2005) em seu trabalho com jogos e desempenho cognitivo, conhecer as estratégias não é suficiente: é preciso saber como e quando usá-las, bem como garantir um estado emocional interno satisfatório para que o estudante se engaje em comportamento estratégico. As regras são importantes no desenvolvimento do pensamento e dos processos metacognitivos pela necessidade de se construírem estratégias que conduzam aos objetivos e formas de vencer os desafios propostos pelo jogo (Gomes, 2002; Gomes & Boruchovitch, 2004a). Boruchovitch e Gomes (2005) adotam ainda níveis de escalas de estratégias, classificando-as em estratégias de aprendizagem cognitivas (ensaio, elaboração e organização) e metacognitivas (planejamento, monitoramento, controle e a regulação da aprendizagem).

A elaboração de estratégias para solucionar um problema ou atingir um objetivo está presente em qualquer jogo. Independente do jogo ser psicopedagógico ou não, o sucesso e o fracasso, a adoção total ou parcial de uma estratégia são informações que

podem ser utilizadas para avaliar o desempenho e quantificar a capacidade cognitiva de que joga. Assim como os eventos complexos, a identificação da ocorrência de uma estratégia pode envolver interpretação semântica das jogadas efetuadas, sua ordem de ocorrência ou observação efetuada pelo mediador.

A Classe Estrategia foi criada com o objetivo de representar as estratégias que são adotadas e identificadas durante o jogo. Na Figura 5 . 6 são apresentados seus atributos, com atenção especial ao atributo percentual que permite definir o quanto da estratégia foi atingida ao ser identificada.

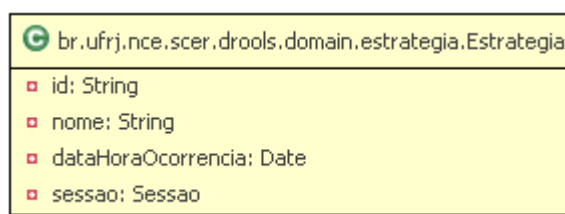


Figura 5 . 6: API Universal de Coleta: Estratégia

5.4.2.4. Classes Questao, QuestaoObjetiva, Questao Discursiva e Resposta

O uso de questionário para obter informações detalhadas a cerca de um objeto de estudo é amplamente utilizado no meio acadêmico e até hoje é um dos mecanismos mais utilizados para a validação de trabalhos científicos. Quando elaborados seguindo-se rígidos critérios, as perguntas com características objetivas e discursivas conseguem direcionar através das análises de suas respostas a obtenção de conhecimento sobre um dado assunto.

O Fio Condutor proposto por Marques prevê a utilização de questionários construídos por especialistas e que podem ser aplicados pelos mediadores antes, durante e após as sessões dos jogos psicopedagógicos. Sua utilização tem como objetivos

facilitar o trabalho do profissional que avalia a criança em obter informações difíceis de serem interpretadas através dos acontecimentos registrados durante uma sessão de jogo, explorar situações que identifiquem forças e fraquezas cognitivas e confirmar a intencionalidade dos atos realizados durante a partida. A utilização desses questionários depende das definições estabelecidas pelos especialistas no planejamento do ambiente de avaliação cognitiva construído para o jogo.

As classes `Questao`, `QuestaoObjetiva`, `QuestaoDiscursiva` e `Resposta` foram criadas com o objetivo de representar as respostas obtidas através dos questionários elaborados por especialistas. Com o objetivo de diferenciar os tipos de questões, a classe `Questao`, é especializada na classes `QuestaoObjetiva` e `QuestaoDiscursiva`, conforme representado na Figura 5 . 7.

A classe `QuestaoObjetiva` representa uma pergunta com uma lista de possíveis respostas mais a resposta selecionada pelo avaliador durante a realização de uma sessão. Sua utilização nos critérios de avaliação cognitiva está associada aos pesos fornecidos as respostas de uma questão.

A classe `QuestaoDiscursiva` representa uma pergunta que apresenta como resposta um texto livre fornecido por quem o responde. Sua utilização nos critérios está associada ao processamento investigativo dessas respostas texto transformados em saídas quantitativas das competências trabalhada pelo jogo.

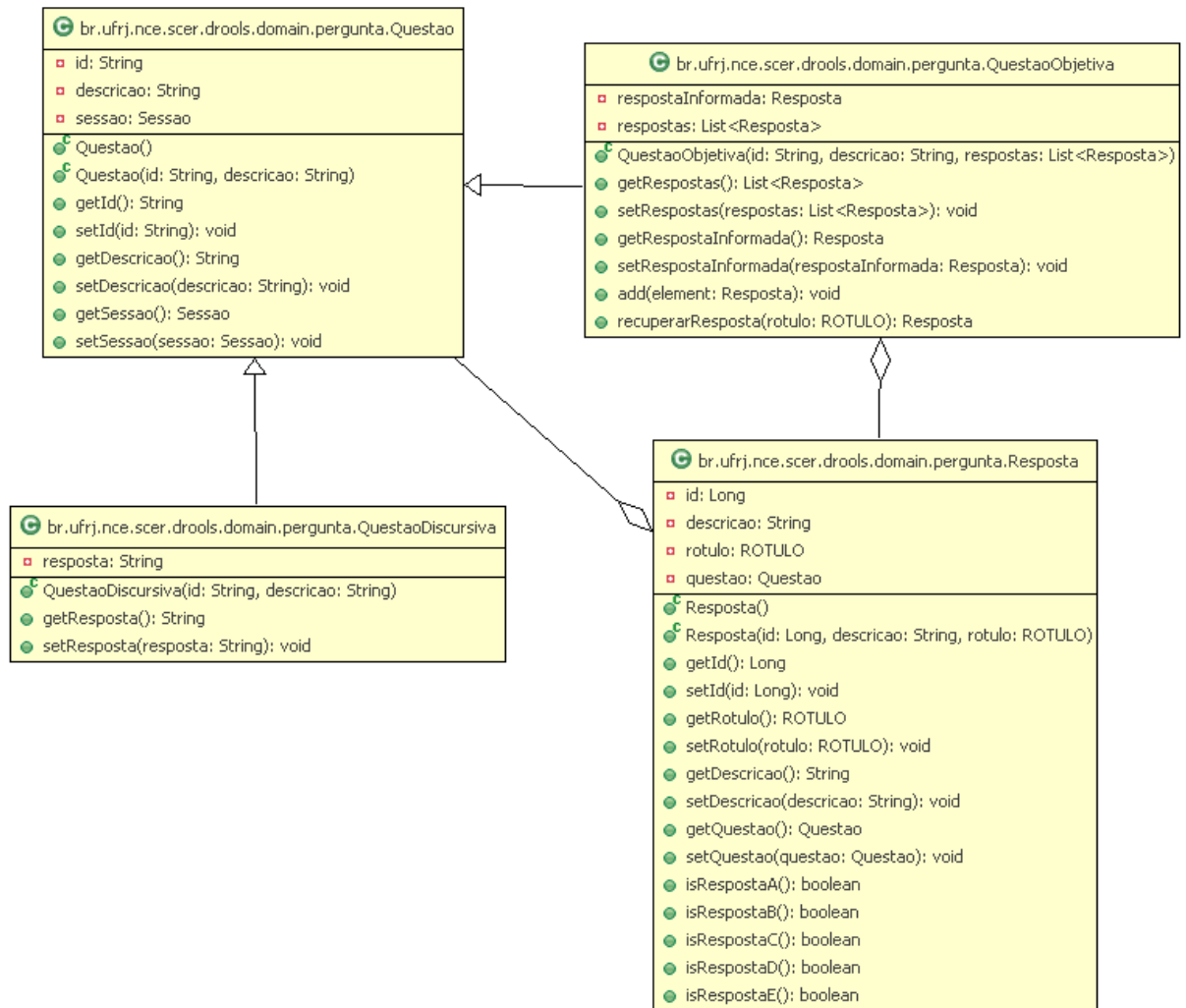


Figura 5 . 7: API Universal de Coleta: Questionário, Questao, QuestaoObjetiva, QuestaoDiscursiva e Resposta

5.4.3. API de Comunicação

A API de Comunicação foi construída com o objetivo de abstrair as complexidades de comunicação remota com os critérios de avaliação cognitiva, permitindo que os dados coletados durante uma sessão de jogo sejam enviados e registrados no servidor através de serviços na web, para então serem processados pelos critérios de avaliação cognitiva do jogo. Para isso foi utilizada a tecnologia REST Web Services, o que possibilita sua utilização em jogos desenvolvidos em qualquer

linguagem de programação que possua bibliotecas de comunicação HTTP e de manipulação de XML.

Além da exposição desses serviços através de *REST Web Services*, a infraestrutura computacional Roseta provê uma implementação *default* para a linguagem JAVA, facilitando a utilização do serviço de registro de informações coletadas para jogos desenvolvidos nessa linguagem. Para utilização desse serviço por jogos desenvolvidos em outras linguagens de programação seria necessário construir uma API que implementasse o serviço REST conforme as especificações de comunicação previstas no formato do XML utilizado para o tráfego das informações, formatos de URL e tipo de operação HTTP (GET, POST, PUT, DELETE).

Considerando os jogos desenvolvidos em Java, a Roseta fornece um Proxy que abstrai a complexidade de comunicação com o serviço REST que registra as informações coletadas durante os jogos, conforme observado na interface `RestCognitiveServicesFacadeI` na Figura 5 . 8. Nesse Proxy são definidos a URL (azul) que identifica a chamada do serviço, a operação HTTP definida pelo REST (vermelho) e a assinatura do serviço formada por seus argumentos e tipo de retorno (verde).

```

1 package br.ufrj.nce.scer.drools.servicos;
2
3 import javax.ws.rs.Consumes;
13
14 @Consumes("application/xml")
15 @Path("cognitive_service")
16 public interface RestCognitiveServicesFacadeI {
17
18
19     @Produces("application/xml")
20     @PUT
21     @Path("obter_sessao")
22     public Sessao generateSessao(GenerateSessaoParameter parameterObject);
23
24     @Produces("application/xml")
25     @PUT
26     @Path("inserir_evento")
27     public void insertEvento(InsertEventoParameter parameterObject);
28
29     @Produces("application/xml")
30     @PUT
31     @Path("inserir_estrategia")
32     public void insertEstrategia(InsertEstrategiaParameter parameterObject);
33
34     @Produces("application/xml")
35     @PUT
36     @Path("inserir_questao")
37     public void insertQuestao(InsertQuestaoParameter parameterObject);
38 }

```

Figura 5 . 8: Interface Proxy de Serviços REST (API de Comunicação)

Para utilização dos serviços acima por outras linguagens de programação seria necessário gerar requisições HTTP conforme representados na Tabela 5, onde é importante observar o tipo da operação, a URL solicitada, o tipo de informação trafegada (application/XML) e o corpo da requisição que contém os dados no formato XML a serem enviados para o serviço, e como resposta os dados também no formato XML, onde a sessão é retornada com o id que representa o token de identificação da sessão.

Tabela 5: Protocolo Rest para os Serviços de Gerar Sessão e Inserir Evento da API de Comunicação

| Serviço | Resquest | Responsee |
|---------|----------|-----------|
|---------|----------|-----------|

| | | |
|----------------|---|--|
| generateSessao | PUT /RestServiceSCER/resteasy/cognitive_service/obter_sessao HTTP/1.1 Accept-Encoding: gzip, deflate Accept: application/xml User-Agent: Jakarta Commons-HttpClient/3.1 Host: localhost:8081 Content-Length: 336 Content-Type: application/xml <?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no"?> <generateSessaoParameter> <jogo nome="Jogos dos Bichos" objetivo="Jogo de Atenção"/> <paciente idade="8" nome="Aluno Experimental " serieEscolar="6" sexo="MASCULINO"/> <avaliador grauEspecializacao="SUPERIOR COMPLETO" nome="André Luiz Antunes de Moraes"/> </generateSessaoParameter> | HTTP/1.1 200 OK Server: Apache-Coyote/1.1 Content-Type: application/xml Content-Length: 391 Date: Sun, 13 Nov 2011 21:57:42 GMT <?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no"?> <sessao dataHoraInicio="2011-11-13T19:57:41.923-02:00" id="ba8c8983-528f-410c-a2ff-c4025dc7ee59"> <avaliador grauEspecializacao="SUPERIOR COMPLETO" nome="André Luiz Antunes de Moraes"/> <paciente idade="8" nome="Aluno Experimental " serieEscolar="6" sexo="MASCULINO"/> <jogo nome="Jogos dos Bichos" objetivo="Jogo de Atenção"/> </sessao> |
|----------------|---|--|

| | | |
|--------------|--|---|
| insertEvento | <p>PUT /RestServiceSCER/resteasy/cognitive_service/insrerir_evento HTTP/1.1 Accept-Encoding: gzip, deflate Accept: application/xml User-Agent: Jakarta Commons-HttpClient/3.1 Host: localhost:8081 Content-Length: 796 Content-Type: application/xml</p> <pre><?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no"?> <insertEventoParameter sessaoId="ba8c8983-528f-410c-a2ff-c4025dc7ee59"> <evento xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" dataHoraOcorrencia="2011-11-13T20:18:50.113-02:00" id="5691718419015503059" tipo="ACERTO" xsi:type="eventoOnClickComparacaoPersonagem"> <sessao dataHoraInicio="2011-11-13T19:57:41.923-02:00" id="ba8c8983-528f-410c-a2ff-c4025dc7ee59"> <avaliador grauEspecializacao="SUPERIOR COMPLETO" nome="André Luiz Antunes de Moraes"/> <paciente idade="8" nome="Aluno Experimental " serieEscolar="6" sexo="MASCULINO"/> <jogo nome="Jogos dos Bichos" objetivo="Jogo de Atenção"/> </sessao> <personagem nome="Abelha" tipo="PERSONAGEM"/> <personagemComparacao nome="Passarinho" tipo="PERSONAGEM"/> </evento> </insertEventoParameter></pre> | HTTP/1.1 204 No Content Server: Apache-Coyote/1.1 Date: Sun, 13 Nov 2011 22:18:50 GMT |
|--------------|--|---|

A API de comunicação provê cinco métodos para atender as funcionalidades de registro de informações coletadas durante as sessões de um jogo psicopedagógico que contemplam a criação de uma sessão e o registro de eventos, estratégias e questões. Para viabilizar o uso do REST nesses métodos de registro, foram criadas classes parâmetros que encapsulam em uma única classe os argumentos necessários para a realização da operação (id da sessão e o evento a ser registrado), conforme apresentado na Figura 5 .

9.

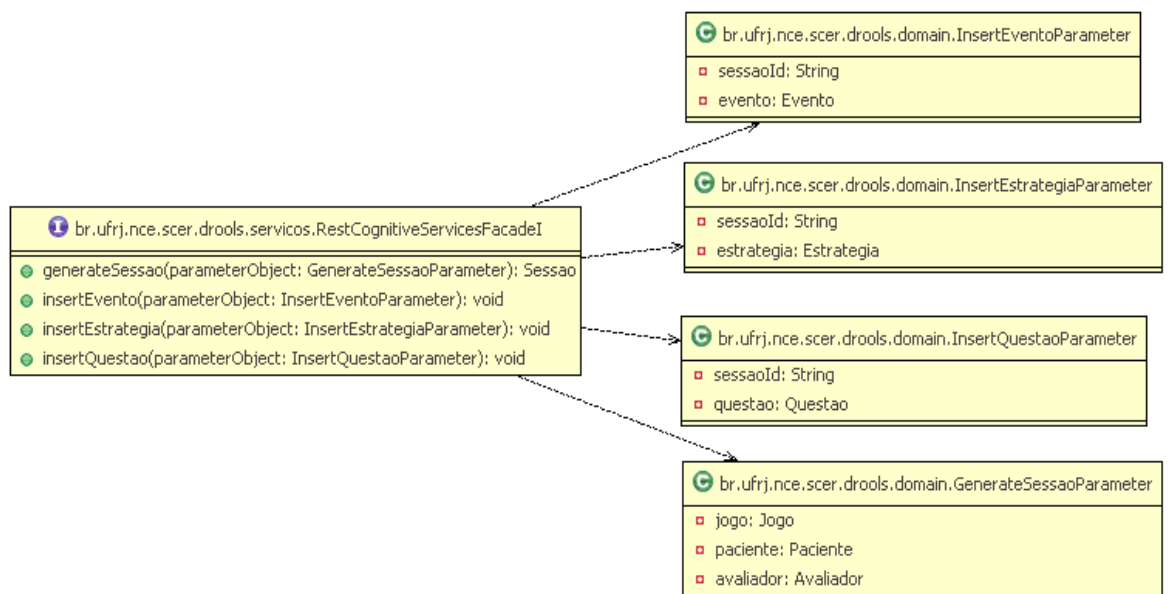


Figura 5 . 9: Diagrama de Classe para os Serviços de Registro de Informações Coletadas

Os métodos expostos pelo serviço REST são detalhados abaixo:

- **generateSessao** – Método que dado as informações básicas do jogo, paciente e avaliador tem como resposta um *token* de sessão que identificará todos os eventos que são registrados durante o jogo. Devendo ser o primeiro método a ser invocado por quem constrói o jogo eletrônico.

- **insertEvento** – Método que registra acontecimentos de jogo representados por instâncias das classes de Evento ou de suas especializações.
- **insertEstrategia** – Método que registra acontecimentos de jogo representados por instâncias da classe Estrategia.
- **insertQuestao** – Método que registra a resposta de uma questão representados por instâncias das classes Questao ou de suas especializações.
- **finalizeSessao** – Método que indica a finalização do envio de registros de uma sessão de jogo, possibilitando o fim do processamento de eventos para a sessão indicada.

A utilização da API é bastante simplificada, sendo necessário apenas obter uma instância de uma sessão válida através do método *generateSessao* e em seguida utilizar os outros métodos para registrar as informações coletadas durante a realização da sessão conforme apresentado no diagrama de sequência ilustrado na Figura 5 . 10.

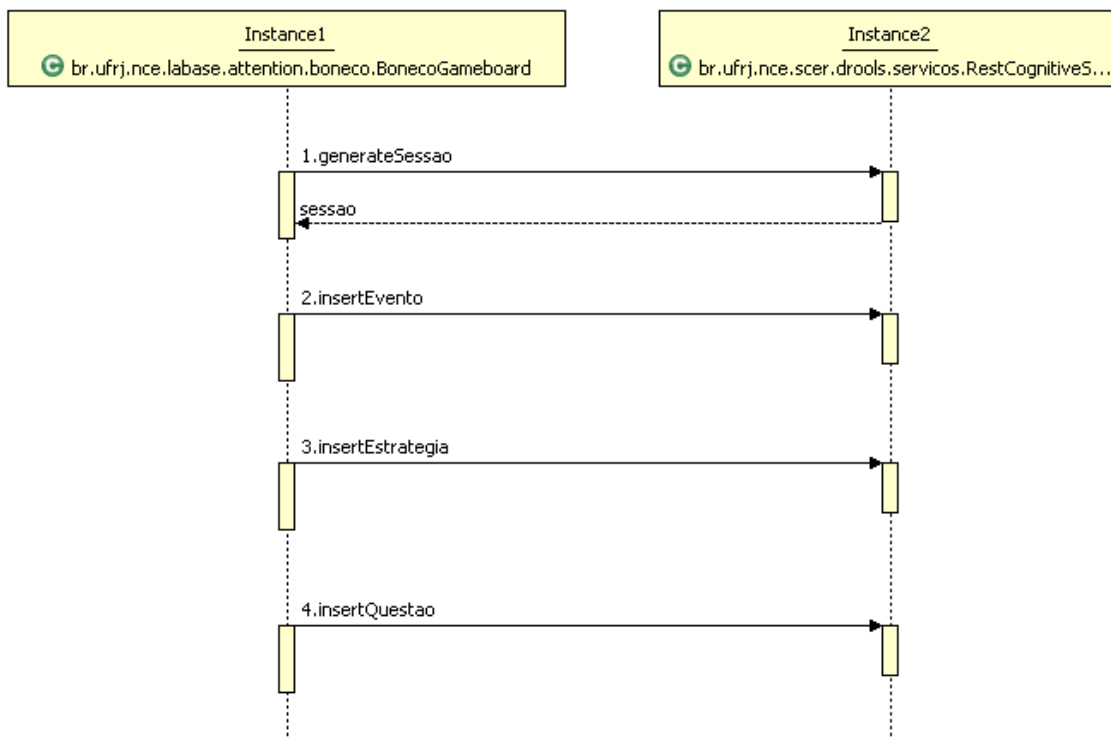


Figura 5 . 10: Diagrama de Sequência de chamada de API de Registro para o Jogo dos Bonecos

5.4.4. Considerações

Acredita-se que a tarefa de coleta de informações através de um jogo psicopedagógico seja facilitada pela padronização e capacidade de extensão oferecida pela API de Domínio que é fundamentada em eventos de interação do jogador através do uso de *mouse* e teclado e nas informações (estratégias e questionários) preconizadas pelas técnicas da Elaboração Dirigida e do Fio Condutor. Informações essas que são capazes de serem utilizadas na elaboração de regras que avaliam cognitivamente o jogador.

A API de Comunicação possibilita o registro de informações coletadas independente da linguagem de programação utilizada no desenvolvimento do jogo graças a utilização do protocolo REST, o que possibilita sua utilização para jogos desenvolvidos em JAVA, Flash, etc. Especialmente para a linguagem JAVA é fornecido uma

implementação que abstrai as complexidades de geração da comunicação HTTP + XML previstas pelo REST, agilizando o trabalho do desenvolvedor do jogo.

5.5. Módulo de Construção de Critérios de Avaliação cognitiva

Os jogos psicopedagógicos trabalham as competências das crianças testando sua capacidade cognitiva através de regras pré-estabelecidas e que são monitoradas através da interação delas com o jogo. Os jogos que atuam sob a ótica do Fio Condutor e da Elaboração Dirigida vão um pouco além, defendendo a utilização de técnicas de metacognição e mediação com o intuito de estimular o aprendizado de quem joga e facilitar o trabalho de avaliação e reabilitação realizado por especialistas. Segundo Marques, a caracterização do aprendizado se dá no momento em que a criança começa a construir as regras do jogo através de seu auto-desenvolvimento, o que pode ser potencializado com a ajuda de um profissional.

Propositalmente, nas primeiras fases do Fio Condutor, as regras do jogo não são apresentadas às crianças, justamente com a intenção de que ela consiga dar saltos cognitivos entre uma fase e outra, evidenciando seu aprendizado. Os jogos propostos por Marques possuem objetivos e regras que deveriam ser seguidos em situações de normalidade cognitiva, e que de alguma forma precisam ser observadas durante a realização de uma sessão. Ser bem ou mal sucedido em uma jogada, elaborar ou não uma estratégia ou ter comportamento fora dos padrões considerados normais são situações que auxiliam o profissional na sua tomada de decisão quanto à avaliação e posterior reabilitação da criança.

Esse módulo tem como principal objetivo fornecer ferramentas que possibilitem os programadores utilizar as informações coletadas durante uma sessão de jogo para elaborar critérios de avaliação capazes de quantificar as habilidades cognitivas da criança. Esses critérios são representados por regras lógicas, previamente elaboradas pelos neurocientistas, que manipulam informações prévias e dados obtidos através da API de Coleta para quantificar sua capacidade cognitiva com base em comparações do que é efetivamente esperado.

Para facilitar a manipulação das informações coletadas nas regras que compõem os critérios de avaliação cognitiva de um jogo, são fornecidos estrutura de dados que permitem agrupar informações conforme critérios lógicos pré-estabelecidos e armazenar os valores de variáveis que medem um tipo de desempenho cognitivo que sofre oscilação ao longo do tempo. Com base nessas estruturas de dados, o módulo fornece uma série de critérios que representam agrupadores e variáveis de desempenho que podem ser utilizados como informações de avaliação de desempenho para qualquer jogo psicopedagógico ou na construção de novos critérios de avaliação cognitiva.

O módulo de Construção de Critérios é composto por uma infraestrutura que a partir de um repositório que recebe os dados provenientes da API de Coleta, acionam critérios de avaliação cognitiva representados por regras lógicas que processam e geram informações acerca da capacidade cognitiva do jogador. Para isso compõe-se das seguintes APIs, conforme representado pela Figura 5 . 11:

- API de Infraestrutura responsável por criar o modelo lógico de repositório de objetos provenientes dos registros efetuados através da API de Comunicação do Módulo de Coleta;

- API de Domínio representadas por classes que representam as competências cognitivas trabalhadas pelo jogo e por classes que possibilitam quantificar essas competências;
- API de Critérios Comum que fornece uma estrutura de dados que possibilita organizar as informações coletadas conforme vão sendo inseridas e uma série de critérios que podem ser reutilizados em qualquer jogo psicopedagógico tanto para fins de avaliação cognitiva quanto para fins de construção de novos critérios.

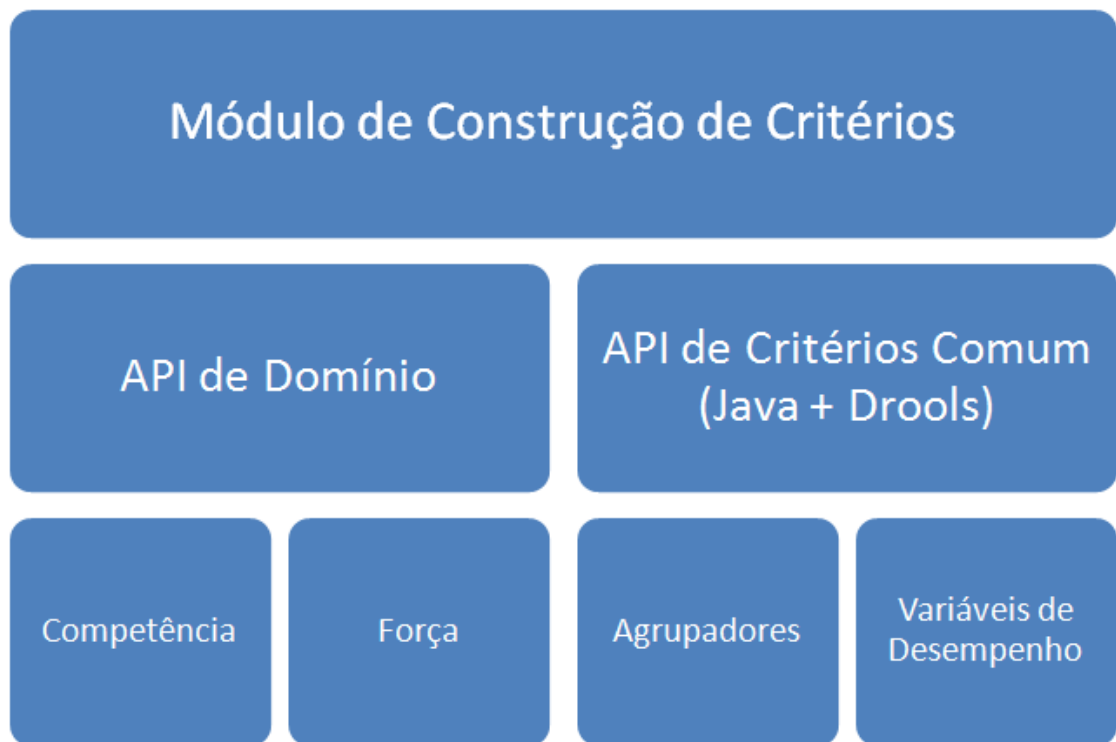


Figura 5 . 11: Módulo de Construção de Critérios

5.5.1. Tecnologias

Essa sessão apresenta as tecnologias utilizadas no módulo de Construção de Critérios de Avaliação Cognitiva.

5.5.1.1. Drools

Sistemas que precisam ter suas regras de negócio constantemente alteradas e lidam com elevada complexidade e incerteza certamente são candidatos ao uso de ferramentas que suportam linguagens declarativas. É nesse contexto que foi criada a ferramenta JBoss Drools (2011) que utiliza um estilo de programação declarativa através de um algoritmo Rete e que propõe-se em separar as regras de negócio do código da aplicação.

Bali (2009) cita as vantagens do uso de Drools como: facilidade de entendimento, facilidade de manutenção, facilidade de evolução, flexibilidade, desempenho razoável, tradução natural dos requisitos em regras, reuso, unificação das regras e processos e facilmente acoplável dentro de uma aplicação. E dentro do contexto social e acadêmico ao qual o projeto se insere, apresenta também as vantagens de ser open source e de integração com a linguagem Java e o ambiente de programação Eclipse.

Uma das particularidades do Drools é basear-se no algoritmo RETE que tem uma alta velocidade de interpretação dos fatos que ao serem registrados são processados por regras específicas, caracterizando uma relação de causas e conseqüências. A conseqüência acaba sendo o resultado da ativação de uma regra, que por sua vez gera novos fatos que podem acionar novas regras. Esse ciclo é contínuo, repetindo-se até que nenhuma regra seja ativada o que caracteriza a conclusão do processamento do fato que fora inserido. Esse tipo de algoritmo caracteriza-se como *Forward Chaining* e é apresentado na Figura 5 . 12.

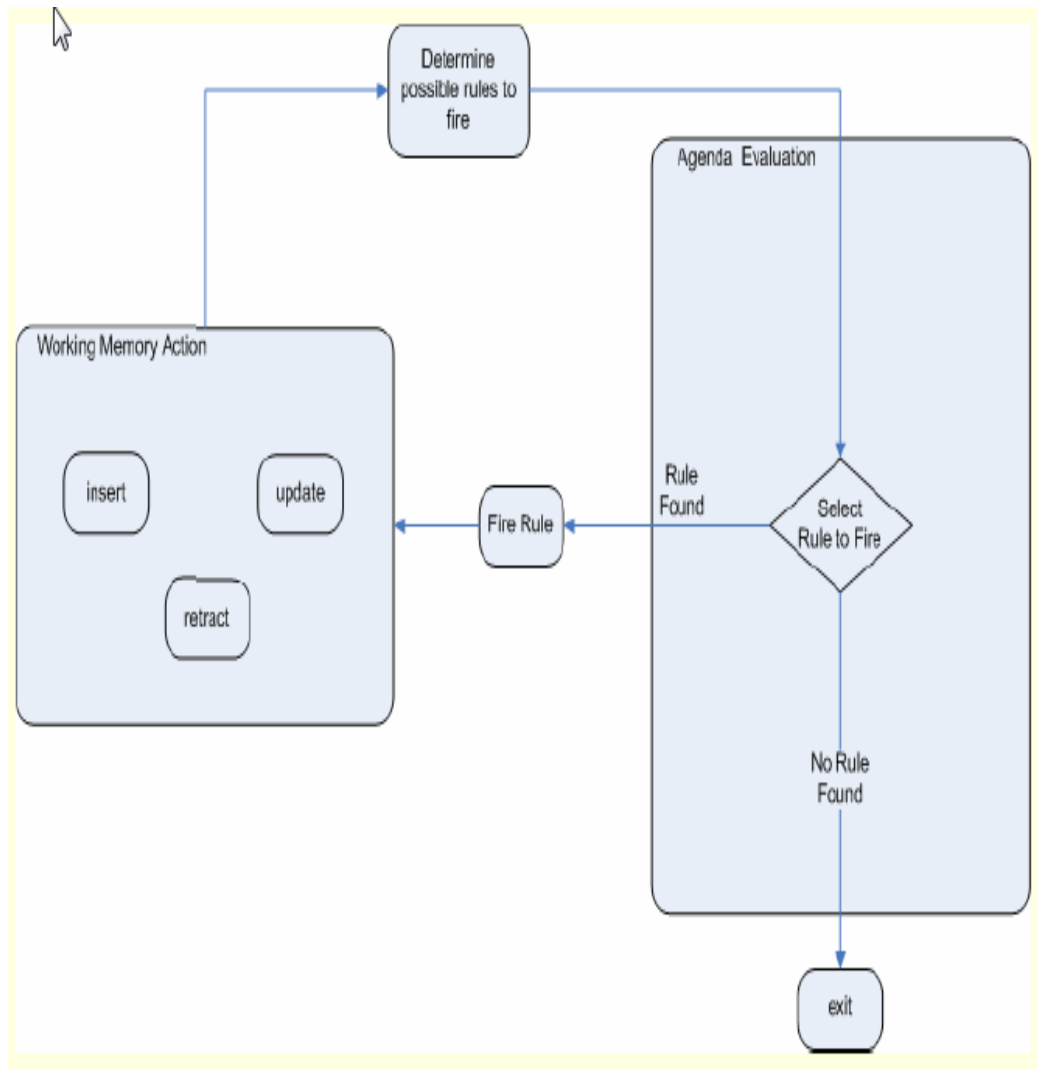


Figura 5 . 12: Algoritmo RETE Foward Chaining

As características expostas acima tornam o Drools uma ferramenta adequada para a elaboração de critérios de avaliação cognitiva, uma vez que nada mais são do que representações lógicas definidas pelos neurocientistas para o comportamento da criança durante o ato de jogar, enquanto as conseqüências são as quantificações atribuídas às competências cognitivas trabalhadas durante uma sessão de jogo. No modelo proposto, os acontecimentos do jogo registrados através da API de Coleta vão sendo inseridos no repositório de objetos sobre influência do motor de inferência do drools, que verifica as regras a serem ativadas a partir dessa inserção e então processadas com base no que foi especificado pelos neurocientistas. Esse processamento gera informações que podem ser

conclusivas para a avaliação cognitiva ou então reinseridas no repositório afim de serem reprocessadas por novas regras, gerando uma rede retroalimentada.

5.5.2. API de Infraestrutura

A API de Infraestrutura do Módulo de Construção de Critérios tem como objetivo, encapsular as complexidades existentes na manipulação do Engenho de regras Drools e integrá-lo de forma transparente as APIs de Domínio do Módulo de Coleta e do Módulo de Construção de Critérios. Algumas das complexidades impostas pela ferramenta Drools são:

- Criação do repositório (`org.drools.runtime.StatefulKnowledgeSession`) de fatos que representa o repositório de objetos definido pela solução;
- Definição dos arquivos de regras utilizados no processamento dos fatos que são inseridos no repositório de objetos;
- Abstração da inserção, atualização e gerenciamento dos fatos (classes das APIs de Domínio) e das estruturas de dados (Agrupadores e Variáveis de Desempenho) que organizam as informações no repositório de objetos;
- Adaptação e contextualização da inserção de fatos baseados em instâncias da classe `Sessao`. O processamento efetuado pelas regras para cada fato inserido deve ser contextualizado a sessão de jogo;
- Abstração da complexidade de apresentação dos resultados processados pelas regras

Com o objetivo de resolver essas complexidades o Roseta fornece 4 classes detalhadas a seguir:

- **br.ufrj.nce.scer.modulocriterio.service.DroolsGameSessionFacade:** Classe responsável pela criação do repositório de objetos do Drools e dos arquivos de regras utilizados para o processamentos dos fatos. Adicionalmente, disponibiliza métodos de fachada para a criação de uma sessão de jogo e da inserção de eventos, questões e estratégias; além de expor métodos de fachada para a apresentação dos resultados coletados para uma sessão através da classe `DroolsGameSessionProcessedResultService`;
- **br.ufrj.nce.scer.modulocriterio.service. DroolsSessionRepositoryManager:** Classe que funciona como um gerenciador do repositório de objetos e fornece métodos de fachada para a inserção de fatos, inserção de variáveis globais e disparo de regras;
- **br.ufrj.nce.scer.modulocriterio.service.DroolsGameSessionProcessedResult Service:** Classe que gerencia os agrupadores, as variáveis de desempenho e as competências de uma sessão de jogo, utilizados na construção das regras e no armazenamento dos resultados de seus processamentos dentro do repositório de objetos;
- **br.ufrj.nce.scer.modulocriterio.DroolsHelper:** Classe que fornece métodos utilitários para a utilização do Drools.

Na ilustração Figura 5 . 13 pode ser observado como as instâncias das classes da API de Domínio inseridas durante uma sessão de jogo, junto com os agrupadores e variáveis de desempenho criadas pelas classes de infraestrutura do Módulo de Construção de Critérios são organizadas no repositório de objetos.



Figura 5 . 13: Organização do Repositório de Objetos

E na ilustração Figura 5 . 14 pode ser observado como essas informações se relacionam com as classes da API de Infraestrutura, passando pelo seu momento de inserção, armazenamento no repositório de objetos e processamento através das regras e armazenamento dos resultados.

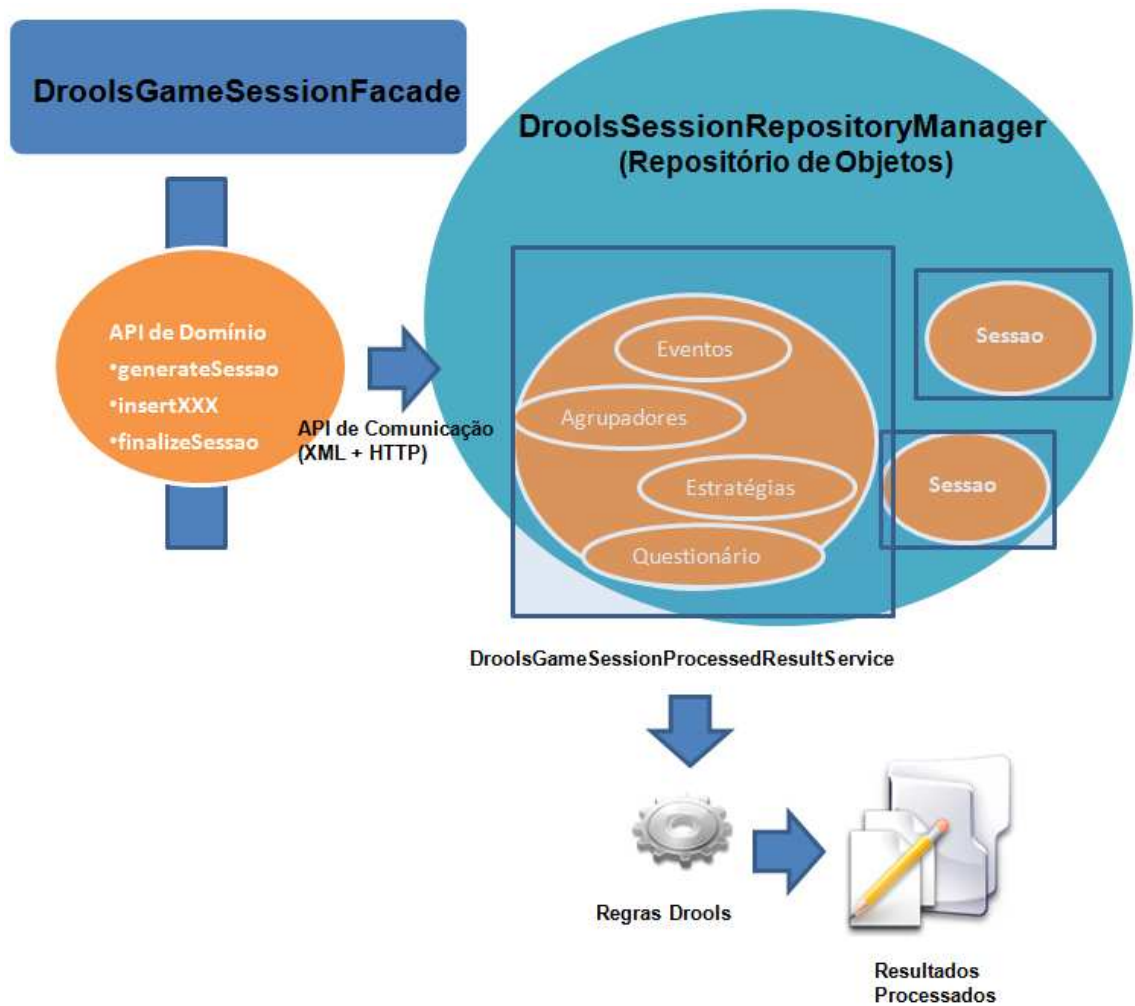


Figura 5 . 14: Esquema Estrutural da API de Infraestrutura

5.5.3. API de Domínio

Para usufruir e se adequar ao modelo computacional proposto foi necessário construir uma API de Domínio que representasse a relação causa e consequência proposta pelas regras construídas através do Drools. A relação causa é representada pelas classes de domínio definidas no Módulo de Coleta e a de consequência pelas classes definidas por uma API de Domínio. Para definir essa API foi necessário resgatar a proposta de Marques e suas sessões de reabilitação cognitiva, e fazer um levantamento dos parâmetros efetivamente avaliados durante uma sessão de jogo psicopedagógico.

O modelo de construção de critérios de avaliação cognitiva baseado em regras necessita de mecanismos capazes de representar suas relações de consequência, cujas responsabilidades se resumem em identificar as competências cognitivas trabalhadas pelo jogo e atribuir e registrar informações que quantifiquem seu desempenho ao longo de uma sessão. Como exemplificação, pode ser descrito um cenário de um jogo de atenção, o Jogo Monta Boneco, onde o ato de selecionar uma peça e atribuí-la corretamente a uma determinada região acaba gerando uma quantificação positiva na competência cognitiva de atenção, uma vez que a criança se manteve atenta a questões lógicas de encaixe da peça.

Fundamentando-se no modelo neurocognitivo proposto por Marques e atendendo ao modelo computacional de solução do problema, a API de Domínio definida pelo módulo de construção de critérios de avaliação fornece duas classes que permitem os programadores modelar as relações de causa e consequência na construção dos seus critérios de avaliação. Abaixo são apresentadas as classes Competencia e Forca que compõem a API de Domínio, seus significados dentro do modelo proposto e uma exemplificação de sua utilização.

5.5.2.1. Classes Competencia e Forca

A Psicologia define competência como um conjunto de habilidades ou traços de personalidade que permitem ao indivíduo atingir determinada realização ou desempenho. Dentro do contexto da plataforma de jogos psicopedagógicos, a competência será tratada como qualquer habilidade, comportamento ou característica da criança que possa ser observada, capturada e quantificada durante uma sessão de jogo psicopedagógico utilizando-se a técnica do Fio Condutor e da Elaboração Dirigida.

Durante a etapa do Projeto Psicopedagógico os especialistas definem as competências trabalhadas pelo jogo, as informações que precisam ser coletadas (eventos, questionários e estratégias) e suas correlações diretas ou indiretas. Essas informações são utilizadas na elaboração de critérios e são fontes de representações lógicas que uma vez ativadas, geram conseqüências que quantificam positivamente ou negativamente as competências trabalhadas pelo jogo. Assim por exemplo, o registro de um tipo de evento ou estratégia durante o jogo contribui com uma determinada intensidade em uma ou mais competências. Esse modelo de alimentação é apresentado na Figura 5 . 15.

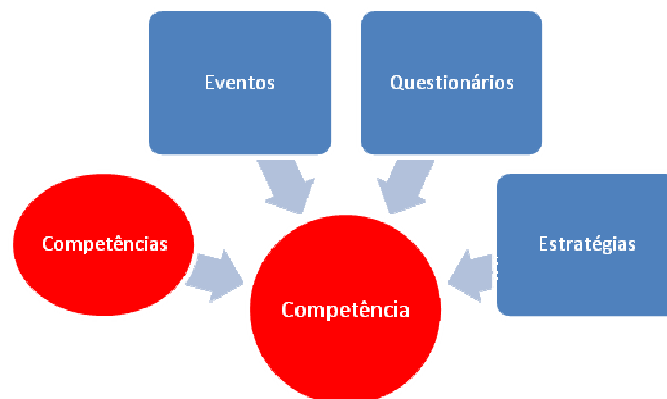


Figura 5 . 15: Mapeamento de competência cognitiva

A classe Competencia representa as informações de uma determinada habilidade cognitiva trabalhada por um jogo. Seus atributos são nome, objetivo, indicação de atividade e valores quantitativos de referência que assumidos ao longo do tempo. Além disso, possui relacionamentos com os acontecimentos de jogo (evento, estratégia e questionário) que contribuiram para essa quantificação ao longo da sessão.

A classe Forca representa a informação quantitativa de um acontecimento durante o jogo, representando o tipo de influência (Fraca, Média ou Forte), o tipo de

contribuição (Positiva ou Negativa), o peso exercido pelo acontecimento e o valor de contribuição atribuído. O relacionamento entre essas classes é apresentado na Figura 5 .

16.

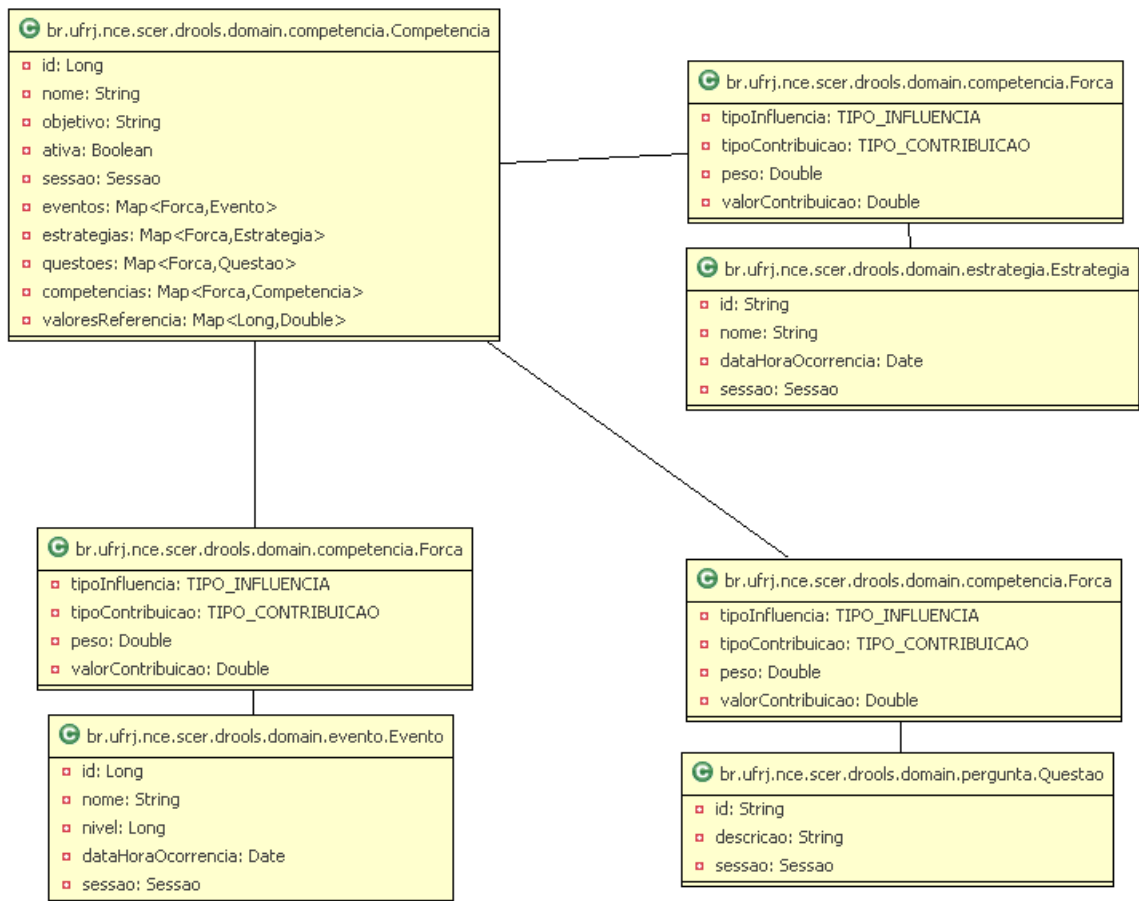


Figura 5 . 16: Diagrama de Classes Competencia e Forca

Um critério de avaliação construído por um Neurocientista basicamente define regras que verificam a existência desses acontecimentos e como consequência utiliza as classes Forca e Competencia para quantificar e registrar os níveis atingidos das habilidades cognitivas durante uma sessão. Como, quando e quanto de valor é atribuído a uma competência é uma decisão dos projetistas e dos neurocientistas, que avaliam o grau de importância desses acontecimentos dentro do modelo de avaliação proposto.

5.5.4. API de Construção de Critérios de Avaliação Cognitiva

Uma vez definida a API de Domínio e suas classes é necessário definir como utilizá-las para construir um modelo de avaliação cognitiva através de um jogo psicopedagógico. Não há como desenvolver um modelo de avaliação cognitivo exato devido a plasticidade e capacidade de desenvolvimento do cérebro de uma criança em resposta as experiências a qual é submetida. Isso significa que durante uma sessão de jogo, a criança está em constante aprendizado, tornando fundamental que o modelo de avaliação cognitiva proposto seja readaptável e gere resultados baseados apenas em ordens de grandeza do desempenho cognitivo do jogador, permitindo o monitoramento de sua evolução ao longo de uma sessão.

As quantificações atribuídas às competências são representadas por algoritmos simples cujo formato fica a critério do programador que constrói os critérios de avaliação cognitiva do jogo. No entanto, é importante definir valores que representem ordens de grandeza capazes de demonstrar o comportamento e evolução da criança durante a realização de uma sessão. Utilizando-se os valores corretos, é possível constatar essas oscilações nos gráficos apresentados pela ferramenta de apresentação de resultados.

Com o objetivo de facilitar a construção desses critérios é fornecida uma infraestrutura que auxilia a manipulação das informações coletadas durante o jogo. A construção de um critério consiste em utilizar a linguagem de programação Drools para criar regras lógicas que verificam a existência de instâncias de informações coletadas durante uma sessão de jogo, e então geram como conseqüências o registro desses acontecimentos e a quantificação das habilidades cognitivas com determinada

intensidade. Exemplos de possíveis relações de causa-consequência estão representados na Tabela 6:

Tabela 6: Relação Causa-Consequência das Regras de Avaliação Cognitiva

| Causa | Consequência |
|--|---|
| Verificar a ocorrência de um determinado evento, estratégia ou resposta de pergunta | Atribuir valores de referência a competência |
| Obter a quantidade de ocorrências de eventos, de acertos e de erros | Atribuir tipo de contribuição (positiva ou negativa) a uma competência; |
| Identificar personagens e peças envolvidas em um evento | Registrar o momento do tempo em que um evento ocorreu |
| Identificar perseverações de eventos; | Gerar um evento de Estratégia |
| Construir sentenças lógicas que envolvam relações semânticas do evento através de manipulação dos elementos ou de seus tipos | |

O programador pode construir, a qualquer momento, critérios de avaliação cognitiva utilizando as estruturas de dados básicas fornecidas pela solução, representadas pelas APIs de Domínio do Módulo de Coleta e do Módulo de Avaliação, no entanto, com o intuito de facilitar a manipulação das informações coletadas, são fornecidas estruturas de dados que procuram organizá-las e agrupá-las em torno de uma API chamada de Critérios Comum apresentada a seguir.

5.5.5. API de Critérios Comum

Conforme foi apresentado, uma sessão de jogo psicopedagógico é capaz de gerar um grande número de informações que devidamente organizadas e modeladas são capazes

de fornecer interpretações sobre a capacidade cognitiva do jogador. O fato é que parte dessas interpretações é comum a qualquer jogo com características psicopedagógicas, o que possibilita sua generalização pelo ambiente computacional.

Com essa visão, o Roseta fornece duas estruturas de dados com objetivo de organizar e classificar os eventos registrados durante as sessões de jogo, facilitando a construção dos critérios de avaliação cognitiva pelos programadores, chamadas de Agrupadores e de Variáveis de Desempenho.

5.5.4.1. Agrupadores

Muitos dos eventos registrados durante uma sessão de jogo são repetidos ou semanticamente parecidos. Agrupar e organizar esses dados conforme vão sendo inseridos no repositório de objetos de uma sessão de jogo certamente facilita sua utilização na confecção dos critérios de avaliação cognitiva e na apresentação consolidada de seus resultados.

Com esse objetivo, o Roseta fornece uma estrutura de dados, chamada Agrupador, que possibilita agrupar eventos similares entre si e cuja quantificação tenha representação em termos de avaliação sobre as competências cognitivas trabalhadas pelo jogo. Assim, por exemplo, poderiam ser construídos agrupadores de eventos de erro, de acerto, de clique em um determinado personagem, de estratégias, de questões cuja resposta são a opção A ou qualquer outro agrupamento que satisfaça as necessidades de critérios que avaliam cognitivamente o jogador.

Ainda com a intenção de facilitar a construção de critérios, a solução provê um conjunto de agrupadores úteis e representativos em termos de avaliação cognitiva e que

podem ser reutilizados na construção de critérios de qualquer jogo psicopedagógico. Alguns desses agrupadores estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7: Agrupadores da API de Uso Comum

| Variáveis | Descrição |
|-----------------------------|---|
| eventos | Agrupam todos os eventos que acontecem durante o jogo |
| estratégias | Agrupam as estratégias que ocorrem durante uma sessão |
| questoes_objetivas | Agrupam as respostas de questões objetivas registradas durante uma sessão |
| questoes_discursivas | Agrupam questões discursivas registradas durante uma sessão |
| erros | Agrupam os eventos de erros registrados durante uma sessão |
| acertos | Agrupam os eventos de acertos registrados durante uma sessão |

5.5.4.2. Variáveis de desempenho

Existem informações geradas durante o jogo que através de critérios de agrupamento ou fórmulas matemáticas, produzem informações quantitativas e que precisam ter seus valores armazenados e monitorados ao longo de uma sessão de jogo. O acompanhamento temporal dessas informações é extremamente representativo em termos de avaliação cognitiva. Assim, por exemplo, acompanhar a evolução percentual de erros ou acertos ou acompanhar a rapidez entre jogadas durante uma sessão de jogo são informações que podem ser utilizadas na avaliação cognitiva do jogador ou serem utilizados para formar novos critérios de avaliação, subsidiando o trabalho de avaliação quanto a capacidade cognitiva da criança.

Com esse objetivo, o Roseta fornece uma estrutura de dados, chamada de Variável de Desempenho, capaz de armazenar valores quantitativos ligados ao desempenho do jogador durante o transcorrer de uma sessão. Podem ser utilizados na

construção dos critérios que quantificam as competências cognitivas trabalhadas por um jogo e em relatórios que apresentem sua evolução ao longo de uma sessão de jogo.

Ainda com a intenção de facilitar a construção de critérios, a solução implementa um conjunto de variáveis de desempenho úteis e reutilizáveis entre critérios de qualquer jogo psicopedagógico. Algumas dessas variáveis de desempenho são apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8: Variáveis de Desempenho da API de Uso Comum

| Variáveis | Descrição |
|---------------------------|--|
| percentual_erros | Armazena o percentual de erro e sua variação ao longo do tempo |
| percentual_acertos | Armazena o percentual de acertos e sua variação ao longo do tempo |
| precisão | Armazena a precisão de acerto do usuário em um intervalo de tempo parametrizado. |
| rapidez | Armazena a quantidade de eventos gerados pelo usuário ao longo da sessão |
| tempo_medio | Armazena o tempo médio gasto pela criança entre uma joga e outra ao longo do jogo. |

5.5.6. Regras Comuns

Conforme visto anteriormente a Roseta provê uma série de agrupadores e variáveis de desempenho que podem ser aplicadas a qualquer jogo psicopedagógico, tanto para interpretação quanto a capacidade cognitiva do jogador, quanto para sua reutilização na formação de novas regras para o jogo. Para isso, foi criado um arquivo Drools

(**regras_comuns_sessao.drl**) que concentra essas regras comuns que quantificam esses agrupadores e variáveis de desempenho para uma sessão.

As regras que computam os agrupadores de eventos, acertos, erros, estratégias e questões objetivas são ilustradas na Figura 5 . 17, Figura 5 . 18 e Figura 5 . 19. A leitura dessas regras pode ser feita da seguinte maneira:

- **Agrupador eventos** – Adicione ao agrupador de nome **eventos**, qualquer instância da classe Evento ou de suas especializações inseridas no repositório de objetos e pertencentes a uma determinada sessão, e que já não tenha sido adicionada ao agrupador.
- **Agrupador acertos** – Adicione ao agrupador de nome **acertos**, qualquer instância da classe EventoSimple ou de suas especializações inseridas no repositório de objetos e pertencentes a uma determinada sessão, cujo atributo tipo seja ACERTO e que já não tenha sido adicionada ao agrupador.
- **Agrupador erros** – Adicione ao agrupador de nome **erros**, qualquer instância da classe EventoSimple ou de suas especializações inseridas no repositório de objetos e pertencentes a uma determinada sessão, cujo atributo tipo seja ERRO e que já não tenha sido adicionada ao agrupador.
- **Agrupador estrategias** – Adicione ao agrupador de nome **estrategias**, qualquer instância da classe Estrategia inserida no repositório de objetos, pertencente a uma determinada sessão e que já não tenha sido adicionada ao agrupador.
- **Agrupador questoes_objetivas** – Adicione ao agrupador de nome **questoes_objetivas**, qualquer instância da classe QuestaoObjetiva inserida no

repositório de objetos, pertencentes a uma determinada sessão e que já não tenha sido adicionada ao agrupador.

```

30 rule "eventos"
31
32   when
33     $sessao: Sessao( dataHoraFim == null )
34     $evento : Evento( sessao == $sessao)
35     $commandEvento: CommandEventos( sessao == $sessao, nome == "eventos", elementosList not contains $evento)
36   then
37     System.err.println("-----Data Hora Fim-----" + $sessao.dataHoraFim);
38     modify($commandEvento){
39       add($evento);
40     }
41   end
42
43 rule "acertos"
44   when
45     $sessao: Sessao( dataHoraFim == null )
46     $evento : EventoSimples( tipo == TIPO_EVENTO.ACERTO, sessao == $sessao)
47     $commandEvento: CommandEventos( sessao == $sessao, nome == "acertos" , elementosList not contains $evento)
48   then
49     modify($commandEvento){
50       add($evento);
51     }
52   end
53
54 rule "erros"
55   when
56     $sessao: Sessao( dataHoraFim == null )
57     $evento : EventoSimples( tipo == TIPO_EVENTO.ERRO, sessao == $sessao)
58     $commandEvento: CommandEventos( sessao == $sessao, nome == "erros", elementosList not contains $evento)
59   then
60     modify($commandEvento){
61       add($evento);
62     }
63   end

```

Figura 5 . 17: Regras de Agrupadores para Eventos, Erros e Acertos

```

71
72 rule "estrategias"
73   when
74     $sessao: Sessao( dataHoraFim == null )
75     $estrategia : Estrategia( sessao == $sessao)
76     $commandEstrategia: CommandEstrategias( sessao == $sessao, nome == "estrategias", elementosList not contains $estrategia)
77   then
78     System.err.println("-----Agrupou estrategia -----");
79     modify($commandEstrategia){
80       add($estrategia);
81     }
82   end
83
84 rule "questoes_objetivas"
85   when
86     $sessao: Sessao( dataHoraFim == null )
87     $questao : QuestaoObjetiva( sessao == $sessao )
88     $commandQuestao: CommandQuestoesObjetivas( sessao == $sessao, nome == "questoes_objetivas", elementosList not contains $questao)
89   then
90     modify($commandQuestao){
91       add($questao);
92     }
93   end

```

Figura 5 . 18: Regras de Agrupadores para Estratégias e Questões Objetivas

As regras que computam os valores assumidos ao longo do tempo para as variáveis de desempenho percentual de acerto, percentual de erro e, são ilustradas na

Figura 5 . 19, Figura 5 . 20, Figura 5 . 21 e Figura 5 . 22. A leitura dessas regras pode ser feita da seguinte maneira:

- **Variável de Desempenho Percentual de Acerto** – A partir de qualquer alteração nos agrupadores de nome **eventos** e **acertos** pertencentes a uma determinada sessão, atribua o valor da divisão da quantidade de acertos pela quantidade de eventos a uma variável de desempenho de nome **acertos**, em um determinado instante no tempo.
- **Variável de Desempenho Percentual de Erro** – A partir de qualquer alteração nos agrupadores de nome **eventos** e **erros** pertencentes a uma determinada sessão, atribua o valor da divisão da quantidade de erros pela quantidade de eventos a uma variável de desempenho de nome **erros**, em um determinado instante no tempo.
- **Variável de Desempenho Percentual de Precisão** – A partir de qualquer alteração nos agrupadores de nome **acertos** e **erros** pertencentes a uma determinada sessão, reúna a quantidade de eventos simples que ocorreram em um intervalo de 40 segundos e atribua o valor da subtração entre a quantidade de acertos e quantidade de erros a uma variável de desempenho de nome **precisao**, em um determinado instante no tempo. Cabe ressaltar aqui que a constante de 40 segundos utilizada na regra representa uma estratégia de verificar a precisão em intervalos de tempo, evitando assim que seus valores acabem seguindo uma média geral e conseqüentemente dificulte a interpretação dos pontos de força e fraqueza nos quantificadores de precisão ao longo de duração de uma sessão.
- **Variável de Desempenho Tempo Médio**– A partir de qualquer alteração no agrupador de nome **eventos** pertencente a uma determinada sessão e cuja quantidade seja maior que 1, atribua o valor da divisão do tempo de duração de uma sessão pela

quantidade de eventos a uma variável de desempenho de nome **tempomedio**, em um determinado instante no tempo.

- **Variável de Desempenho Rapidez** – A partir de qualquer alteração no agrupador de nome **eventos** pertencente a uma determinada sessão reúna a quantidade de eventos simples que ocorreram em um intervalo de 60 segundos e atribua o valor da divisão entre a quantidade total de eventos e o tempo de 60s a uma variável de desempenho de nome **rapidez**, em um determinado instante no tempo

```
95 rule "percentual_acerto"
96 salience -10
97 no-loop
98   when
99     $sessao: Sessao( dataHoraFim == null )
100     $commandPercentual: CommandVariavelDesempenho( sessao == $sessao, nome == "acertos")
101     $commandEventos: CommandEventos( sessao == $sessao, nome == "eventos", qtdElementos != null, qtdElementos != 0)
102     $commandAcertos: CommandEventos( sessao == $sessao, nome == "acertos", qtdElementos != null )
103   then
104     Double valor = (double)$commandAcertos.getQtdElementos() / (double)$commandEventos.getQtdElementos();
105     modify($commandPercentual){
106       setValor(valor);
107     }
108   end
109
110 rule "percentual_erro"
111 salience -10
112 no-loop
113   when
114     $sessao: Sessao( dataHoraFim == null )
115     $commandPercentual: CommandVariavelDesempenho( sessao == $sessao, nome == "erros")
116     $commandEventos: CommandEventos( sessao == $sessao, nome == "eventos", qtdElementos != null, qtdElementos != 0 )
117     $commandErros: CommandEventos( sessao == $sessao, nome == "erros", qtdElementos != null)
118   then
119     Double valor = (double)$commandErros.getQtdElementos() / (double)$commandEventos.getQtdElementos();
120     modify($commandPercentual){
121       setValor(valor);
122     }
123   end
```

Figura 5 . 19: Regras de Variáveis de Desempenho para Percentual de Acertos e Erros


```

125 rule "precisao"
126 timer(int:0s 5s)
127 no-loop
128 salience -10
129 when
130     $sessao: Sessao( dataHoraFim == null )
131     $commandPrecisao: CommandVariavelDesempenho( nome == "precisao", sessao == $sessao)
132     $commandEventosAcerto: CommandEventos( sessao == $sessao, nome == "acertos")
133     $commandEventosErro: CommandEventos( sessao == $sessao, nome == "erros")
134     $acertos : Number( ) from accumulate ( EventoSimples(
135         eval( calculateCurrentDateDifference( dataHoraOcorrencia ) < 40 )
136     ) from $commandEventosAcerto.elementosList,
137         init( double total = 0.0; ),
138         action( total += 1; ),
139         result( total )
140     )
141     $erros : Number( ) from accumulate ( EventoSimples(
142         eval( calculateCurrentDateDifference( dataHoraOcorrencia ) < 40 )
143     ) from $commandEventosErro.elementosList,
144         init( double total = 0.0; ),
145         action( total += 1; ),
146         result( total )
147     )
148
149 then
150     System.err.println("*****");
151     System.err.println("Precisao (acertos)..." + $acertos);
152     System.err.println("Precisao (erros)..." + $erros);
153     Double valor = ($acertos - $erros);
154     System.err.println("Precisao (valor)..." + valor);
155     modify($commandPrecisao){
156         setValor(valor);
157     }
158
159 end

```

Figura 5 . 20: Regra de Variável de Desempenho para Precisão

```

161 rule "tempomedio"
162 no-loop
163 salience -10
164 when
165     $sessao: Sessao( dataHoraFim == null )
166     $commandTempoMedio: CommandVariavelDesempenho( nome == "tempomedio", sessao == $sessao)
167     $commandEventoTratado: CommandEventos( sessao == $sessao, nome == "eventos", penultimoElemento != null, ultimoElemento != null, qtdElementos > 1)
168 then
169     Long currentTime = new java.util.GregorianCalendar().getTimeInMillis();
170     Double tempoMedio = ((double) ((currentTime - (Long)(sessionClockMap.get($sessao.id))) / $commandEventoTratado.qtdElementos)) / 1000;
171     System.err.println("*****");
172     System.err.println("Tempo Medio..." + tempoMedio);
173     modify($commandTempoMedio){
174         setValor(tempoMedio);
175     }
176 end
177

```

Figura 5 . 21: Regra de Variável de Desempenho para Tempo Médio

```

178 rule "rapidez"
179 timer(int:0s 5s)
180 no-loop
181 salience -10
182 when
183   $sessao: Sessao( dataHoraFim == null )
184   $commandRapidez: CommandVariavelDesempenho(nome == "rapidez", sessao == $sessao)
185   $commandEventosTotais: CommandEventos( sessao == $sessao, nome == "eventos", qtdElementos != null )
186   $total : Number() from accumulate ( EventoSimples(
187                                     eval(calculteCurrentDateDiference(dataHoraOcorrencia) < 60)
188                                     ) from $commandEventosTotais.elementosList,
189                                     init(double total = 0.0;),
190                                     action( total += 1;),
191                                     result (total)
192                                   )
193 then
194   Double valor =100*($total/calculteCurrentDateDiference($sessao.dataHoraInicio));
195   System.err.println("Rapidez (valor)..." + valor);
196   modify($commandRapidez){
197     setValor(valor);
198   }
199 end

```

Figura 5 . 22: Regra de Variável de Desempenho para Rapidez

5.5.7. Considerações

Acredita-se que a tarefa de construção computacional de critérios de avaliação cognitiva de um jogo psicopedagógico criadas por neurocientistas seja facilitada pela manipulação de informações padronizadas. Além disso, a possibilidade de construir regras desacopladas do código possibilita maior facilidade de remoção, alteração e inclusão de regras. Um dos pontos fortes da solução apresentada é a possibilidade de construir critérios utilizando um modelo de regras baseado em causa e consequência que manipulam as instâncias das API de Domínio do Módulo de Coleta (Evento, Estrategia, Questionario), do Módulo de Construção de Critérios (Competencia, Forca) e a API de Uso Comum (Agrupadores e Variáveis de desempenho) conforme suas inserções no repositório de objetos.

5.6. Módulo de Apresentação de Resultados

Esse módulo tem como principais objetivos fornecer uma infraestrutura para o funcionamento dos ambientes de avaliação cognitiva e apoiar o trabalho de avaliação e

reabilitação de crianças com déficits cognitivos a partir dos resultados gerados pela execução dos critérios conforme ilustrado na Figura 5 . 23.

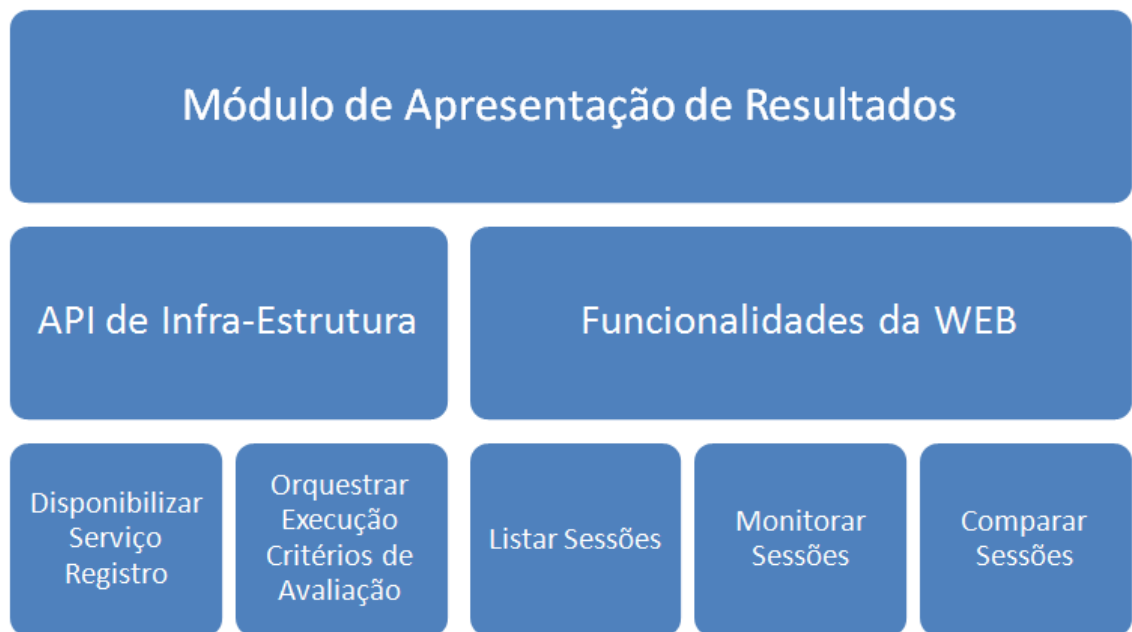


Figura 5 . 23: Módulo de Apresentação de Resultados

Entre suas responsabilidades estão tarefas de:

- Infraestrutura de execução do ambiente de avaliação cognitiva para um jogo
 - Disponibilizar os serviços web REST para o registro de informações coletadas através das APIs do Módulo de Coleta;
 - Orquestrar a execução de critérios de avaliação construídos através das APIs do Módulo de Critérios;
- Funcionalidades WEB que apresentem os resultados gerados pelos critérios de avaliação cognitiva
 - Listar Sessões
 - Monitorar Sessão Ativa
 - Apresentar informações básicas de uma sessão de jogo;
 - Apresentar monitoramento dos eventos que ocorrem durante a sessão;

- Apresentar resultados gerados pelos critérios de avaliação cognitiva através de relatórios e gráficos da evolução dos agrupadores, variáveis de desempenho e competências trabalhadas durante uma sessão;
- Comparar sessões

Abaixo são apresentadas as tecnologias utilizadas no desenvolvimento desse módulo, um detalhamento da infraestrutura e das funcionalidades web e uma visão arquitetural de seus componentes.

5.6.1. Tecnologias

Os critérios utilizados na seleção das tecnologias utilizadas para a construção desse módulo resumem-se em: capacidade técnica da ferramenta, se é de utilização livre, se tem código aberto, e sua facilidade de aprendizado.

A seguir são detalhadas algumas dessas tecnologias.

5.6.1.1. Java Server Faces

Java Server Faces (JSF) é um framework server-side de componentes de interface para aplicações web baseadas em tecnologia Java. Os principais componentes do JavaServer Faces tecnologia são as seguintes:

- API para representar componentes UI e gerenciar seu estado; Manipulação de eventos, do lado do servidor, validação e conversão de dados, definição de navegação de página, apoio a internacionalização e acessibilidade; e extensibilidade que prevê todas essas características. (Oracle, 2011)

- Duas bibliotecas de tags personalizadas para expressar componentes UI de uma página JSP e componentes e fazer a ligação do lado do servidor de objetos (Oracle, 2011).

A escolha de JSF como tecnologia para desenvolvimento da solução do módulo de análise se deve a existência de vários frameworks que fornecem componentes ricos para compor uma aplicação web. O JSF se torna a escolha natural dentro da solução desejada, por apresentar ferramentas capazes de fornecer melhor usabilidade ao usuário, de suprir a necessidade de interação do mediador e do especialista com a aplicação, e por ter componentes que recebam dados do servidor e apresente-os em tempo real utilizando tecnologia AJAX.

5.6.1.2. Richfaces

RichFaces é uma biblioteca de componentes ricos para JavaServer Faces (JSF) capaz de estender as capacidades AJAX do framework JSF e que possui recursos avançados para o desenvolvimento de aplicações corporativas na web. Provê funcionalidades previstas pelo JSF 2 incluindo ciclo de vida, validação, conversão, e gestão dos recursos estáticos e dinâmicos. Além disso, inclui uma grande quantidade de componentes ricos com suporte a Ajax e *look-and-feel* customizável que pode ser incorporado em aplicações JSF (JBoss, 2011).

A necessidade de apresentação em tempo real dos eventos coletados, relatórios gráficos dinâmicos durante uma sessão e a utilização de componentes ricos que tornassem essa experiência mais agradável do ponto de vista de usabilidade fizeram do Richfaces a escolha ideal como framework de interfaces ricas JSF.

5.6.1.3. JFreeChart

JFreeChart é uma biblioteca gráfica 100% livre de Java que torna fácil para os desenvolvedores a exibição de gráficos de qualidade profissional em suas aplicações. Entre as inúmeras características do JFreeChart ela inclui: uma API consistente e bem documentado, suportando uma ampla gama de tipos de gráficos; um design flexível que é fácil de estender, e tem como alvo tanto o lado do servidor quanto o lado cliente de aplicações; suporte para diversos tipos de saída, incluindo componentes Swing, arquivos de imagem (incluindo JPEG e PNG), e formatos de arquivos vetoriais gráficos (incluindo PDF, EPS e SVG). (JFREEORG, 2011).

Um dos objetivos do módulo de apresentação de resultados é apresentar gráficos que informem a evolução quantitativa dos agrupadores, variáveis de desempenho e das competências cognitivas ao longo de uma sessão. Além disso, é fornecida também uma comparação evolutiva entre sessões, possibilitando identificar em um mesmo gráfico diferenças de desempenho entre uma sessão e outra. O JFreechart se mostrou a ferramenta com maior quantidade de recursos capazes de atender a construção computacional dessas funcionalidades.

5.6.2. API de Infraestrutura

A API de Infraestrutura do Módulo de Apresentação de Resultados tem como objetivo, encapsular as complexidades existentes na disponibilização dos serviços web utilizados para registrar as informações coletadas durante as sessões de jogos no repositório de objetos, instanciar, executar e apresentar os critérios de avaliação cognitiva do jogo. Para isso são disponibilizadas algumas classes cujas responsabilidades são detalhadas a seguir:

➤ **br.ufrj.nce.scer.moduloapresentacao.rest.application.SCERApplication:**

Essa classe é utilizada para registrar todos os serviços web que serão disponibilizados pelo Roseta através da biblioteca RestEasy, que no caso estão concentrados na classe RestCognitiveServicesFacade da API de Infraestrutura do Módulo de Construção de Critérios. Além disso precisa ser registrada com os seguintes parâmetros no arquivo web.xml da aplicação.

```
<context-param>
  <param-name>javax.ws.rs.core.Application</param-name>
  <param-
value>br.ufrj.nce.scer.moduloapresentacao.rest.application.SCERA
pplication</param-value>
</context-param>
<context-param>
  <param-name>resteasy.servlet.mapping.prefix</param-name>
  <param-value>/resteasy</param-value>
</context-param>
```

➤ **br.ufrj.nce.scer.moduloapresentacao.listener.SCERServletContextListe**

ner: Essa classe implementa um servlet listener que instancia um singleton, cuja responsabilidade é iniciar o monitorador do repositório de objetos;

➤ **br.ufrj.nce.scer.moduloapresentacao.listener.ReporterTask:** Essa classe tem a função de monitorar o repositório de objetos e imprimir na console os resultados dos processamentos efetuados pelas regras.;

➤ **Classes do pacote br.ufrj.nce.scer.moduloapresentacao.managedbean:**

Classes que são o controle da camada MVC do JSF e fazem o papel de intermediação entre as classes que processam e armazenam os resultados processados pelas regras, entregando-os para as páginas de exibição.

- **Pastas e arquivos do diretório WebContent:** CSS, Java Scripts e páginas xhtml que formam o conteúdo web da aplicação de apresentação de resultados.

5.6.3. Funcionalidades da WEB

O módulo de Apresentação de Resultados foi concebido para disponibilizar funcionalidades que apresentem os resultados gerados pela execução dos critérios de avaliação cognitiva com o objetivo de orientar e auxiliar o trabalho de avaliação e reabilitação cognitiva realizado por especialistas. Sendo assim, são disponibilizadas funcionalidades que tentam atender as expectativas dos profissionais que estão diretamente ligados a esse trabalho.

Abaixo são descritas essas funcionalidades e seus objetivos dentro do contexto apresentado até o momento.

5.6.2.1. Listar sessões

A funcionalidade listar sessões apresenta uma listagem das sessões de jogos psicopedagógicos que tenham seus dados registrados no repositório de objetos sofrendo processamento dos critérios de avaliação cognitiva. A partir dessa listagem o mediador ou especialista pode selecionar uma sessão e monitorá-la em tempo real conforme apresentado na Figura 5 . 24.



Figura 5 . 24: Visão Arquitetural de Sessões Ativas

Na Figura 5 . 25 é apresentada duas sessões realizadas para o Jogo dos Bonecos, onde podem ser acessadas as funcionalidades de monitoramento e de comparação de sessões.

| Sessão | | | | | | | | |
|---|--------------------------------------|------------------------------|-----|-------------------|-------|------------------------------|-------------------|---------------|
| CONSULTAR SESSÕES | | | | | | | | |
| Select | ID | Início | Fim | Nome do paciente | Idade | Avaliador | Nome do Jogo | |
| <input type="checkbox"/> | 24a35a95-1908-4583-abe0-7359cc658c82 | Tue Oct 11 14:01:13 BRT 2011 | | Aluno Jogo Boneco | 8 | André Luiz Antunes de Moraes | Jogos dos Bonecos | EDITAR |
| <input type="checkbox"/> | 3b52c77e-1e1b-440f-8061-8024d4c54651 | Tue Oct 11 14:06:27 BRT 2011 | | Aluno Jogo Boneco | 8 | André Luiz Antunes de Moraes | Jogos dos Bonecos | EDITAR |
| <input type="button" value="Comparar Sessões"/> | | | | | | | | |

Figura 5 . 25: Tela de Listagem de Sessões

5.6.2.2. Monitorar Sessão Ativa

A funcionalidade Monitorar Sessão Ativa possibilita monitorar uma sessão que tenha seus dados registrados no repositório de objetos e que sejam processados pelos critérios de avaliação cognitiva do jogo. Nessa funcionalidade são disponibilizadas as seguintes informações:

- Informações básicas da sessão, do jogo, do mediador, do jogador, conforme apresentado Figura 5 . 26;



The screenshot shows a software interface for monitoring an active session. At the top, there is a navigation bar with a highlighted 'Sessão' tab. Below it, a sub-menu 'Sessões Ativas' is visible, with 'Sessão' selected. The main content area is divided into three columns: 'Dados Gerais', 'Dados Paciente', and 'Dados Sessão'. Each column contains a table of information.

| Dados Gerais | | Dados Paciente | | Dados Sessão | |
|--------------|-------------------|----------------|--------------------|--------------|----------------------------|
| Nome: | Jogos dos Bonecos | Nome: | Aluno Experimental | Início: | 10/11/2011 04:17:06 |
| Descrição | | Idade | 8 | Fim: | 10/11/2011 04:17:48 |
| Objetivo | Jogo de Atenção | Sexo | MASCULINO | Duração | 41.984 segundos |
| | | | | Avallador | Max de Castro Rodrigues |

Figura 5 . 26: Informações Gerais da Sessão

- Acompanhar o registro de eventos, estratégias e respostas de questionários no repositório de objetos em tempo real;
- Acompanhar através de relatórios gráficos a evolução quantitativa de agrupadores e dos valores assumidos pelas variáveis de desempenho e competências cognitivas trabalhadas pelo jogo.

Na Figura 5 . 27 são apresentados os eventos capturados durante o jogo, o instante de ocorrência do evento dentro da duração da sessão, seu tipo e o personagem envolvido no evento. Com essa funcionalidade é possível ter uma visão cronológica de acontecimento dos eventos e averiguar comportamentos que levem a uma melhor interpretação sobre as forças e fraquezas cognitivas da criança nos diferentes intervalos que compõem uma sessão.

| Nome | Momento de Ocorrência (segundos) | Tipo de Evento | Especialização | Personagem |
|------|----------------------------------|----------------|--|-----------------------|
| | 5.136 | ACERTO | br.ufjf.nce.scer.modulocoleta.domain.evento.simples.EventoOnDrag | corpo |
| | 10.619 | ACERTO | br.ufjf.nce.scer.modulocoleta.domain.evento.simples.EventoOnDrag | perna direita |
| | 13.587 | ERRO | br.ufjf.nce.scer.modulocoleta.domain.evento.simples.EventoOnDrag | perna esquerda errada |
| | 15.828 | ACERTO | br.ufjf.nce.scer.modulocoleta.domain.evento.simples.EventoOnDrag | perna esquerda |
| | 18.394 | ACERTO | br.ufjf.nce.scer.modulocoleta.domain.evento.simples.EventoOnDrag | cabeça |
| | 20.571 | ACERTO | br.ufjf.nce.scer.modulocoleta.domain.evento.simples.EventoOnDrag | braço direito |
| | 22.084 | ERRO | br.ufjf.nce.scer.modulocoleta.domain.evento.simples.EventoOnDrag | braço esquerdo |
| | 24.338 | ACERTO | br.ufjf.nce.scer.modulocoleta.domain.evento.simples.EventoOnDrag | braço esquerdo |
| | 31.756 | ACERTO | br.ufjf.nce.scer.modulocoleta.domain.evento.simples.EventoOnDrag | mão esquerda |
| | 34.362 | ACERTO | br.ufjf.nce.scer.modulocoleta.domain.evento.simples.EventoOnDrag | mão direita |
| | 36.994 | ACERTO | br.ufjf.nce.scer.modulocoleta.domain.evento.simples.EventoOnDrag | pé esquerdo |
| | 40.497 | ACERTO | br.ufjf.nce.scer.modulocoleta.domain.evento.simples.EventoOnDrag | pé direito |

Figura 5 . 27: Listagem de Eventos Capturados

Na Figura 5 . 28 são apresentadas as estratégias registradas através do módulo de coleta ou geradas a partir da execução das regras que compõem os critérios de avaliação cognitiva. São apresentados o nome da estratégia, o instante na sessão em que ocorreu e uma descrição dos motivos dessa estratégia ter sido considerada.

| Nome | Momento de Ocorrência (segundos) | Descrição |
|-------------------------|----------------------------------|--|
| MELHOR_PECA_SELECIONADA | 5.951 | O tronco do boneco é considerada a melhor peça do jogo, pois ela se liga a todas as outras, o que facilita o encaixe das próximas. Isso pode evidenciar uma maior capacidade cognitiva da criança. |

Figura 5 . 28: Listagem de Estratégias Capturadas

Na Figura 5 . 29 é apresentada as perguntas previstas que são utilizadas antes, durante e após uma sessão de jogo psicopedagógico. São apresentadas uma descrição das perguntas e a resposta selecionada.

| | | | | | | |
|----------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|-------------------------|--------------|
| Sessão | Eventos | Estratégias | Questões | Agrupadores | Variáveis de Desempenho | Competências |
| Pergunta | Resposta Obtida | Pergunta | Resposta Obtida | | | |

Figura 5 . 29: Listagem de Perguntas de Questionários

Na Figura 5 . 30 é apresentada uma listagem das variáveis de agrupamento que são geradas pelos critérios de avaliação cognitiva do jogo. Através dessa visão, o avaliador consegue fazer uma análise quantitativa dos eventos semanticamente parecidos e que são agrupados numa linha de tempo de duração da sessão. No exemplo abaixo, é possível verificar em qual o período do jogo ele mais acertou e errou, além da distribuição dos eventos e estratégias ao longo da duração da sessão.

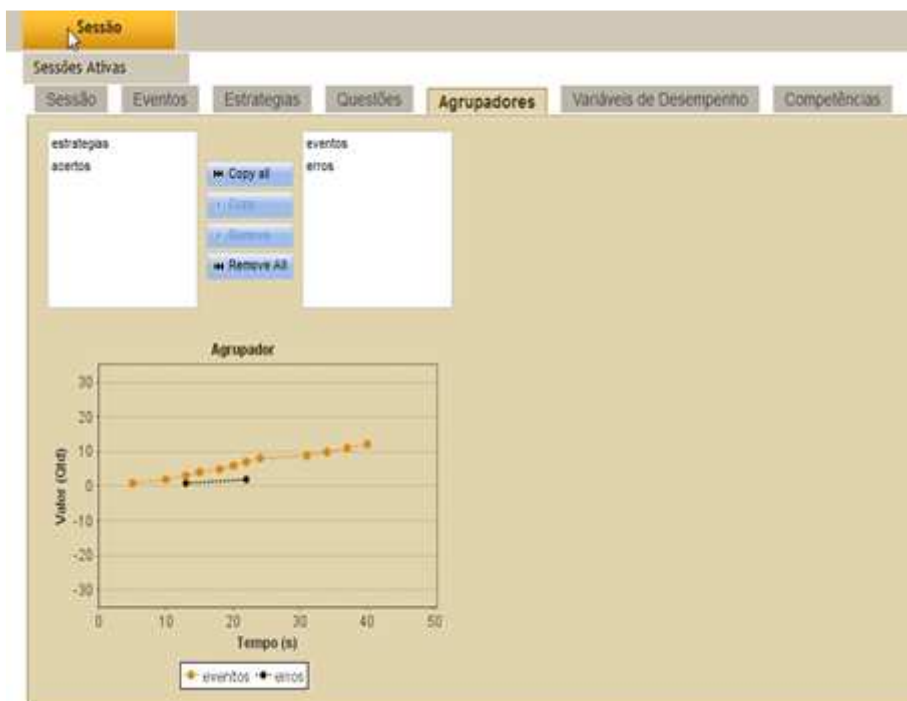


Figura 5 . 30: Agrupadores

Na Figura 5 . 31: Variáveis de Desempenho é apresentada uma listagem das variáveis de desempenho que são geradas pelos critérios de avaliação cognitiva do jogo.

Através desses relatórios gráficos, o avaliador consegue fazer uma análise quantitativa da evolução no tempo das variáveis que podem contribuir diretamente para a quantificação das competências cognitivas trabalhadas pelo jogo.

A Roseta já provê uma série de agrupadores e variáveis de desempenho que são comuns a todos os jogos psicopedagógicos e que são listados pelo módulo de apresentação de resultados. Agrupadores e variáveis de desempenho construídos especificamente para um jogo também são listadas pelo módulo de apresentação de resultados uma vez que é realizada uma busca no repositório de objetos por instâncias desse estrutura de dados conforme ilustrado na Figura 5 . 30 e Figura 5 . 31.

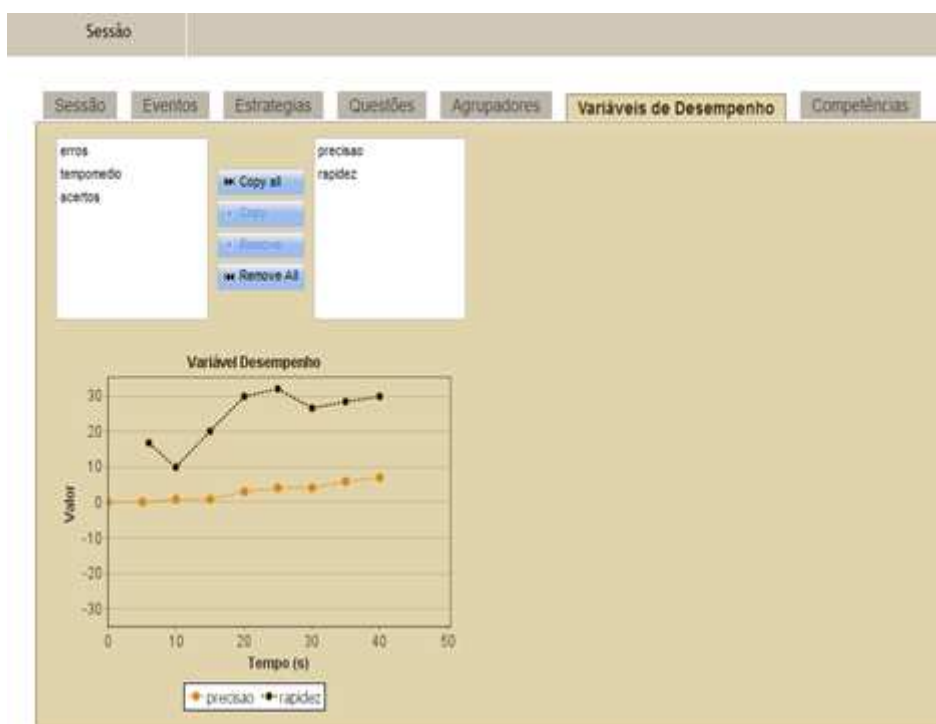


Figura 5 . 31: Variáveis de Desempenho

Na Figura 5 . 32 é apresentada uma listagem das competências cognitivas trabalhadas durante o jogo e quantificadas por seus critérios de avaliação cognitiva. Através de relatórios gráficos, o avaliador consegue fazer uma análise quantitativa da evolução das variações dessas competências durante uma sessão de jogo. No exemplo

ilustrado, a competência de atenção focal vai sendo quantificada numa linha de tempo de jogo, permitindo uma interpretação dos momentos de altos e baixos da criança durante o jogo.

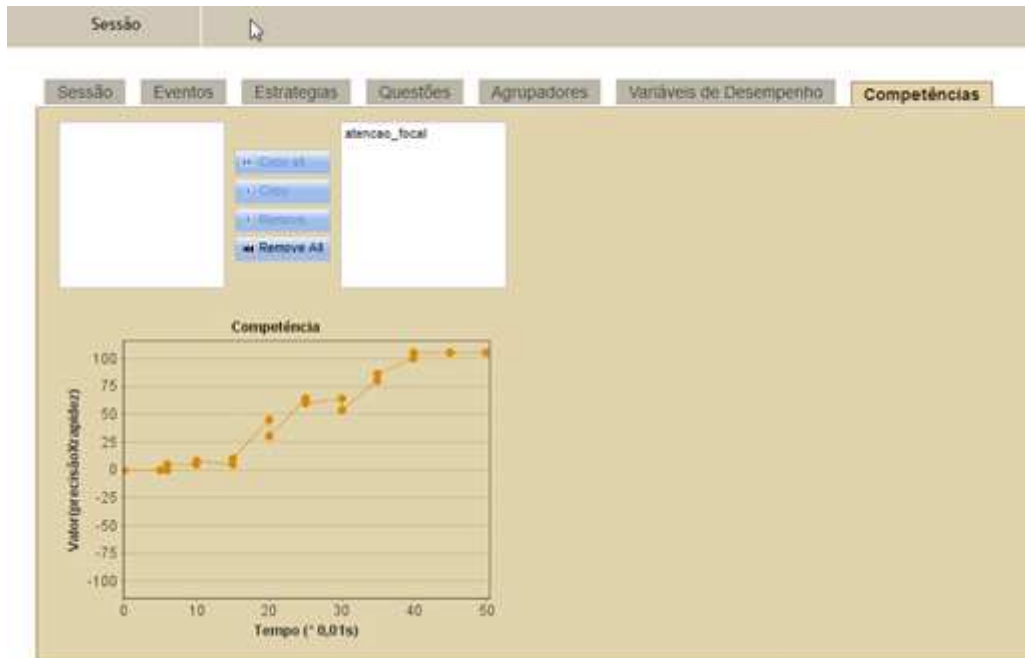


Figura 5 . 32: Competências Cognitivas

5.6.2.3. Comparar Sessões

A funcionalidade Comparar Sessões possibilita o especialista gerar relatórios gráficos comparativos entre os valores das variáveis de desempenho e das competências cognitivas obtidas através das sessões de um mesmo jogo psicopedagógico. Isso permite, por exemplo, comparar a evolução da criança entre uma sessão de jogo e outra, o que pode corroborar as propostas de aprendizado através das técnicas do Fio Condutor e da Elaboração Dirigida.

Na Figura 5 . 33 o especialista pode selecionar duas sessões diferentes de um jogador para um jogo e comparar o seu desempenho através dos gráficos quantitativos das competências trabalhadas durante as sessões.

CONSULTAR SESSÕES

| Select | ID | Início | Fim | Nome do paciente | Idade | Avaliador | Nome do Jogo | |
|-------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------|-------|------------------------------|-------------------|--------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | 7c9b1d6d-3dc0-4872-b34f-3b22d399d379 | Mon Oct 17 09:54:18 BRST 2011 | Mon Oct 17 09:55:09 BRST 2011 | Aluno Experimental | 8 | André Luiz Antunes de Moraes | Jogos dos Bonecos | EDITAR |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 7654c105-cff9-4784-9042-89ee2c58ee54 | Mon Oct 17 09:48:42 BRST 2011 | Mon Oct 17 09:50:56 BRST 2011 | Aluno Experimental | 8 | André Luiz Antunes de Moraes | Jogos dos Bonecos | EDITAR |

Figura 5 . 33: Listagem para Comparação ente Sessões

Na Figura 5 . 34 são apresentados os dados comparativos entre duas sessões através de uma simulação onde pode ser observada uma evidência na diferença no desempenho na competência de atenção focal durante o transcorrer de duas sessões do Jogo dos Bonecos. Acredita-se que com essa funcionalidade, a ferramenta auxiliaria visualmente tanto o mediador quando o avaliador a comprovar que a partir da utilização das técnicas da Elaboração Dirigida e do Fio Condutor, a criança poderia apresentar significativas melhoras entre uma sessão e outra.

» Dados Sessão 1

| | |
|-------------------|------------------------|
| Nome do Jogo: | Jogos dos Bonecos |
| Nome do Paciente: | Aluno Experimental |
| Início: | 17/10/2011 11:54:18 |
| Fim: | 17/10/2011 11:55:09 |
| Duração: | 329.199 segundos |

» Competências

atencao_focal

» Dados Sessão 2

| | |
|-------------------|------------------------|
| Nome do Jogo: | Jogos dos Bonecos |
| Nome do Paciente: | Aluno Experimental |
| Início: | 17/10/2011 11:48:42 |
| Fim: | 17/10/2011 11:50:56 |
| Duração: | 664.932 segundos |

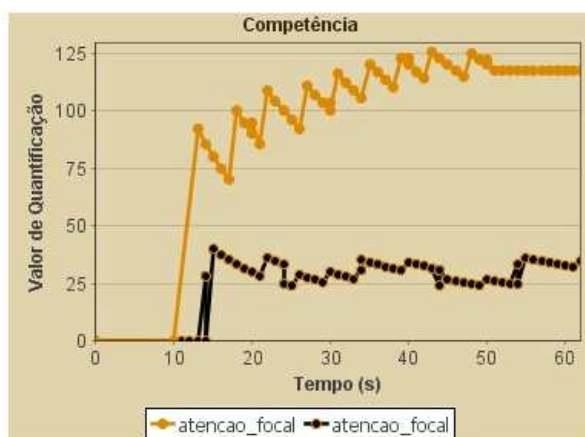


Figura 5.34: Relatório de Comparação entre Sessões

5.6.4. Considerações

. O modulo de apresentação de resultados é a peça integradora da solução proposta pela Roseta, provendo a infraestrutura que disponibiliza o serviço de registro das informações coletadas, cria o repositório de dados que recebe as informações coletadas, instancia os critérios de avaliação cognitivo que processam essas informações e apresenta os resultados graficamente para que possam ser interpretados por um especialista. A variedade de informações, as diferentes visões quantitativas apresentadas através de gráficos e relatórios podem subsidiar os especialistas na avaliação e reabilitação cognitiva da criança. Além disso, é possível realizar análises qualitativas a partir da junção de informações providas pelos relatórios dos registros capturados

durante o jogo, com os gráficos de evolução de agrupadores e variáveis de desempenho, permitindo identificar oscilações de desempenho durante a sessão de jogo.

Capítulo 6

Estudo de Caso e Simulações de Uso

*“Cada criança que se ensina é um
homem que se conquista.”*

Victor Hugo

Neste capítulo é apresentado um estudo de caso e simulações de uso da ferramenta para validar os objetivos e o cumprimento das hipóteses e questões de pesquisa definidas no início do trabalho. Para isso são propostos cenários que consistem na construção de um ambiente de avaliação cognitiva para dois dos jogos psicopedagógicos da plataforma proposta por Marques através da infraestrutura computacional oferecida pela plataforma Roseta.

Abaixo são detalhados respectivamente o problema a ser tratado, a solução adotada, o detalhamento dos experimentos, sua metodologia e uma análise dos resultados obtidos.

6.1. Problema

O problema escolhido para esse estudo de caso consiste na virtualização de ambientes de avaliação cognitiva para dois jogos que possibilitam o estudo da competência de Atenção. Embora diferentes em suas regras, esses jogos seguem um mesmo modelo de avaliação cognitiva, baseado em critérios que foram definidos por uma equipe de especialistas em Neurociência através de um trabalho interdisciplinar realizado nas aulas de Neuropedagogia e Informática do PPGI.

Os critérios desenvolvidos para avaliar a competência cognitiva de Atenção Focal de uma criança foram construídos a partir de pesquisa literária de autores que desenvolveram estudos de déficit de atenção que evidenciam comportamentos capazes de sinalizar esses tipos de deficiência. Embora esses critérios tenham sido criados com largo embasamento teórico, é importante salientar que as ferramentas propostas pelo ambiente computacional Roseta não tem o propósito de validá-los, e sim facilitar sua modelagem e construção computacional.

O modelo de avaliação cognitiva proposto pelos jogos de atenção utilizados no experimento baseia-se no modelo da competência de Atenção. Lima (2005) define a Atenção como a capacidade do indivíduo em responder predominantemente os estímulos que lhes são significativos em detrimento de outros.

Existem diversas propostas de divisão e classificação da competência de Atenção. Um das propostas é na forma de sua operacionalização que a subdivide em Seletiva, Sustentada, Alternada e Dividida.

Atenção Seletiva: capacidade de emitir respostas a um estímulo específico desconsiderando aqueles não relevantes, mantendo sobre este estímulo específico uma

orientação atencional focal. Com relação a tal habilidade, alguns autores delimitam ainda os processos de busca de característica e busca de conjunção. No primeiro processo, sujeitos são solicitados a encontrar um estímulo-alvo que difere em apenas uma característica em relação aos distratores, o que torna a tarefa relativamente fácil. Na busca de conjunção, no entanto, os estímulos-alvo possuem duas ou mais características que os distinguem dos distratores, ou seja, o indivíduo deve processar uma conjunção de características, o que torna a tarefa mais complexa (CAPOVILLA e DIAS, 2005).

Atenção Sustentada ou Vigilância: capacidade de manter o foco de atenção em um estímulo por um período de tempo, e de detectar o aparecimento de um sinal ou um estímulo-alvo de interesse quando este ocorrer esporadicamente e que exija imediata reação. Ou seja, refere-se à capacidade do indivíduo em manter, sustentar por um período prolongado de tempo a atenção seletiva sobre o estímulo. A atenção sustentada é comumente e, às vezes leigamente, referida como 'concentração' (CAPOVILLA e DIAS, 2005).

Atenção Alternada: refere-se à capacidade de substituir um estímulo-alvo da atenção por outro, por meio da investigação ativa no ambiente, identificando particularidades em estímulos mediante as alterações. É uma função complexa, pois depende da memória de trabalho e do controle inibitório (CAPOVILLA e DIAS, 2005).

Atenção Dividida: refere-se a capacidade de dividir a atenção entre vários estímulos ao mesmo tempo em duas ou mais tarefas independentes, que exijam respostas rápidas, coordenando e executando as tarefas simultâneas, por exemplo, a atenção dividida impõe o tratamento simultâneo de várias informações. Apesar de a realização concomitante de dois processos controlados, geralmente, refletir em rapidez e exatidão

de execução insatisfatórias, a execução simultânea de duas tarefas pode ser otimizada se ao menos uma das tarefas envolver um processo automático (CAPOVILLA e DIAS, 2005).

Baseando-se nos conceitos definidos pela subdivisão da competência de atenção, se consegue estabelecer parâmetros comportamentais durante um jogo que possibilitam quantificar a capacidade do indivíduo em um ou mais tipos de atenção. Seguindo essa premissa, essa equipe de especialistas propôs um modelo de avaliação cognitiva para jogos psicopedagógicos de atenção conforme representado na Figura 6 . 1.

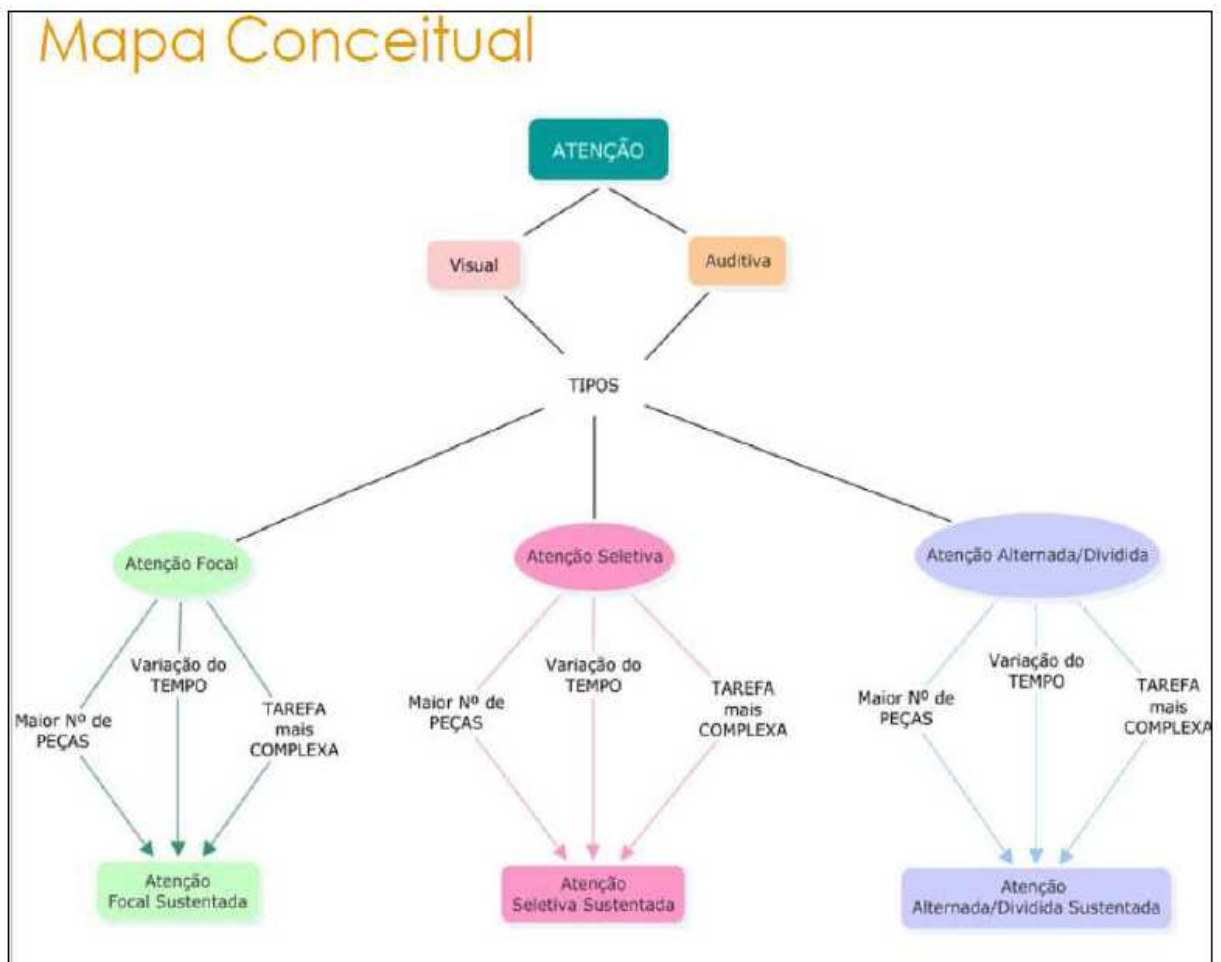


Figura 6 . 1: Mapa Conceitual das Subdivisões da Competência Atenção

Nesse modelo foram definidas variáveis que se relacionam com a capacidade de atenção do jogador, tais como: quantidade de peças movimentadas, tempo de resposta entre uma ação e outra, complexidade de uma tarefa, quantidade de erros e acertos em um intervalo de tempo. Utilizando-se essas variáveis foram criadas funções matemáticas capazes de quantificar as competências de atenção em um dado instante de tempo de uma sessão de jogo. Essas variáveis e funções estão especificadas na Figura 6 . 2.

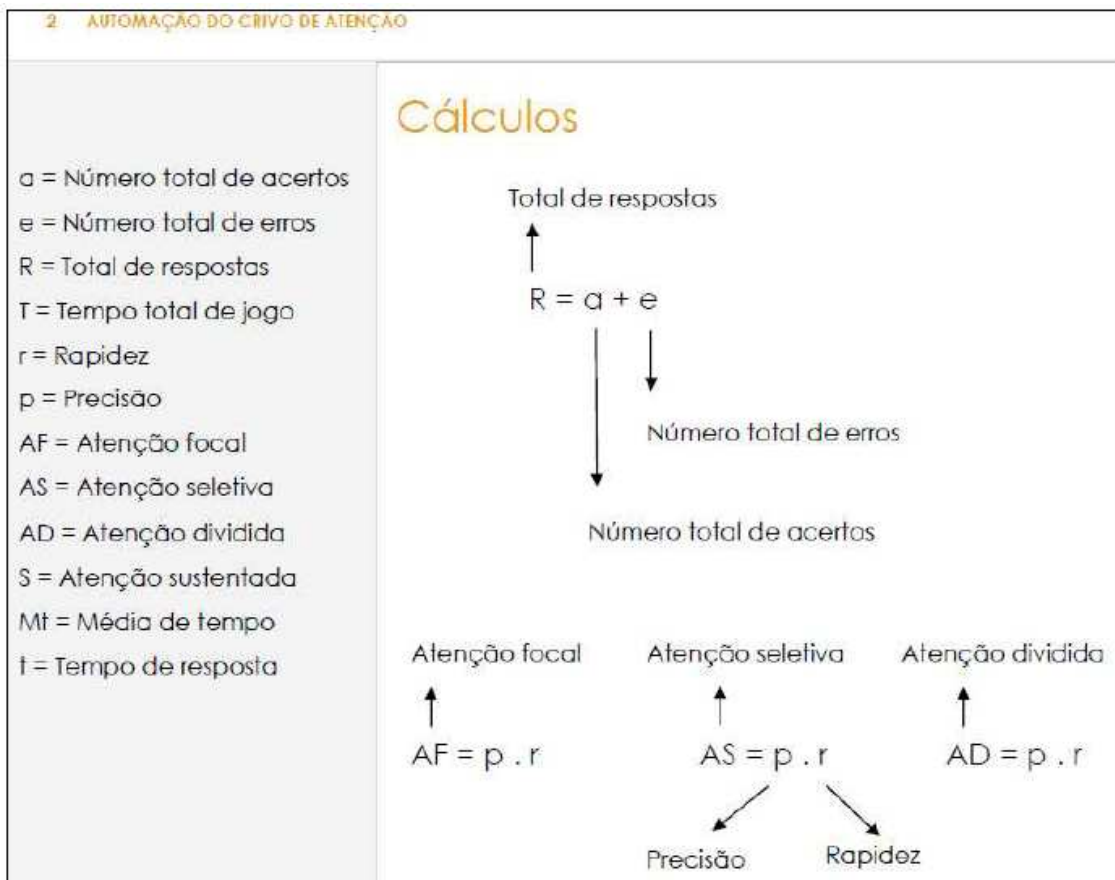


Figura 6 . 2: Variáveis e Funções Matemáticas para Quantificação da Competência de Atenção

Com base nesse modelo foram selecionados dois jogos de atenção para a realização de dois experimentos cujos objetivos são:

- Validar a capacidade técnica do ambiente computacional Roseta em fornecer as ferramentas adequadas para construir ambientes de avaliação cognitiva através de

jogos psicopedagógicos, atendendo as necessidades das diferentes etapas e profissionais envolvidos em suas tarefas;

- Validar se as funcionalidades providas pela ferramenta de apresentação de resultados são capazes de auxiliar o mediador e o avaliador em seus trabalhos de avaliação e reabilitação cognitiva através de jogos psicopedagógicos e verificar se a ferramenta de comparação de sessões possibilita evidenciar a evolução de aprendizagem ao se adotar as técnicas da Elaboração Dirigida e do Fio Condutor;

O primeiro jogo do experimento é o apresentado na Figura 6 . 3. Seu objetivo principal se resume em arrastar corretamente e no menor tempo possível as peças localizadas em um painel à esquerda até a moldura do boneco do lado direito. O desempenho com que executa essa tarefa se traduz na capacidade de atenção focal do jogador, que é quantificada em função da rapidez (quantidade de movimentos certos ou errados realizados dentro de um intervalo x de tempo) e da precisão (percentual de movimentos corretos nos últimos x segundos) com que isso é efetuado ao longo da sessão de jogo. Para completar os critérios previamente previstos pelos Neurocientistas e adicionar o fator complexidade, são acrescentados ainda peças distratoras, que possuem encaixes diferentes dos que foram definidos pela moldura, com o objetivo de criar dificuldades dentro do jogo.


| | |
|---|---|
| <p>Jogo “Monta Boneco” Quantidade de Peças: poucas Tamanho da tela: 760 x 420</p>  | <p>Regras do jogo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • O jogador deve clicar no botão para começar a jogar. • O jogador deve arrastar uma peça de cada vez. • Se a peça estiver correta, ele se fixará. • Caso a peça escolhida esteja correta, ela não se fixará e voltará para o lugar. |
|---|---|

Figura 6 . 3: Jogo Monta Bonecos

O segundo jogo do experimento é o apresentado na Figura 6 . 4. Seu objetivo principal consiste em localizar o bicho em destaque dentro de um mosaico. Assim como o Jogo dos Bonecos, são avaliadas também a rapidez e a precisão com que isso é efetuado ao longo do tempo e o fator complexidade está associado a quantidade de elementos distratores presentes no cenário utilizado para encontrar os bichos.

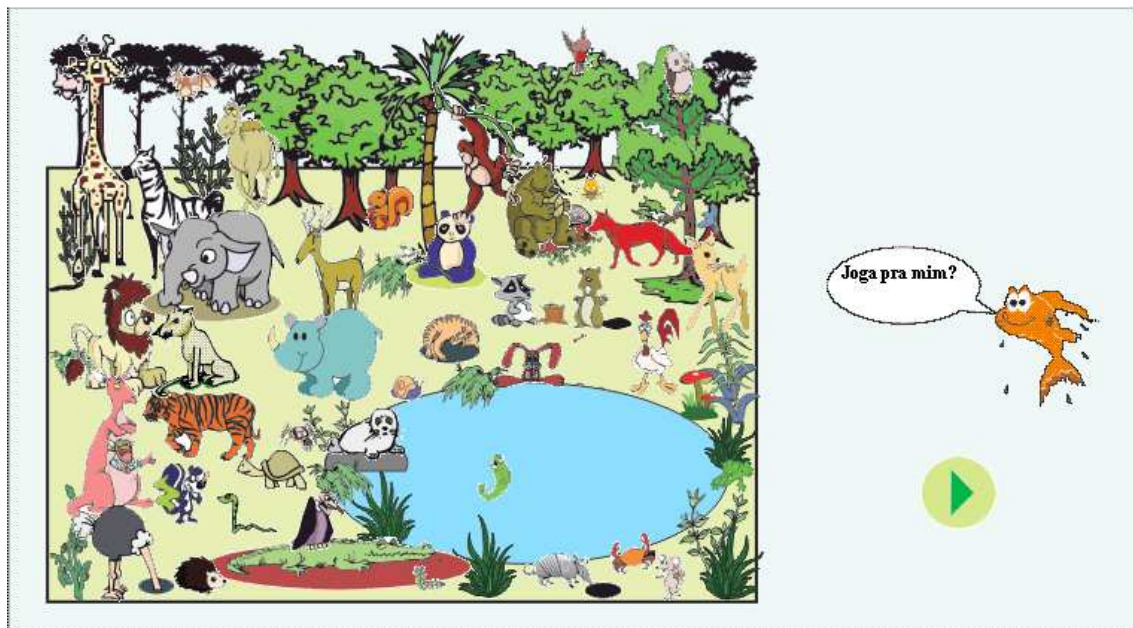


Figura 6 . 4: Jogo dos Bichos

As próximas seções detalham os experimentos, descrevendo a solução técnica adotada através da Roseta, metodologia utilizada e os resultados obtidos através dos experimentos realizados com alunos de Neuropedagogia e Informática do PPGI.

6.2. Solução

A construção da solução para ambos os jogos envolveu a utilização da API de Coleta, para coletar e registrar as informações pertinentes do jogo, da API de Construção de Critérios, para elaborar as regras que quantificam as competências cognitivas trabalhadas pelo jogo e a Ferramenta de Apresentação de Resultados para identificar visualmente as análises efetuadas pelos critérios de avaliação cognitiva dos jogos utilizados no experimento.

No Jogo dos Bonecos as informações coletadas consistem no registro de eventos onde o jogador arrastar uma peça até a moldura do boneco, representados por uma instância da classe `EventoOnDrag`, onde são registrados a data/hora da ocorrência do evento, o personagem selecionado pelo jogador, a região do corpo onde ele tentou encaixar a peça e se o evento é classificado como acerto ou erro conforme interpretação codificada no jogo. O registro desses eventos caracteriza-se quando o jogador seleciona uma peça e a arrasta até a sua localização correta, instancia-se um evento atribuindo o valor de `CERTO` e caso selecione uma peça errada (distrator) ou a posicione em um local errado é registrado um evento de `ERRADO`.

No jogo dos Bichos as informações coletadas através da API cliente consistem no registro de eventos onde o jogador clica encima de um elemento localizado no cenário do jogo. Com o objetivo de demonstrar a extensibilidade da API, a classe `EventoOnClick` foi especializada para incluir um atributo que armazena o animal que deveria ser encontrado naquele momento, possibilitando futuras construções critérios de

avaliação que considerem essa informação. Além disso, são registrados a data/hora da ocorrência do evento, o personagem selecionado pelo jogador e se o evento foi classificado como certo ou errado conforme interpretação efetuada na programação do jogo. O registro desses eventos ocorre quando o jogador seleciona uma peça, é verificado se a peça é igual a apresentada no painel, sendo atribuído o valor de CERTO ao evento, caso seja a peça errada é registrado um evento de ERRO.

Para a construção dos critérios de avaliação que quantificam a competência de atenção focal foram adotadas as estruturas de dados de Agrupadores e Variáveis de Desempenho fornecidas pela Roseta através da API Comum fornecida pelo Módulo de Construção de Critérios. As variáveis de desempenho definidas para o jogo (eventos, erros, acertos, precisão e a rapidez) têm seus valores calculados a partir das definições matemáticas propostas pelos especialistas conforme identificado na Figura 6 . 2.

As regras que compõem direta e indiretamente a quantificação da competência de atenção focal estão localizadas no arquivo **regras_competencia_atencao_focal.drl**. Nesse arquivo estão diversas regras consideradas específicas aos jogos de atenção, que no entanto, fazem uso de regras comuns providas pelo Módulo de Construção de Critérios. A quantificação da competência de atenção focal é obtida pela multiplicação dos valores correntes das variáveis de desempenho de precisão e de rapidez. Essa regra é acionada toda vez que uma das duas variáveis sofre algum tipo de alteração através das regras que as definem. Isso é ilustrado na Figura 6 . 5.

```

57 rule "competencia_atencao_focal"
58
59   when
60     $sessao: Sessao( dataHoraFim == null )
61     $commandPrecisao: CommandVariavelDesempenho( nome == "precisao", sessao == $sessao )
62     $commandRapidez: CommandVariavelDesempenho( nome == "rapidez", sessao == $sessao )
63     $competencia: Competencia( nome == "atencao_focal", sessao == $sessao )
64   then
65     System.out.println("===== " + $commandPrecisao.valor + " * " + $commandRapidez.valor + "=====");
66     Double valor = $commandPrecisao.valor * (0.5 * $commandRapidez.valor);
67     $competencia.addValueReferencia(valor);
68
69   end

```

Figura 6 . 5: Quantificação Competência de Atenção Focal

Para demonstrar a vasta possibilidade de construção de regras utilizando as APIs propostas pelo Roseta, foram construídas regras hipotéticas, uma vez que não foram inicialmente previstas pelos neurocientistas, que identificam a ocorrência de estratégias a partir da seqüência de eventos que são registrados para o jogo Monta Boneco. Essas regras estão ilustradas na Figura 6 . 6, que define uma estratégia de MELHOR_PECA_SELECIONADA caso o corpo do boneco seja a primeira peça selecionada e uma estratégia de ORDEM_LOGICA_SEGUIDA caso a seqüência de eventos seja primeiro corpo e depois cabeça.

```

28 rule "estrategia_melhor_peca"
29
30 when
31     $sessao: Sessao( dataHoraFim == null )
32     $evento : Evento( $sessao == $sessao, sequencial == 1, personagem.nome == "corpo")
33 then
34     Estrategia estrategia = new Estrategia();
35     estrategia.setSessao($sessao);
36     estrategia.setNome("MELHOR PECA SELECIONADA");
37     estrategia.setDescricao("O tronco do boneco é considerada a melhor peça do jogo, pois ela se liga a todas as outras, o que facilita o encaixe das próximas
38     estrategia.setDataHoraOcorrencia(new Date());
39     insert(estrategia);
40 end
41
42 rule "estrategia_ordem_logica"
43
44 when
45     $sessao: Sessao( dataHoraFim == null )
46     Evento( $sessao == $sessao, sequencial == 1, personagem.nome == "corpo")
47     Evento( $sessao == $sessao, sequencial == 2, personagem.nome == "cabeça")
48 then
49     Estrategia estrategia = new Estrategia();
50     estrategia.setSessao($sessao);
51     estrategia.setNome("ORDEM LOGICA SEGUIDA")
52     estrategia.setDescricao("Seguir uma ordem de montagem do boneco (corpo e cabeça) mostra que o jogador tem um sequenciamento lógico de montagem do boneco."
53     estrategia.setDataHoraOcorrencia(new Date());
54     insert(estrategia);
55 end

```

Figura 6 . 6: Regra de Identificação de Ocorrência de Estratégias

A partir da ativação das regras que definem a ocorrência de uma estratégia, instâncias da classe Estratégia são inseridas no repositório de objetos, passando a ativar regras que por ventura trabalhem com essas instâncias na sua relação de causa, o que de fato ocorre nas regras ilustradas na Figura 6 . 7, que a partir da identificação de ocorrência das estratégias, pontua positivamente e com diferentes graus de intensidade a competência de atenção focal.

```

71 rule "competencia_atencaofocal_estrategia_melhor_peca"
72
73     when
74         $sessao: Sessao( dataHoraFim == null )
75         $competencia: Competencia(nome == "atencao_focal", sessao == $sessao )
76         $estrategia: Estrategia(nome == "MELHOR_PECA_SELECIONADA", sessao == $sessao )
77     then
78         Forca forca = new Forca();
79         forca.setTipoContribuicao(Forca.TIPO_CONTRIBUICAO.POSITIVA);
80         forca.setTipoInfluencia(Forca.TIPO_INFLUENCIA.MEDIA);
81         forca.setValorContribuicao(5);
82
83         $competencia.addEstrategia(forca, $estrategia);
84     end
85
86 rule "competencia_atencaofocal_estrategia_ordem_logica"
87
88     when
89         $sessao: Sessao( dataHoraFim == null )
90         $competencia: Competencia(nome == "atencao_focal", sessao == $sessao )
91         $estrategia: Estrategia(nome == "ORDEM_LOGICA_SEGUIDA", sessao == $sessao )
92     then
93         Forca forca = new Forca();
94         forca.setTipoContribuicao(Forca.TIPO_CONTRIBUICAO.POSITIVA);
95         forca.setTipoInfluencia(Forca.TIPO_INFLUENCIA.FORTE);
96         forca.setValorContribuicao(5);
97
98         $competencia.addEstrategia(forca, $estrategia);
99     end
100
101
102

```

Figura 6. 7: Regras de Quantificação da Competência de Atenção Focal

Todas as informações quantitativas gerados por esses critérios são apresentados pela ferramenta de apresentação de resultados, através de relatórios gráficos que facilitam a interpretação do responsável em avaliar e reabilitar a criança. Devido ao armazenamento temporal dos valores quantitativos assumidos pelos agrupadores, variáveis de desempenho e competências cognitivas é possível gerar gráficos que apresentem a evolução do jogador durante uma sessão. Isso possibilita identificar situações típicas de um jogador com déficit de atenção, onde oscilações de desempenho ao longo da sessão podem indicar sua dispersão em um dado momento do tempo.

A partir da solução empregada nesses experimentos, é possível perceber a flexibilidade e capacidade de reusabilidade na construção de critérios de avaliação cognitiva fornecida pela Roseta. A partir de modelos cognitivos criados por especialistas, onde estão descritas as informações que precisam ser coletadas durante uma sessão e como utilizá-las para quantificar as competências cognitivas, um

programador pode virtualizá-las a partir da utilização das APIs de Coleta e de Construção de Critério. Cabe ressaltar que os cálculos quantitativos utilizados na virtualização são empíricos e procuram apresentar apenas ordens de grandeza que representem os diferentes níveis de desempenho do jogador ao longo do tempo.

6.3. Experimentos

A seguir são descritos os dois experimentos, as respectivas metodologias utilizadas e os resultados obtidos diante da aplicação de questionários de avaliação submetidos a uma amostragem profissionais técnicos e potenciais usuários da ferramenta.

6.3.1. Experimentação de Validação Técnica

Esse experimento consiste em avaliar tecnicamente o ambiente computacional Roseta, através da construção de um ambiente computacional de avaliação cognitiva da competência de atenção para serem utilizados nas sessões do Jogo dos Bonecos e do Jogo dos Bichos. As principais metas desse experimento são avaliar tecnicamente a qualidade dos módulos que compõe o Roseta e avaliar sua capacidade em atender as diferentes etapas e profissionais envolvidos nas tarefas de construção de ambientes de avaliação cognitiva através de jogos psicopedagógicos.

Abaixo são descritos a metodologia utilizada nesse experimento, os passos envolvidos na sua execução e os resultados obtidos.

6.3.1.1. Metodologia

A metodologia desse experimento consiste na avaliação técnica da solução por um grupo de quatro alunos profissionais com habilidades nas áreas de computação e

contextualizados com o trabalho que utiliza jogos psicopedagógicos para avaliação e reabilitação cognitiva. Através desse experimento, espera-se validar a hipótese de qualidade técnica da solução e sua capacidade em facilitar o trabalho realizado por diferentes profissionais na construção de ambientes de avaliação cognitiva através de jogos psicopedagógicos.

O passo a passo do experimento está ilustrado na Figura 6 . 8. Cabe ressaltar que para fortalecer o experimento e ver o grau de sinceridade e interesse dos experimentados, não foi realizado qualquer comentário prévio de evoluções futuras da solução, com o objetivo de verificar se a partir das explicações dadas os mesmo conseguem visualizar pontos não resolvidos nesse momento pelo trabalho.

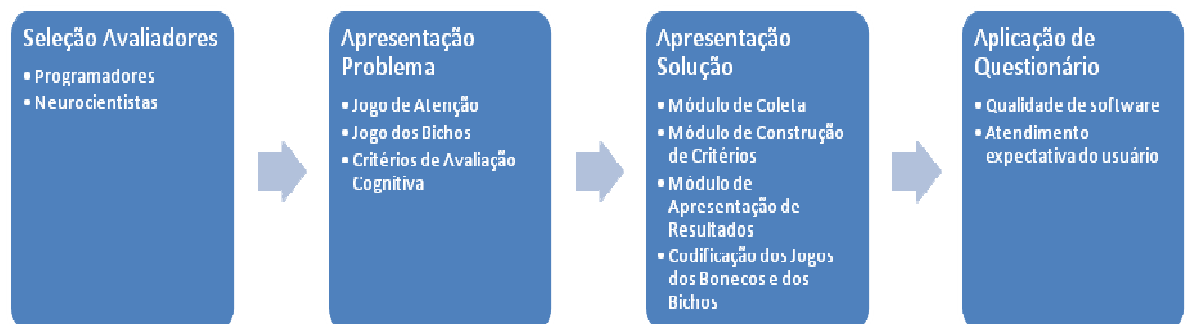


Figura 6 . 8: Experimento de Avaliação Técnica da Solução

O questionário aplicado para obter as percepções do usuário seguiu o padrão NBR ISO/IEC 9126 de Qualidade de Software através de um modelo de avaliação proposto por Anjo e Moura (2009). Esse modelo foi modificado conforme apresentado na Tabela 9, quanto à semântica das perguntas chaves, que foram direcionadas ao conteúdo abordado pela dissertação. Esse questionário serve como um protocolo de

entrevista utilizado para obter as percepções do usuário que são consolidadas em uma tabela de pontos forte e fracos da solução.

Tabela 9: Características da Qualidade de Software segundo a ISO/IEC 9126-1

| Característica | Significado | Pergunta Chave | Respostas |
|-----------------------|---|--|--|
| Funcionalidade | Evidencia o conjunto de funções que atendem às necessidades explícitas e implícitas para a finalidade a que se destina o produto. | Satisfaz às necessidades de um programador de jogos para coletar informações pertinentes a avaliação? É capaz de modelar computacionalmente os critérios de avaliação cognitiva definidos pelos neurocientistas? As funcionalidades expostas ao neurocientista são capazes de auxiliar o neurocientista em seu trabalho de avaliação e reabilitação cognitiva? | 1. Não concordo totalmente 2. Não concordo parcialmente 3. Indiferente 4. Concordo parcialmente 5. Concordo totalmente |
| Confiabilidade | Evidencia a capacidade do produto de manter seu desempenho ao longo do tempo e em condições estabelecidas. | É capaz de atender a um grande número de sessões de avaliação cognitiva? | 1. Não concordo totalmente 2. Não concordo parcialmente 3. Indiferente 4. Concordo parcialmente 5. Concordo totalmente |
| Usabilidade | Evidencia a facilidade de utilização do produto. | É fácil utilizar as APIs propostas para coletar as | 1. Não concordo totalmente 2. Não concordo |

| | | | |
|-------------------------|---|--|--|
| | | informações de jogo e de sua utilização para construção dos critérios de avaliação cognitiva? É fácil utilizar a ferramenta de avaliação cognitiva? | parcialmente 3. Indiferente 4. Concordo parcialmente 5. Concordo totalmente |
| Eficiência | Evidencia o relacionamento entre o nível de desempenho do produto e a quantidade de recursos utilizados, sob condições estabelecidas. | É capaz de dar as respostas rápidas e adequadas ao avaliador durante uma sessão de jogo? | 1. Não concordo totalmente 2. Não concordo parcialmente 3. Indiferente 4. Concordo parcialmente 5. Concordo totalmente |
| Manutenibilidade | Evidencia o esforço necessário para realizar modificações no produto. | É fácil alterar e incluir novas funcionalidades na API de coleta de Informações? É fácil incluir e modificar os critérios de avaliação cognitiva de um determinado jogo? É fácil incluir e modificar funcionalidades na ferramenta de avaliação cognitiva? | 1. Não concordo totalmente 2. Não concordo parcialmente 3. Indiferente 4. Concordo parcialmente 5. Concordo totalmente |
| Portabilidade | Evidencia a capacidade do produto de ser transferido de um ambiente para outro. | A solução é capaz de ser utilizada em jogos desenvolvidos em qualquer linguagem de programação? | 1. Não concordo totalmente 2. Não concordo parcialmente 3. Indiferente 4. Concordo parcialmente |

| | | | |
|--|--|--|------------------------|
| | | | 5. Concordo totalmente |
|--|--|--|------------------------|

6.3.1.2. Análise dos Resultados

Esse experimento teve como objetivo obter a avaliação técnica de um grupo de alunos com diferentes perfis acadêmicos e contextualizados ao trabalho realizado com jogos psicopedagógicos como ferramentas de avaliação e reabilitação cognitiva.

Durante o experimento e a aplicação do questionário, os experimentados solicitaram explicações técnicas relacionadas às perguntas do questionário, com objetivo de fundamentar sua avaliação; registram suas opiniões e comentários que realçavam os pontos fortes e fracos da solução e forneceram sugestões que poderiam contribuir com o resultado final. Após a análise das respostas, conseguiu-se traçar os pontos fortes e fracos tecnicamente da solução, ilustrados na Tabela 10.

Tabela 10: Consolidação de Resultados do Experimento de Validação Técnica

| | |
|----------------------|---|
| Pontos Fortes | <p>Funcionalidade: No âmbito geral houve uma concordância entre os profissionais técnicos da possibilidade de coletar qualquer tipo de informação através da API de Coleta e no formato de apresentação dos seus resultados, onde é possível detectar quando há quedas e subidas de desempenho que podem sinalizar déficits e aptidões cognitivas.</p> <p>Confiabilidade: Nos experimentos realizados foram realizadas em média cinco sessões de avaliação e em momento algum houve queda de desempenho no processamento de seus critérios de avaliação.</p> <p>Usabilidade: Quanto as APIs não houve dificuldade de entendimento quanto a API de Coleta devido sua intuitividade, enquanto na API de Construção de Critério, acharam a ferramenta Drools aparentemente poderosa apesar de sua complexidade, no entanto realçaram que parte dessa complexidade é encapsulada nas APIs de Uso Comum fornecidas pela ferramenta. Outro ponto mencionado foi quanto o potencial de reutilização de soluções entre diferentes ambientes de avaliação cognitiva. Quanto a utilização da ferramenta de apresentação de resultados concordaram sobre sua capacidade de subsidiar as decisões do</p> |
|----------------------|---|

| | |
|-----------------------------|---|
| | <p>especialista, principalmente na utilização conjunta das funcionalidades de comparação entre sessões com a observação dos relatórios de registro dos eventos.</p> <p>Eficiência: Os entrevistados concordaram em relação à possibilidade de monitoramento da sessão em tempo real. Conforme iam jogando, os gráficos e relatórios eram modificados em função da coleta e do processamento dessas informações.</p> <p>Manutenabilidade: Os entrevistados foram apresentados aos códigos e as boas práticas empregadas na construção da solução. Em geral concordaram com a facilidade de manutenção devido as divisões lógicas por módulo e por pacotes empregadas, no entanto realçaram que manter a solução é necessário o conhecimento das solução tecnológicas empregadas.</p> <p>Portabilidade: Todos os entrevistados foram contundentes em afirmar que a utilização de Serviços Web REST para disponibilizar os serviços de registro de informações durante um jogo, habilita a solução para jogos desenvolvidos em qualquer linguagem de programação. Ressaltaram também a importância da disponibilização de uma API Cliente JAVA facilitando a utilização desses serviços pelos programadores dessa plataforma.</p> |
| <p>Pontos Fracos</p> | <p>Funcionalidade: Alguns entrevistados se sentiram inaptos em afirmar a possibilidade de modelar qualquer critério de avaliação cognitiva definido pelos especialistas, uma vez que existe uma enorme variedade de critérios que podem ser solicitados e esse tipo de evidência só seria notado no momento de execução da tarefa. Além disso, foi percebido que o desconhecimento da linguagem Drools deixou os entrevistados sem embasamento para dar sua opinião técnica sobre seu poder computacional.</p> <p>Confiabilidade: Alguns entrevistados realçaram a necessidade de testes de escalabilidade utilizando diversas sessões em paralelo e verificar como a ferramenta se comportaria.</p> <p>Usabilidade: Os entrevistados realçaram a necessidade de javadoc para melhor utilização da API e observaram que como foram apenas apresentados ao código do jogo precisariam codificar um ambiente de avaliação cognitiva para um jogo para evidenciar sua facilidade de uso. Além disso, citaram o Drools como uma ferramenta que traz uma curva de aprendizado elevada a solução, mas que é minimizada pelos critérios e exemplos já construídos pelos Jogos de Atenção.</p> |

| | |
|---|---|
| | <p>Na ferramenta de apresentação de resultados mencionaram a necessidade de utilização de filtros para melhorar a pesquisa de determinadas informações e outros tipos de gráficos que apresentem visões diferentes das atualmente apresentadas.</p> |
| <p>Ponto de Vista do Elaborador da Solução</p> | <p>Funcionalidade: A API de Coleta e da API de Construção de Critérios foi construída com embasamento nas práticas adotadas de virtualização do jogo nas aulas de Neuropedagogia e Informática. Observou-se o mapeamento de interações através de eventos homem-máquina, utilização de questionários e formulações de estratégias como evidências sobre a capacidade cognitiva da criança em algumas competências; essas informações então eram utilizadas para alimentar, com diferentes níveis de força essas competências. Entende-se que se a solução contribui no trabalho de avaliação cognitiva quando é capaz de demonstrar através de gráficos e relatórios os pontos altos e baixos do jogador durante uma sessão, subsidiando as decisões tomadas pelo avaliador.</p> <p>Confiabilidade: A garantia de desempenho e de processamento dos critérios é garantida pela ferramenta Drools que foi projetada com algoritmos eficientes capazes de responder a ativação de regras a cada informação inserida no repositório, algo evidenciado através de seu uso em soluções corporativas e acadêmicas. Obviamente, existem questões de disponibilidade de memória (para o armazenamento dessas informações) e processamento (ativação e processamento das regras) que estão associadas ao hardware disponível para essas atividades.</p> <p>Usabilidade: A ferramenta de apresentação de resultados foi criada com intuito de apresentar de forma básica os resultados processados pelos critérios. O ideal é que seja feita um trabalho de entrevista e identidade visual com um namoro maior de usuários dessa ferramenta e busque a melhoria contínua dessa solução.</p> <p>Manutenabilidade: A solução teve como premissa adotar as melhores técnicas de padrões de projeto existentes na literatura, de forma a facilitar o entendimento, utilização, adaptação e manutenção futura.</p> |

6.3.2. Simulações de Utilização

A simulação de utilização consiste em avaliar a capacidade do ambiente computacional Roseta em auxiliar o profissional em seu trabalho de diagnosticar déficits cognitivos através de jogos psicopedagógicos e corroborar as técnicas da

Elaboração Dirigida e do Fio Condutor na reabilitação cognitiva de crianças. O experimento consiste na avaliação dos formatos de apresentação dos resultados gerados pelos critérios de avaliação cognitiva através da realização de sessões para dois jogos de atenção (Jogo dos Bonecos e Jogo dos Bichos), onde são simulados jogadores com e sem déficit cognitivo de atenção.

O objetivo é avaliar a usabilidade das funcionalidades da ferramenta de apresentação de resultados e sua contribuição no dia a dia de trabalho dos profissionais responsáveis por avaliar e reabilitar crianças com déficit cognitivo. Para essas simulações foram utilizados profissionais contextualizados com o trabalho de avaliação e reabilitação cognitiva através de jogos psicopedagógicos.

O ideal é que esses experimentos fossem realizados com crianças com distúrbios de déficit de atenção previamente diagnosticados, possibilitando que os avaliadores verificassem se o formato de apresentação dos resultados estaria adequado na identificação desse distúrbio, no entanto, isso não foi realizado devido às dificuldades relacionadas a questões éticas do uso de crianças em experimentos e possíveis questionamentos sobre a validade científica dos critérios de avaliação cognitiva adotados.

Abaixo são apresentados a metodologia utilizada, detalhamento das simulações e uma análise dos resultados obtidos através dos experimento de simulação.

6.3.2.1. Metodologia

A metodologia desse experimento consiste na validação da hipótese de que a ferramenta de apresentação de resultados gerados pelos critérios de avaliação cognitiva de um jogo é capaz de auxiliar no trabalho de avaliação e reabilitação cognitiva de

crianças. Esse experimento será realizado utilizando-se quatro profissionais contextualizados com o trabalho de avaliação e reabilitação cognitiva utilizando jogos psicopedagógicos.

O passo a passo do experimento está ilustrado na Figura 6 . 9. Os avaliadores são apresentados ao objeto de estudo do experimento, que consiste em avaliar os pontos fortes e fracos de cada uma das funcionalidades fornecidas pela ferramenta de análise de resultados e verificar se a funcionalidade de comparação de sessões possibilita a identificação de uma evolução de aprendizado diante da aplicação das técnicas da Elaboração Dirigida e do Fio Condutor.

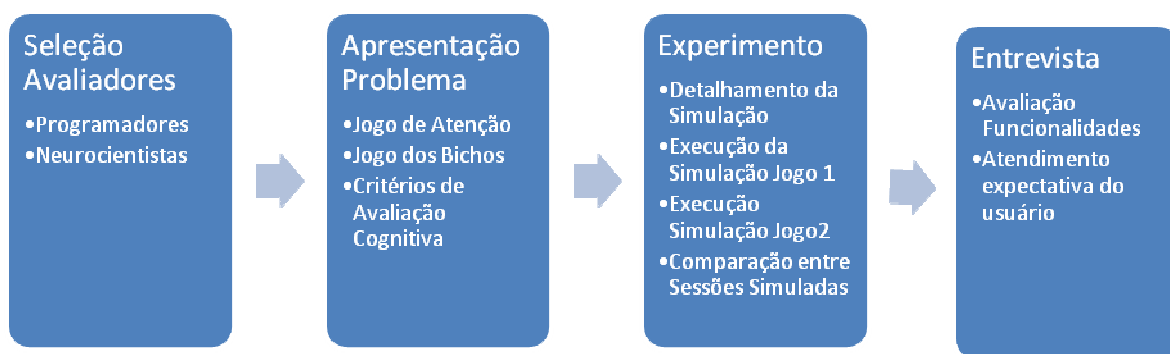


Figura 6 . 9: Experimento de Avaliação de Atendimento da Expectativa do Usuário



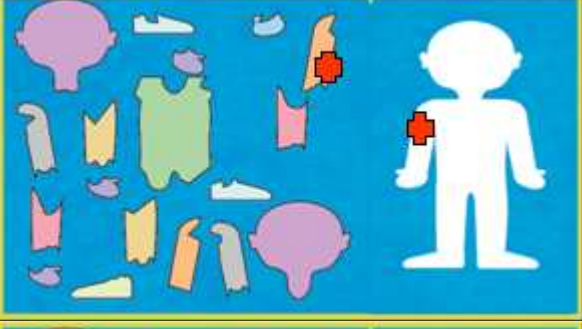

Simulação de Jogador Sem Déficit Cognitivo

Esse experimento simula a execução de sessões realizadas por um jogador sem indícios de déficit cognitivo. Para isso são utilizados os ambientes de avaliação cognitiva criados para o Jogo dos Bonecos e o Jogo dos Bichos.

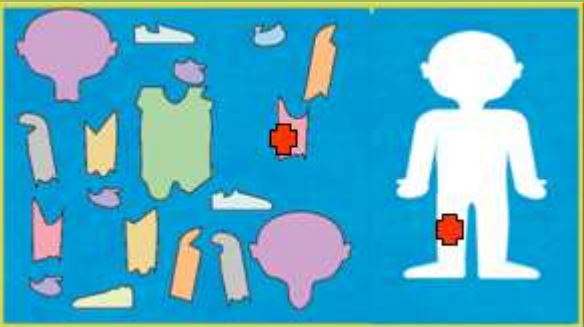
No Jogo dos Bonecos o validador segue um script que simula o comportamento de uma criança normal através de uma seqüência de jogadas que simula bons desempenhos nos critérios de precisão e velocidade que compõem a competência de

atenção focal, conforme definido pelo modelo construído pelos especialistas. Na Tabela 11 são apresentadas imagens que representam as peças e suas localizações corretas com o objetivo de evitar a seleção de uma peça distratora.

Tabela 11: Passo a passo de simulação de jogador sem desvio de atenção

| Passo | Descrição |
|---------|---|
| Passo 1 |  Passo 1: Um conjunto de peças de roupa (camisa, calças, sapatos, meias, luvas) e um boneco humano branco. Uma cruz vermelha está sobreposta à cabeça do boneco. |
| Passo 2 |  Passo 2: O mesmo conjunto de peças de roupa e boneco. Uma cruz vermelha está sobreposta ao peito do boneco. |
| Passo 3 |  Passo 3: O mesmo conjunto de peças de roupa e boneco. Uma cruz vermelha está sobreposta ao braço direito do boneco. |
| Passo 4 |  Passo 4: O mesmo conjunto de peças de roupa e boneco. Uma cruz vermelha está sobreposta ao ombro direito do boneco. |

Passo 5



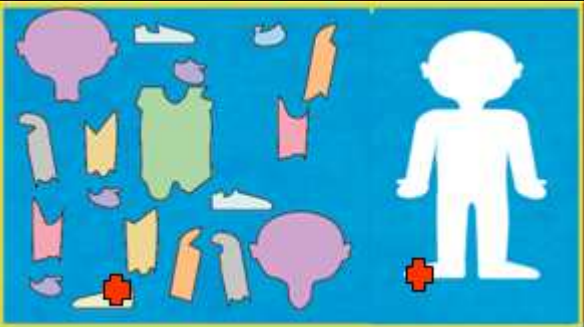
Passo 6



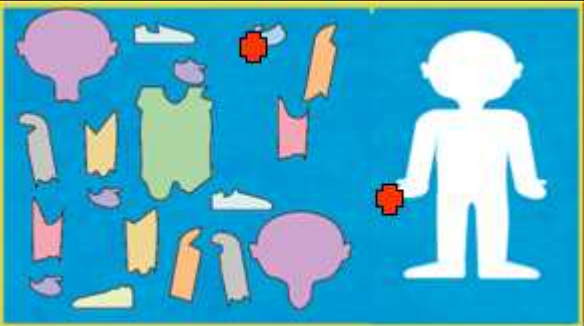
Passo 7

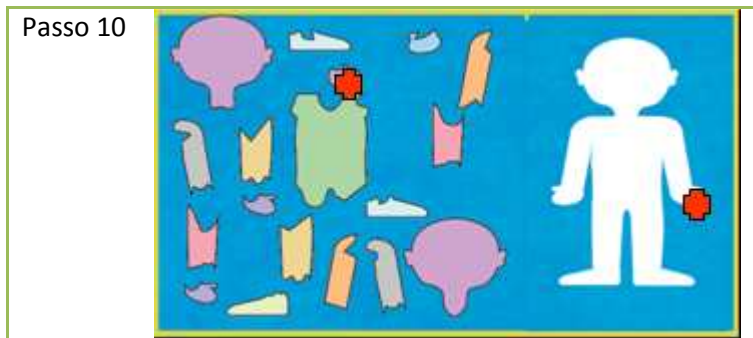


Passo 8



Passo 9





A estratégia adotada para o Jogo dos Bichos é diferente, pois não há como seguir um roteiro de execução devido à randomização da seqüência em que os bichos são apresentados, conforme ilustrado na Figura 6 . 10. Por conta disso, a sessão que deveria ser simulada, foi realizada de forma efetiva, o que demonstra o comportamento cognitivo de atenção do experimentado.



Figura 6 . 10: Representação da Randomização de Animais (Primeiras Telas)

Durante a realização dos experimentos, as sessões são monitoradas através da ferramenta de apresentação de resultados, onde é possível verificar graficamente os níveis quantitativos atingidos pelos agrupadores, variáveis de desempenho e competências cognitivas. O objetivo é avaliar se as funcionalidades fornecidas e o formato de apresentação dos resultados gerados pelos critérios de avaliação cognitiva podem subsidiar o trabalho do avaliador em traçar um perfil cognitivo da criança através do jogo.

Simulação de Jogador com Déficit Cognitivo

Esse experimento simula a execução de sessões realizadas por um jogador com indícios de déficit cognitivo. Para isso são utilizados os ambientes de avaliação cognitiva criados para o Jogo dos Bonecos e o Jogo dos Bichos.

O avaliador recebe uma orientação em como proceder durante a realização das sessões com os dois jogos, com o objetivo de simular uma criança com déficit cognitivo de atenção. No Jogo dos Bonecos são orientados a eventualmente escolher peças erradas ou colocá-las em localizações inadequadas com o objetivo de quantificar negativamente o critério de precisão, além disso, é solicitado que aguardem um instante de tempo elevado entre uma jogada e outra, com o intuito de quantificar negativamente o critério de velocidade. No Jogo dos Bichos, a estratégia é parecida, e são orientados a eventualmente errar o bicho selecionado e aguardarem um instante de tempo elevado entre uma jogada e outra, com objetivo de quantificar negativamente os critérios de avaliação cognitiva.

Durante a realização dos experimentos, as sessões são monitoradas através da ferramenta de apresentação de resultados, onde é possível verificar graficamente os baixos níveis quantitativos atingidos pelas competências cognitivas, variáveis de desempenho e agrupadores. O objetivo é avaliar se as funcionalidades fornecidas e o formato de apresentação das informações subsidiam o trabalho do avaliador em traçar um perfil cognitivo da criança durante uma sessão de jogo.

Experimento de Comparação de Sessões

Esse experimento tem o objetivo de avaliar o funcionamento da funcionalidade de comparação de resultados entre sessões. Para isso são utilizadas as sessões simuladas do

Jogo dos Bonecos e avaliada a qualidade do relatório comparativo entre as sessões, evidenciando graficamente as diferenças de desempenho da competência cognitiva de atenção entre uma criança considerada normal e uma criança com déficit cognitivo. A expectativa é que essa ferramenta seja utilizada para comprovar a eficácia das técnicas da Elaboração Dirigida e do Fio Condutor, permitindo que o especialista compare os resultados das sessões ao longo das mediações realizadas e verificando a evolução do aprendizado.

6.3.1.3. Análise dos Resultados

Esse experimento teve como objetivo validar a contribuição do ambiente computacional Roseta com foco na avaliação das funcionalidades da ferramenta de apresentação de resultados e sua capacidade de auxiliar o trabalho dos profissionais responsáveis por avaliar e reabilitar cognitivamente crianças com déficit cognitivo.

Durante o experimento, o avaliador solicitou explicações sobre as funcionalidades da ferramenta e registrou opiniões e comentários que realçavam os pontos fortes e negativos da solução. Como resultado, conseguiu-se traçar um perfil de forças e fraquezas apresentadas pela ferramenta de apresentação de resultados e se suas funcionalidades atendiam suas expectativas como usuário, conforme registrado na Tabela 12.

Tabela 12: Consolidação de Resultados do Experimento de Simulação

| Funcionalidades | Pontos Fortes | Pontos Fracos |
|-----------------------|---|--|
| Listar Sessões | <ul style="list-style-type: none"> • Simplicidade e concisão; • Permite visualizar as sessões de cada jogador, seu avaliador e jogo, favorecendo uma melhor | <ul style="list-style-type: none"> • Dificuldade de encontrar uma sessão nos casos em que houver muitas sessões ativas; |

| | | |
|---|---|---|
| | avaliação do jogador | <ul style="list-style-type: none"> • O botão deveria mudar de nome: de editar para visualizar detalhes e deveria ter filtros de busca para facilitar a comparação (busca por jogador, avaliador, jogo e data de realização do jogo) |
| Monitorar Sessão Ativa | <ul style="list-style-type: none"> • Organização em abas | |
| Informações básicas | <ul style="list-style-type: none"> • Resumo consolidado de informações • É possível ver os principais dados da sessão: o paciente, o avaliador e o tempo de duração da sessão. | <ul style="list-style-type: none"> • Poderia ter um ícone do jogo, uma imagem que remetesse ao jogo jogado pelo paciente. |
| Monitoramento de eventos | <ul style="list-style-type: none"> • Boa visão macro e detalhada do andamento da sessão • É possível ver cada movimento do jogador, cada peça selecionada, e se foi acerto ou erro. Está bem detalhado. • Poderia ser incluído filtros na tabela de eventos, facilitando o usuário em listar apenas os eventos do tipo desejado. | <ul style="list-style-type: none"> • Em sessões longas pode ser difícil encontrar o ponto a ser analisado; • O tempo dos eventos poderia ser exibido no formato: hora:minuto:segundo; • A coluna especialização só tem significado para o programador do jogo, não sei se ela é válida para todos os usuários. |
| Relatórios e gráficos de evolução dos agrupadores, variáveis de desempenho e | <ul style="list-style-type: none"> • Representação gráfica; • Comparação de diferentes sessões; • Comparação de mais de uma variável em um | <ul style="list-style-type: none"> • O gráfico de variáveis de desempenho poderia ser exibido junto com o de |

| | | |
|-------------------------|--|--|
| competências | mesmo gráfico; <ul style="list-style-type: none"> • Permite avaliar a evolução de cada uma das variáveis (acertos, erros, precisão, rapidez, etc) de maneira clara e objetiva, através do uso dos gráficos. | competências, facilitando a interpretação do andamento da sessão; <ul style="list-style-type: none"> • A interface gráfica está os botões com os textos em inglês (agrupadores e variáveis); |
| Comparar sessões | <ul style="list-style-type: none"> • Excelente maneira de saber se o jogador teve alguma melhora entre realizações diferentes do mesmo jogo. Com este recurso, fica muito mais fácil do avaliador perceber uma evolução cognitiva no jogador. | <ul style="list-style-type: none"> • Poderia permitir a comparação entre agrupadores e variáveis de desempenho, além da comparação entre as competências. |

Além das opiniões direcionadas e consolidadas acima, os entrevistados deram sugestões com o objetivo de contribuir com a evolução futura do trabalho:

- Registro de momentos de ociosidade do jogador, isto é, momentos em que nenhuma ação é executada em um dado intervalo de tempo. No caso dos jogos de atenção, a rapidez influencia diretamente na competência, a ociosidade pode ter significado ao ser analisada pelo Psicólogo Sendo interessantes que estes períodos sejam representados através de área hachuradas nos gráficos;
- Utilização de grupos de controle para cada jogo utilizado na avaliação cognitiva, possibilitando a comparação de uma sessão de jogo, com sessões realizadas por crianças previamente diagnosticadas com determinadas deficiências cognitivas
- Utilização de estatística, índices e gráficos notórios e orientados a área de cognição

- Armazenar dados em base histórica para análise futura e comparativa da evolução do indivíduo observado
- Aperfeiçoamento da interface gráfica, apresentando outras opções de visualização pelo avaliador;
- Utilização de sistemas de acompanhamento do olhar (*eye tracker*) do indivíduo durante a navegação, agregando mais um tipo interação homem-máquina a ser coletado.
- Utilização de Data Mining de dados históricos para classificação do perfil do indivíduo (ANN, Fuzzy, VSM, cluster e outros) e armazenamento dos "diagnosticos" para a utilização desses classificadores;
- Uso de interfaces mais precisas e intuitivas como tela de toque dando confiabilidade ao detalhamento do tracking
- Manual de uso da API
- Empacotamento do software como produto de forma a facilitar a instalação e disseminação.

Fica evidente também a capacidade de ferramenta de fornecer funcionalidades que permitam a análise por parte de quem avalia jogador. Na Figura 6 . 11 é apresentado uma visão de comparação de duas sessões do Jogo dos Bonecos realizadas com um dos profissionais entrevistados e que ainda não conhecia o jogo. Após explicações preliminares, o entrevistado deu a idéia de realizar a primeira sessão livre e a segunda como uma simulação de uma criança com déficit cognitivo de atenção e que ao longo da

sessão fosse apresentando melhoras devido a mediação realizada. Analisando-se as curvas das sessões, pode-se observar que:

- Na sessão 1 (cor laranja) onde ele atuou livremente, é possível interpretar uma dificuldade inicial, talvez por conta do jogador ainda não conhecer os trâmites operacionais do jogo o que foi provocado por um tempo excessivo entre uma jogada e outra ou erros de movimentação de peças; no entanto, observa-se que após, aproximadamente, os 15 segundos iniciais, ele começa a ter um bom desempenho. Para ter certeza acerca sobre essa interpretação, os logs de eventos fornecidos pelo Roseta poderiam ser consultados e verificado o que efetivamente ocorreu em um determinado instante da sessão do jogo e que junto com os gráficos das variáveis de desempenho que compõem a competência de atenção focal fornecem uma visão exata do que o jogador fez para ter sido avaliado negativamente. Isso numa experimentação real poderia ser trabalhada pelo especialista através de mediação em em futuras sessões , buscando o aprendizado da criança.
- Na sessão 2 (cor marrom) onde ele simulou uma criança com deficiência de atenção percebe-se que um desempenho muito ruim até 30 segundos iniciais do jogo, onde a partir desse momento, o jogador começa a ter um bom desempenho devido a mediação realizada e o possível processo de aprendizado que está sendo exercido sobre o mesmo.

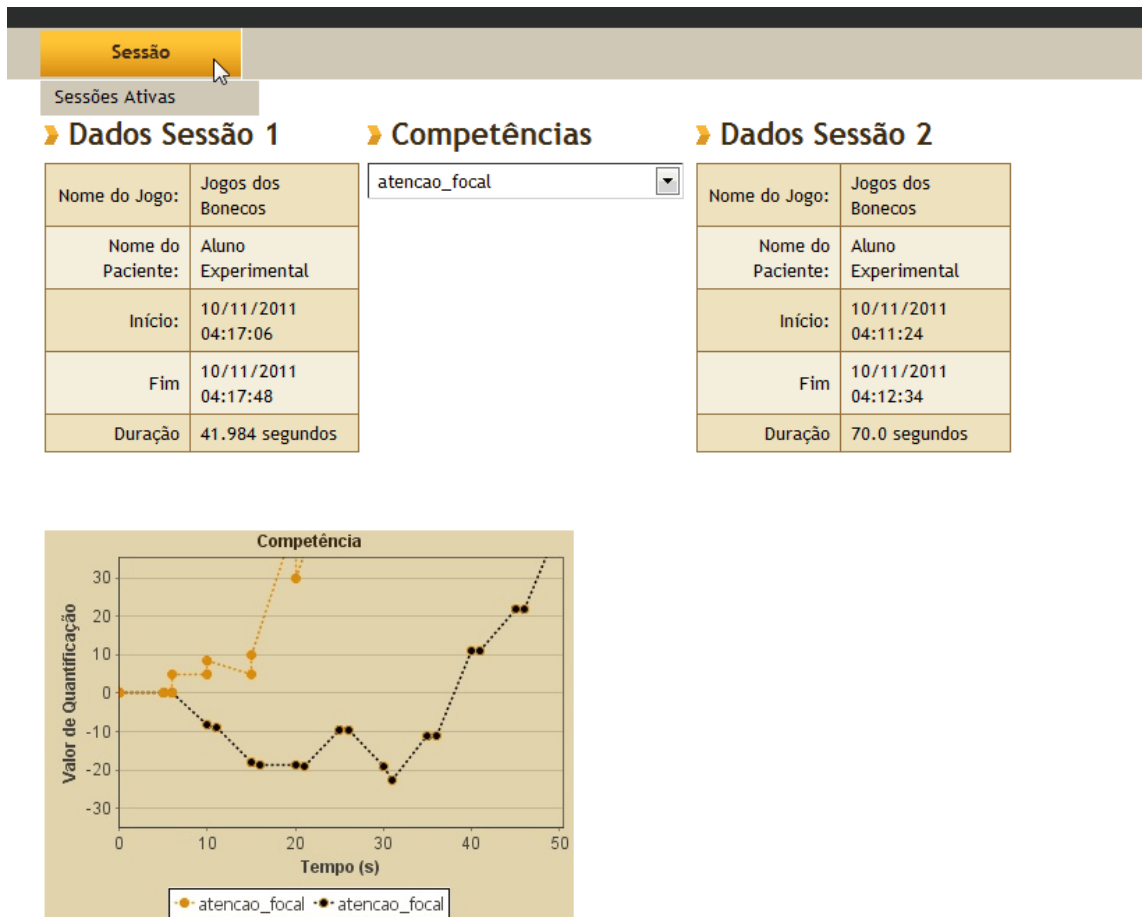


Figura 6 . 11: Gráfico Comparativo entre Sessões de um entrevistado

Capítulo 7

Considerações Finais

“Nem todos os caminhos são para todos os caminhantes.”

Johann Goethe

Este capítulo apresenta um resumo do trabalho, as contribuições os problemas encontrados e o que ficou para ser desenvolvido em trabalhos futuros.

7.1 Resumo

No presente trabalho foi apresentada uma proposta de uma infraestrutura computacional que facilita a construção de ambientes de avaliação cognitiva através de jogos psicopedagógicos, fornecendo uma solução que integra o trabalho multidisciplinar realizado por diferentes profissionais. Para isso, a presente solução fornece:

- Módulo de Coleta que fornece uma API de Domínio que padroniza as informações coletadas (eventos, estratégias e questionários) fundamentando-se nas técnicas da Elaboração Dirigida e do Fio Condutor; e uma API de Comunicação que facilita registro dessas informações independentemente da linguagem de programação utilizada no desenvolvimento do jogo.
- Módulo de Construção de Critérios que fornece uma API para elaboração de regras que representam os critérios de avaliação cognitiva através do jogo, utilizando-se os dados registrados através do Módulo de Coleta e da estruturas de dados utilizadas para organizá-los e classificá-los (agrupadores e de variáveis de desempenho);
- Módulo de Apresentação de Resultados que fornece funcionalidades Web de análise e monitoramento das sessões e dos resultados obtidos através da execução dos critérios de avaliação cognitiva do jogo, auxiliando o trabalho de investigação e reabilitação cognitiva de crianças com déficit de aprendizado.

Os resultados que validam as três hipóteses levantadas pela dissertação foram obtidas através de dois experimentos:

- O primeiro experimento valida tecnicamente a solução, através de um roteiro de apresentação do trabalho e de seus respectivos módulos e sua utilização na construção de dois jogos de atenção; para validação é aplicado um questionário que avalia a qualidade do software segundo critérios do padrão ISO/IEC 9126-1.
- O segundo experimento valida a capacidade da ferramenta de análise e de apresentação de resultados através de seus relatórios gráficos em auxiliar o trabalho de avaliação e reabilitação cognitiva; para validação são realizadas duas simulações de uma criança com e sem déficit cognitivo de atenção, para em seguida avaliar se os resultados apresentados pela ferramenta são adequados a simulação realizada.

7.2 Contribuições

A Roseta trouxe diversos benefícios não somente a linha de pesquisa existente no PPGI ajudando os profissionais envolvidos nas atividades de virtualização de ambientes de avaliação cognitiva para os jogos psicopedagógicos propostos por Marques, mas também no âmbito global de trabalhos que utilizam o jogo como instrumento de avaliação e estímulo a aprendizagem. Abaixo estão listadas algumas das contribuições trazidas pelo trabalho:

- A pesquisa evidenciou a pouca representatividade de trabalhos com propostas que atendessem a toda multidisciplinaridade inerente a avaliação cognitiva através de jogos. Apesar dos trabalhos existentes, muitos se limitam a resolver problemas específicos e aos benefícios trazidos no desenvolvimento de um único jogo. Diferentemente, o Roseta se propõe a fornecer uma infraestrutura

computacional com ferramentas integradas que auxiliam na construção de ambientes de avaliação cognitiva para qualquer jogo psicopedagógico;

- A pesquisa evidenciou as obscuridades dos métodos utilizados na avaliação das habilidades cognitivas trabalhadas pelas crianças durante os jogos. O Roseta deixa a escolha do método de avaliação por conta de quem está virtualizando o jogo, facilitando o trabalho de modelagem computacional e de apresentação de resultados sem a necessidade de utilização de algoritmos com alta complexidade matemática. Isso fica claro na ferramenta de análise que apresenta relatórios gráficos que quantificam os parâmetros de medição do desempenho numa linha de tempo de duração da sessão;
- Definição um processo integrado e reutilizável entre jogos psicopedagógicos, através de uma estrutura de dados padronizada para coleta de informações, e sua utilização na elaboração dos critérios de avaliação cognitiva do jogo e na apresentação de seus resultados num formato que auxilia no trabalho de avaliação cognitiva;
- Anteriormente, as avaliações eram feitas em papel e dependiam de observações feitas pelos mediadores, trazendo pouca confiabilidade nas avaliações, pois dependia do nível de qualificação do profissional que aplicava o jogo e dos comportamentos e estratégias que ele conseguia verificar durante a partida. O uso da computação possibilita a identificação automática dos comportamentos e estratégias adotados em um jogo e democratiza os critérios de avaliação construídos por especialistas;

- Por fim, a ferramenta de apresentação de resultados fornece um maior controle das ações tomadas pela criança durante o jogo, permitindo o avaliador rastrear suas evoluções e assim mediá-lo com o objetivo de estimular seu aprendizado.

7.3 Problemas Encontrados

Durante a realização desse trabalho muitos problemas ocorreram e que acabaram servindo como balizadores e norteadores da solução. A documentação desses problemas torna-se importante para documentar o porquê de determinadas escolhas e para que os mesmos erros não sejam cometidos em trabalhos futuros.

- É possível desenvolver uma ferramenta que avalie cognitivamente a criança através do ato de jogar?

Na prática não existe uma “bala de prata” como solução de avaliação cognitiva para todo e qualquer jogo psicopedagógico, devido a suas particularidades e critérios de avaliação distintos. A forma encontrada de contribuir é fornecendo uma infraestrutura computacional que facilita a construção desses ambientes de avaliação.

- Quais ferramentas computacionais utilizar para construir uma infraestrutura que facilite a construção desses ambientes de avaliação cognitiva?

Dentre os três módulos construídos, o que certamente apresentou os maiores desafios foi o Módulo de Construção de Critérios devido às premissas tecnológicas desejadas antes de sua construção. Foram pesquisadas diversas ferramentas que pudessem automatizar a construção desses critérios através da utilização de regras. O Drools acabou se apresentando como a ferramenta mais adequada, por utilizar uma sintaxe de programação bem próxima da linguagem Java (cerne da solução), facilidade de utilização e gratuidade.

- Como construir computacionalmente critérios de avaliação cognitiva para um jogo psicopedagógico sem o mesmo ter sido validado cientificamente?

O Roseta não é uma ferramenta que se propõe a validar o modelo cognitivos dos jogos. Ele fornece ferramentas que possibilitam modelar computacionalmente os critérios de avaliação cognitiva definidos pelos especialistas a partir de informações obtidas durante uma sessão de jogo. Com isso, os estudos de caso utilizados no experimento basearam-se em um modelo de avaliação cognitiva de atenção focal construído por especialistas.

- Como validar se proposta atende as hipóteses previamente definidas?

Por se tratar de uma ferramenta que auxilia os profissionais na construção de ambientes computacionais de avaliação cognitiva para os jogos psicopedagógicos, a qualidade técnica da solução precisa ser avaliada por programadores. Além disso, a ferramenta de apresentação de resultados precisa ser validada por quem realiza o trabalho de avaliação e reabilitação cognitiva. Com a dificuldade de realização de experimentos com crianças, optou-se pela realização de simulações e de avaliação através de questionários e entrevistas.

7.4 Trabalhos Futuros

Conforme apresentado anteriormente o projeto de jogos psicopedagógicos desenvolvido por Marques e sua proposta de virtualização é muito ampla e a cada trabalho e aprofundamento realizado novos problemas e necessidades vão surgindo. Devido a limitação de tempo ficam como sugestões as seguintes questões de trabalhos futuros:

- Criação de *wizards* e de uma DSL (*Domain Specific Language*) para a automatização das regras Drools que representam os critérios de avaliação

cognitiva do jogo. Isso é facilitado pelo fato das regras serem construídas a partir de uma API de Coleta padronizada, e facilitaria a construção dessas regras por profissionais que não tenham habilidades de programação;

- Persistência dos dados coletados através da API de Domínio do Módulo de Coleta em um banco de dados transacional;
- Ferramenta de mineração de dados que procurem padrões de comportamento baseado nas informações históricas armazenadas em banco de dados transacional; e posterior utilização desses dados nas regras que compõem os critérios de avaliação cognitiva do jogo em substituição aos valores empíricos adotados;
- Ferramenta que automatiza a validação tanto do modelo de avaliação cognitiva elaborado por especialistas quanto de sua representação computacional;
- Realização de experimentos com crianças com diagnóstico de déficit cognitivo e verificar se o ambiente de avaliação construído a partir das ferramentas é capaz de identificar essas anomalias a partir dos resultados apresentados;
- Construção de regras que classifiquem o jogador dentro de uma escala de déficit pré-estabelecida baseando-se em dados históricos de sessões de jogos;

Evolução da API de Coleta e criação de uma estrutura de dados de *callback* para interagir com os jogos, possibilitando construir critérios que sejam

acionados quando determinadas situações de jogo ocorrerem, provocando uma espécie de intervenção no comportamento do jogo e assim auxiliando na utilização das técnicas da Elaboração Dirigida e do Fio Condutor.

Referências Bibliográficas

- ANJOS, L. A. M. ; MOURA P. M. **Um modelo para avaliação de produtos de software**. Recife: UFPE, 2009
- BALI, M.. **Drools JBoss rules 5.0 developer's guide**. Olton UK: Packt publishing, 2009.ISBN 1847195644.
- BANDURA. A. Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. **Psychological Review**, Washington DC, v.84, n. 2, p. 191-215, Mar. 1977.
- BATTAIOLA, A. L. et.al. O Papel do designer no desenvolvimento de jogos de computadores. In: GameArt / SBGames'2004 - SIMPÓSIO BRASILEIRO DE JOGOS DE COMPUTADOR E ENTRETENIMENTO DIGITAL, 2004, Curitiba. **Anais ...** Curitiba: [s.n.] 2004.
- BORUCHOVITCH, E. (2004a). A auto-regulação da aprendizagem e a escolarização inicial. In: Boruchovitch, E. ; JBzuneck , J. A (Orgs.). **Aprendizagem** – processos psicológicos e o contexto social na escola. Petrópolis: Vozes, p. 55-88.
- BREITMAN, K. ; CASANOVA, M. A. ; TRUZKOWSKI, W. **Semantic web: concepts, technologies and applications**. London: Springer, 2007.
- CAPOVILLA, A. G. ; DIAS, N. M. Desenvolvimento de habilidades atencionais em estudantes da 1ª a 4ª série do ensino fundamental e relação com rendimento escolar. **Revista Psicopedagogia**, São Paulo: Associação Brasileira de Psicopedagogia, v. 25, n. 78, p. 198-211, dez. 2008. Disponível em: < http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?pid=S0103-848620080003000003&script=sci_arttext >. Acessado em: ago. 2011.
- COSTA, R. M. E. M. **Ambientes virtuais na reabilitação cognitiva de pacientes neurológicos e psiquiátricos**. 2000. Tese (Doutorado em Ciencias em Engenharia de Sistemas e Computação). __ COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.
- COSTA, R. M. E.M. ; CARVALHO, Luís A. ; ARAGON, D. Explorando as possibilidades dos ambientes virtuais para a reabilitação cognitiva. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 9., 1998, Fortaleza, **Anais ...** Fortaleza: SBC, .1998
- ERIKSON, E. H. **Infância e sociedade**. Tradução de Gildásio Amado. Rio de Janeiro: Zahar. 1971.
- FÁVERO, L. L. **Coesão e coerência textuais**. 9. ed. São Paulo: Ática, 2004.
- FERREIRA, P. A. P. **Um Projeto arquitetural para sistemas neuropedagógicos integrados**. 2009. 161 f. Dissertação (Mestrado em Informática) – Instituto de Matemática, Núcleo de Computação Eletrônica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2009.
- FIELDING, T. **Architectural styles and the design of network-based software architectures**. Unpublished doctoral thesis, University of California, Irvine.2000

FLAVELL, J. H. ; MILLER, P. H.

Desenvolvimento cognitivo. 3. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1999. 341 p.

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

GERA, A. A. S. ; LINHARES, M. B. M. Avaliação cognitiva assistida: estratégias de perguntas de busca de informação na resolução de problemas. **Psicologia: Reflexão & Crítica**, Porto Alegre, v. 19, n. 1, p. 74-82, 2006.

GOMES, D. S. M. **Nébulas:** um sistema integrado para geração de inferências nebulosas aplicáveis a jogos psicopedagógicos. 2011. 145 f. Dissertação (Mestrado em Informática) – Instituto de Matemática, Núcleo de Computação Eletrônica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

GOMES, M. A. M. **Aprendizagem auto-regulada em leitura numa perspectiva de jogos de regras.** Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

GOMES, M. A. M, ; BORUCHOVITCH, E. Desempenho no jogo, estratégias de aprendizagem e compreensão na leitura. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, Brasília DF, v. 21, n. 3, p. 319-326, dez. 2005.

GOTTI, M. O. **Português para deficiente auditivo.** Brasília, DF: Unb, 1992.

JBOSS. Drools-expert project. Disponível em:

<http://downloads.jboss.com/drools/docs/5.0.1.26597.FINAL/drools-expert/html/index.html>

Acesso em: abr 2011.

_____. **Hibernate.** Disponível em: <

http://docs.jboss.org/hibernate/core/3.3/reference/en/pdf/hibernate_reference.pdf/ > Acesso em: set 2011.

_____. **RestEasy project.** Disponível em: < <http://www.jboss.org/resteasy> > Acesso em: ago 2011.

_____. **Richfaces.** Disponível em: <

http://docs.jboss.org/richfaces/latest_4_0_X/Developer_Guide/en-US/html/chap-Developer_Guide-Introduction.html/ > Acesso em: set 2011.

JFREEORG, **JFreeChart.** Disponível em: < <http://www.jfree.org/jfreechart/> > Acesso em: set 2011.

KAVALE, K. A. ; FORNESS, S. R. Social skill deficits and learning disabilities: a meta-analysis. **Journal of Learning Disabilities**, Austin TX, v. 29, n. 3, p. 226-237, May 1996.

KIRRIEMUIR, J. ; MCFARLANE, A. **Literature review in games and learning.** Harboursite, Bristol: Futurelab, 2004.(Futurelab Series, Report 8).

KOCH, I. V. **O texto e a construção dos sentidos.** 9. ed. São Paulo: Contexto, 2008.

LIMA, R. F. Compreendendo os mecanimos atencionais. **Ciência & Cognição**, Rio de Janeiro, Ano 2, v.6, nov. 2005. Disponível em <http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v06/m24554.pdf> . Acesso em ago. 2011

LUFT, C. D. B. et al. Avaliação neuropsicológica computadorizada: um instrumento para avaliar o desempenho cognitivo de atletas. Comunicação oral. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PSICOLOGIA DO ESPORTE, 14., 2010, Curitiba. VII CONGRESSO INTERNACIONAL DE PSICOLOGIA DO ESPORTE, 7.,2010, Curitiba. **Anais ...** Curitiba: SOBRAPE/SOPEPAR, 2010.

MARQUES, C. V. M. Avaliação de crianças deficientes visuais: um estudo dos processos cordicais simultâneos e sucessivos, visuo-motores e verbais através de testes neuropsicológicos Rio de Janeiro: PPGI/IM/NCE/UFRJ, 2009. 10 p. (Relatório Técnico, 02/09).

MARQUES, C. V. M.; OLIVEIRA, C. E. T. ; MOTTA, C. (Org.). **Jogo da roda da linguagem - estudo proposicional para virtualização de jogos psicopedagógicos**. Rio de Janeiro: PPGI/IM/NCE/UFRJ, 2009. (Relatório Técnico, no prelo).

_____. **A revolução cognitiva; um estudo sobre a teoria de Franco Lo Presti Seminário**. Rio de Janeiro: PPGI/IM/NCE, 2009. (Relatório Técnico, 04/09).

MARQUES, C. V. M. et al. An Architectural platform to provide integral care for cognitive impaired children through neuropedagogical metacognition. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH INFORMATICS HEALTHINF, 2., 2009, Porto. **Proceedings ...** Porto: INSTICC, 2009.

MARQUES, C. V. M. et al. Avaliação de crianças deficientes visuais através de jogos neuropedagógicos. In: SCA - SIMPÓSIO DE COMPUTAÇÃO APLICADA, 1., 2009, Passo Fundo. **Anais ...** Passo Fundo: UFP, 2009.

MARQUES, C. V. M. et al. **O Uso da inteligência e da visão computacional no estudo da atenção seletiva de crianças cegas congênitas**. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH INFORMATICS HEALTHINF, 4., 2011. Roma. **Proceedings ...** Roma: INSTICC, 2011.

MARQUES, C. V. M. et al. **O Uso do Laboratório Orange Canvas na análise de desempenho de crianças deficientes visuais no subteste - adaptado planned codes**. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH INFORMATICS HEALTHINF, 4., 2011. Roma. **Proceedings ...** Roma: INSTICC, 2011.

MARTURANO, E. M. A criança, o insucesso escolar precoce e a família: condições de resiliência e vulnerabilidade. In: MATURANO, E. M. ; LOUREIRO, S. R. ; ZUARDI, A.W. (Orgs.), **Estudos em saúde mental**. Ribeirão Preto: CPG em Saúde Mental-FMRP/USP. 1997. P. 130-149.

MCKINNEY, J. D. Longitudinal research on the behavioral characteristics of children with learning disabilities. **Journal of Learning Disabilities**, Austin, TX, v. 3, n. 3, p. 141 – 150, Mar. 1989

MELO, H. E. Ambientes computacionales y desarrollo Cognitivo: perspectiva psicológica; **Boletín de Informática Educativa**, Bogotá, v.. 2, n. 2, p.137-145, ago. .1989.

MORAES, A. L. A. et al. **Construção para agilizar a virtualização de jogos metacognitivos**. Rio de Janeiro: PPGI/IM/NCE/UFRJ, 10 p. (Relatório Técnico, 02/08). 2008

MORATORI, P. B. **Por que utilizar jogos educativos no processo de ensino aprendizagem?** Rio de Janeiro: NCE/UFRJ, 2003. Disponível em: <http://www.nce.ufrj.br/ginape/publicacoes/trabalhos/PatrickMaterial/TrabfinalPatrick2003.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2011.

ORACLE, **Java server faces**. Disponível em: < <http://java.sun.com/javaee/5/docs/tutorial/doc/bnaph.html> > Acesso em: 25 set 2011.

PASSERINO, L. M. Avaliação de jogos educativos computadorizados. In: TISE'98 - TALLER INTERNACIONAL DE SOFTWARE EDUCATIVO, 3., 1998, Santiago, Chile. **Proceedings ...** Santiago, Chile: – TISE' 98. Anais. Santiago, Chile: Universidad de Chile, 1998.

PIAGET, J. **A epistemologia genética: sabedoria e ilusões da filosofia; problemas de psicologia genética**. 2. ed. São Paulo: Abril Cultural, 1983. (Coleção Os Pensadores).

RICHARDSON, L. ; RUBY, S. **RESTful web services**. Sebastopol CA: O'Reilly Media, 2007.

SANTOS, L. C. ; MARTURANO, E. M. Crianças com dificuldade de aprendizagem: um estudo de seguimento. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, Porto Alegre, v.12, n.2, p. 377-394, 1999.

SEMINÉRIO, Franco Lo Presti. **Cibernética, informação e cognição. infraestrutura da cognição: fatores ou linguagens?.** Rio de Janeiro: FGV; ISOP, 1984. 60p. (Cadernos do ISOP, n. 4)

SEMINÉRIO, Franco Lo Presti. **Infraestrutura da cognição (II): linguagens e canais morfo genéticos**. Rio de Janeiro: FGV; 1985. 60p. (Cadernos do ISOP, n.8).

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.

SEMINÉRIO, Franco Lo Presti et al.. **Elaboração dirigida um caminho para o desenvolvimetro metaprocessual da cognição humana**. Rio de janeiro: Instituto Superior de Estudos e Pesquisas Sociais, 1987.

WIKIPEDIA: a enciclopédia livre. [S.l.]: [s.n.], 2006. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/P%C3%A1gina_principal>. Acesso em: 17 jan. 2010.

[WIKIPEDIA: a enciclopédia livre. \[S.l.\]: \[s.n.\], 2011. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Pedra_de_Roseta>. Acesso em: 01 Out. 2011.](http://pt.wikipedia.org/wiki/Pedra_de_Roseta)

VYGOTSKY, L. S. **A Formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1984

ZHU, L.; MORGAN, G. Runtime evolution for online gaming: a case study using JBoss and Drools. In: ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE IN GAME DESIGN AND TECHNOLOGY, 6., 2008. Liverpool, Proceedings New York: ACM, 2008.