



EICA - ESTRUTURAS INTERNAS COGNITIVAS APRENDENTES:  
UM MODELO NEURO-COMPUTACIONAL APLICADO À INSTÂNCIA PSÍQUICA  
DO SISTEMA PESSOA EM ESPAÇOS DIMENSIONAIS

Carla Verônica Machado Marques

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Sistemas e de Computação, COPPE, da Universidade federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Engenharia de Sistemas e de Computação.

Orientador: Luis Alfredo Vidal de Carvalho

Rio de Janeiro

Março de 2017

EICA - ESTRUTURAS INTERNAS COGNITIVAS APRENDENTES:  
UM MODELO NEURO-COMPUTACIONAL APLICADO À INSTÂNCIA PSÍQUICA  
DO SISTEMA PESSOA EM ESPAÇOS DIMENSIONAIS

Carla Verônica Machado Marques

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO LUIZ  
COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE) DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS  
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM ENGENHARIA DE  
SISTEMAS E DE COMPUTAÇÃO.

Examinada por:

---

Prof. Felipe Maia Galvão França, Ph.D.

---

Prof. Luis Alfredo Vidal de Carvalho, D.Sc.

---

Prof. Nelson Maculan Filho, D.Sc.

---

Profa. Rosa Maria Esteves Moreira da Costa D.Sc

---

Profa. Maira Monteiro Fróes, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

MARÇO DE 2017

Marques, Carla Verônica Machado.

EICA - estruturas internas cognitivas aprendentes: Um modelo neuro-computacional instanciando o sistema pessoa em espaços dimensionais/ Carla Verônica Machado Marques. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2017.

XI, 174 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Luis Alfredo Vidal de Carvalho

Tese (doutorado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Sistemas e de Computação, 2017.

Referências Bibliográficas: p. 152-158.

1. Estruturas Internas Cognitivas Aprendentes. 2. Sistema pessoa. 3. Modelo Neuro-computacional. I. Carvalho, Luis Alfredo Vidal de. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Sistemas e de Computação. III. Título.

## **DEDICATÓRIA**

**Ao meu maior companheiro de todas as lutas  
Prof. Carlo Emmanoel Tolla de Oliveira**

## AGRADECIMENTOS

Ao grande Prof. Jayme Luiz Szwarcfiter  
Ao grande mentor Pe. Joaquim Ferreira Xavier Jr.  
Aos meus amados filhos Rodrigo e Felipe  
Aos meus pais Milton e Maria de Lourdes  
À Prof<sup>ª</sup>. Claudia Lage Rebello da Motta, por sua proteção  
Ao brilhante Prof. Vladimir Lazarev  
Ao querido Prof. Leonardo Azevedo  
Ao grande artista e Prof. Renato Milhiolo  
Ao querido amigo Gilbert Huber  
Ao generoso juiz Siro Darlan  
Ao Prof. Ageu Cavalcante, por todo o apoio  
Ao Prof. Cid Marcos David, pela companhia  
Ao brilhante diplomata da ONU Dr. Carlos dos Santos  
À querida Érica Deslandes pelas oportunidades  
Aos assistentes de pesquisa Ludmila Meireles e Érica Nogueira  
A todos os meus alunos de graduação e extensão  
A todos os alunos que me convidaram para participar das orientações de mestrado  
Ao IBC – Instituto Benjamin Constant  
Ao INES – Instituto Nacional de Educação de Surdos  
Ao NCE – Instituto Núcleo de Computação Eletrônica  
À Faculdade de Medicina da UFRJ – Curso de Fonoaudiologia  
À alma pura de Marinalva Ricardo da Silva  
Ao grande amor da minha vida Prof. Darcy Roberto Andrade Lima (in memoriam)

## **EPIGRAFE**

“Quando reestudo a Psicogenética, alguma coisa ela modificará em mim e, vice versa, quando meus horizontes se redimensionam ela é convocada a encontrar os padrões universais. Isto é tão recíproco, mais que espelhativo, que, quando são outras mãos que a rearranjam, elas acabam por modificar-me também. Como? - vocês me perguntam. – Toda obra, como toda vida, como toda energia, é na verdade um potencial evolutivo a modular-se, interagindo. Quando alguém se propõe uma tarefa grande para suas forças, acabou de descobrir em si um potencial a modular-se em muitas formas de energia, sob muitas interações, a muitas mãos, numa “comunidade”.

**Pe. Joaquim Ferreira Xavier Jr.**

**IN MEMORIAM**

**Do amado e grande mestre Franco Lo Presti Seminério**

Resumo da Tese de à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Engenharia de Sistemas e de Computação

EICA - ESTRUTURAS INTERNAS COGNITIVAS APRENDENTES:  
UM MODELO NEURO-COMPUTACIONAL APLICADO À INSTÂNCIA PSÍQUICA  
DO SISTEMA PESSOA EM ESPAÇOS DIMENSIONAIS

Carla Verônica Machado Marques

Março/2017

Orientador: Luis Alfredo Vidal de Carvalho

Programa: Engenharia de Sistemas e de Computação

A origem deste trabalho foi a constatação pública da condição sub-ótima da educação no Brasil durante a última década, onde notamos que ainda não há integração das escolas com os avanços na computação e na neurociência cognitiva. Como proposta para alterar este cenário, apresenta-se aqui um modelo de engenharia do aprender e ensinar de contínuo e progressivo entendimento da unidade cérebro-mente que viabiliza a implementação de uma personalização da educação.

Através da observação dos metaprocessos das linguagens universais, é possível traçar estratégias para alcançar novos patamares de qualidade da "Pessoa".

Nesta tese investigamos a eficiência do modelo teórico EICA, medindo a sua aplicabilidade como metodologia de avaliação cognitiva. O método utilizado para comprovar o modelo teórico EICA é o desenvolvimento de um jogo (*gamificação*) capaz de obter dados dos usuários em tempo real e a posterior análise destes dados, a fim de comprovar a existência de EICA como um modelo cognitivo universal.

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Systems Engineering and Computing

EICA – INTERNAL COGNITIVE LEARNING STRUCTURES:  
A NEURO-COMPUTATIONAL MODEL APPLIED TO THE PSYCHIC INSTANCE OF  
THE PERSON-SYSTEM IN DIMENSIONAL SPACES

Carla Verônica Machado Marques

March/2017

Advisor: Luis Alfredo Vidal de Carvalho

Department: Systems Engineering and Computing

The origin of this thesis was the public finding of the suboptimal condition of education in Brazil during the last decade, where we noticed that there is still no integration of schools with advances in computation and cognitive neuroscience. As a proposal to change this scenario, we present here an engineering model of learning and teaching of continuous and progressive understanding of the brain-mind unit that enables the implementation of a customized education.

By observing in the metaprocesses of universal languages in the form of EICA, it is possible draw strategies to reach new levels of quality of the “Person“.

In this thesis we investigate the efficiency of the theoretical model EICA, measuring its applicability as an evaluation methodology. The method used to prove the theoretical model EICA is the development of a game (gamification) capable of obtaining data from the users in real time and the subsequent analysis of this data, in order to prove the existence of EICA as a universal cognitive model.

## Lista de Figuras

<b>Figura 1.</b>	Organização gráfica da estrutura da tese. ....	1
<b>Figura 2.</b>	Esquema da metacognição de Thomas O. Nelson e Louis Narens (1990). 20	
<b>Figura 3.</b>	Processos multiníveis .....	21
<b>Figura 4.</b>	Modelo de integração de informações (Spearman, 1927). ....	25
<b>Figura 5.</b>	Modelo Estrutural do Intelecto de Guilford .....	32
<b>Figura 6.</b>	Ilustração dos seis tipos de produtos usando exemplos figurais visuais. ...	33
<b>Figura 7.</b>	Conjunto de Mandelbrot.....	39
<b>Figura 8.</b>	Grafo: vértices e arestas.....	40
<b>Figura 9.</b>	Proteoma.....	40
<b>Figura 10.</b>	Sistema Pessoa (Delbem, 2014) .....	41
<b>Figura 11.</b>	Jogo do Mundo .....	51
<b>Figura 12.</b>	Jogo das Chaves Lógicas .....	51
<b>Figura 13.</b>	Roda da Linguagem.....	52
<b>Figura 14.</b>	Modelo de difração da luz, diagramas e grafos .....	56
<b>Figura 15.</b>	Movimento pendular do modelo de EICA .....	58
<b>Figura 16.</b>	Modelo EICA de homocinese da área de força sobre os objetos reais de conhecimento das diferentes disciplinas.....	60
<b>Figura 17.</b>	Modelo EICA de homocinese da área de força sobre os objetos reais de conhecimento das diferentes disciplinas.....	60
<b>Figura 18.</b>	Modelo EICA de homocinese da área de força sobre os objetos reais de conhecimento das diferentes disciplinas – visão isométrica. ....	60
<b>Figura 19.</b>	Modelo EICA de homocinese da área de força sobre os objetos reais de conhecimento das diferentes disciplinas – vista superior. ....	61
<b>Figura 20.</b>	Modelo EICA de homocinese da área de força sobre os objetos reais de conhecimento das diferentes disciplinas – corte lateral.....	61
<b>Figura 21.</b>	Representação gráfica dos padrões interferométricos .....	62
<b>Figura 22.</b>	A fractalidade das disciplinas no <i>GAME</i> EICA.....	63
<b>Figura 23.</b>	Diagrama de estados .....	64
<b>Figura 24.</b>	Modelo do <i>GAME</i> EECA .....	69
<b>Figura 25.</b>	Jogo das Chaves Lógicas .....	70

<b>Figura 26.</b>	Jogo do Mundo .....	70
<b>Figura 27.</b>	Roda da Linguagem.....	71
<b>Figura 28.</b>	Diagrama de classes conceitual .....	78
<b>Figura 29.</b>	Fio Condutor Técnico.....	81
<b>Figura 30.</b>	Fio Condutor Material .....	81
<b>Figura 31.</b>	Casos de Uso .....	82
<b>Figura 32.</b>	Modelo dimensional: tipo árvore.....	88
<b>Figura 33.</b>	Diagrama físico.....	90
<b>Figura 34.</b>	Desenvolvimento dos processos.....	91
<b>Figura 35.</b>	RUP: o modelo dos processos de produção do instrumento. ....	91
<b>Figura 36.</b>	Modelo Inicial de Adaptação.....	93
<b>Figura 37.</b>	Modelo de administração dos testes .....	94
<b>Figura 38.</b>	Matriz de confusão no <i>Orange</i> .....	96
<b>Figura 39.</b>	Função <i>Wavelet</i> Daubechies 3.....	103
<b>Figura 40.</b>	Gráfico absoluto de transitividade entre as representações dos objetos ...	104
<b>Figura 41.</b>	Diagramas da segunda derivada para os alunos na tabela classificados por prognóstico. ....	110
<b>Figura 42.</b>	Classes de minúcias segundo jogo e transitividade .....	111
<b>Figura 43.</b>	Gráfico individual de tempo nas jogadas .....	113
<b>Figura 44.</b>	Gráfico do cálculo da segunda derivada do tempo das jogadas com predição de V= VERDADEIRO SUCESSO.....	113
<b>Figura 45.</b>	Sincronização e visualização das minúcias com os eventos de escolha dos objetos reais do conhecimento.....	114
<b>Figura 46.</b>	Diagrama de Estados EICA.....	115
<b>Figura 47.</b>	Gráfico individual de tempo nas jogadas .....	116
<b>Figura 48.</b>	Gráfico do cálculo da segunda derivada do tempo das jogadas com predição de V= VERDADEIRO SUCESSO.....	116
<b>Figura 49.</b>	Sincronização e visualização das minúcias com os eventos de escolha dos objetos reais do conhecimento.....	117
<b>Figura 50.</b>	Diagrama de Estados EICA.....	118
<b>Figura 51.</b>	Gráfico individual de tempo nas jogadas .....	119

<b>Figura 52.</b>	Gráfico do cálculo da segunda derivada do tempo das jogadas com predição de V= VERDADEIRO SUCESSO.....	120
<b>Figura 53.</b>	Sincronização e visualização das minúcias com os eventos de escolha dos objetos reais do conhecimento.....	120
<b>Figura 54.</b>	Diagrama de Estados EICA.....	121
<b>Figura 55.</b>	Gráfico individual de tempo nas jogadas .....	122
<b>Figura 56.</b>	Gráfico do cálculo da segunda derivada do tempo das jogadas com predição de V= VERDADEIRO SUCESSO.....	123
<b>Figura 57.</b>	Sincronização e visualização das minúcias com os eventos de escolha dos objetos reais do conhecimento.....	123
<b>Figura 58.</b>	Diagrama de Estados EICA.....	124
<b>Figura 59.</b>	Gráfico individual de tempo nas jogadas .....	125
<b>Figura 60.</b>	Gráfico do cálculo da segunda derivada do tempo das jogadas com predição de S= MÍNIMO SUCESSO.....	125
<b>Figura 61.</b>	Sincronização e visualização das minúcias com os eventos de escolha dos objetos reais do conhecimento.....	126
<b>Figura 62.</b>	Diagrama de Estados EICA.....	127
<b>Figura 63.</b>	Gráfico individual de tempo nas jogadas .....	128
<b>Figura 64.</b>	Gráfico do cálculo da segunda derivada do tempo das jogadas com predição de S= MÍNIMO SUCESSO.....	128
<b>Figura 65.</b>	Sincronização e visualização das minúcias com os eventos de escolha dos objetos reais do conhecimento.....	129
<b>Figura 66.</b>	Diagrama de Estados EICA.....	130
<b>Figura 67.</b>	Gráfico individual de tempo nas jogadas .....	131
<b>Figura 68.</b>	Gráfico do cálculo da segunda derivada do tempo das jogadas com predição de F= FALSO SUCESSO.....	131
<b>Figura 69.</b>	Sincronização e visualização das minúcias com os eventos de escolha dos objetos reais do conhecimento.....	132
<b>Figura 70.</b>	Diagrama de Estados EICA.....	133
<b>Figura 71.</b>	Gráfico individual de tempo nas jogadas .....	134

<b>Figura 72.</b>	Gráfico do cálculo da segunda derivada do tempo das jogadas com predição de F= FALSO SUCESSO.....	134
<b>Figura 73.</b>	Sincronização e visualização das minúcias com os eventos de escolha dos objetos reais do conhecimento.....	135
<b>Figura 74.</b>	Diagrama de Estados EICA.....	136
<b>Figura 75.</b>	Gráfico individual de tempo nas jogadas .....	137
<b>Figura 76.</b>	Gráfico do cálculo da segunda derivada do tempo das jogadas com predição de E= EXCLUSÃO SIMBÓLICA. ....	137
<b>Figura 77.</b>	Sincronização e visualização das minúcias com os eventos de escolha dos objetos reais do conhecimento.....	138
<b>Figura 78.</b>	Diagrama de Estados EICA.....	139
<b>Figura 79.</b>	Gráfico individual de tempo nas jogadas .....	140
<b>Figura 80.</b>	Gráfico do cálculo da segunda derivada do tempo das jogadas com predição de E= EXCLUSÃO SIMBÓLICA. Este indivíduo apresenta baixíssima aceleração. ....	140
<b>Figura 81.</b>	Sincronização e visualização das minúcias com os eventos de escolha dos objetos reais do conhecimento.....	141
<b>Figura 82.</b>	Diagrama de Estados EICA.....	142
<b>Figura 83.</b>	Gráfico individual de tempo nas jogadas .....	143
<b>Figura 84.</b>	Sincronização e visualização das minúcias com os eventos de escolha dos objetos reais do conhecimento.....	143
<b>Figura 85.</b>	Diagrama de Estados EICA.....	144
<b>Figura 86.</b>	Gráfico individual de tempo nas jogadas .....	145
<b>Figura 87.</b>	Sincronização e visualização das minúcias com os eventos de escolha dos objetos reais do conhecimento.....	146
<b>Figura 88.</b>	Diagrama de estados EICA.....	147
<b>Figura 89.</b>	Diagrama de Estados EICA geral.....	148
<b>Figura 90.</b>	Ideograma geral da máquina EICA .....	149
<b>Figura 91.</b>	Gráfico de Coordenadas Paralelas.....	151
<b>Figura 92.</b>	Contagem dos casos de uso da Máquina EICA.....	152
<b>Figura 93.</b>	Contagem da transitividade idiomática .....	153

## Lista de Tabelas

<b>Tabela 1.</b>	Axiomas.....	53
<b>Tabela 2.</b>	Crivo Empírico da Máquina de estados EICA .....	67
<b>Tabela 3.</b>	Filogênese da Linguagem, Matemática e Ciências .....	72
<b>Tabela 4.</b>	Casos de uso .....	87
<b>Tabela 5.</b>	Interface Padronizada de Coleta.....	95
<b>Tabela 6.</b>	Classificação de Transitividade.....	105
<b>Tabela 7.</b>	Legenda de prognósticos .....	106
<b>Tabela 8.</b>	Critérios de elegibilidade para as classificações do prognóstico da transitividade .....	106
<b>Tabela 9.</b>	Prognósticos obtidos por <i>machine learning</i> . .....	108
<b>Tabela 10.</b>	Tabela gerada por rede neural sem peso para derivada segunda do tempo com prognósticos.....	110
<b>Tabela 11.</b>	Filogênese da Linguagem, Matemática e Ciências .....	162

## **Lista de Quadros**

<b>Quadro 1.</b>	Tipologias de Estruturas do Intelecto .....	36
<b>Quadro 2.</b>	Modelo dimensional .....	80

## Lista de Siglas

- ABRAPA – Associação Brasileira de Problemas de Aprendizagem
- API – Application Programming Interface
- EECA- Estruturas Externas Cognitivas Aprendentes
- EEG – Eletroencefalograma
- EI – Estruturas do intelecto
- EICA – Estruturas Internas Cognitivas Aprendentes
- FIOCRUZ – Fundação Osvaldo Cruz
- FOK – *Feeling of Knowing*. Sensação de conhecimento
- FONK – *Feeling of Not-Knowing*. Sensação de não conhecimento
- FUNLAR – Fundação Municipal Lar Escola Francisco de Paula
- IBC – Instituto Benjamin Constant
- IFF – Instituto Fernandes Figueira
- INES – Instituto Nacional de Educação de Surdos
- JSON – Java Script Object Notation
- KDD – Knowledge Discovery in Databases
- LABASE – Laboratório de Automação de Sistemas Educacionais
- NCE – Núcleo de Computação Eletrônica- Instituto Tércio Pacitti de Aplicações Computacionais
- NOSQL – No Search Query Language
- ORC – Objeto real de conhecimento
- PAAS – Platform As A Service
- PUC-RJ – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
- REST – Representational State Transfer
- RM – Ressonância de Marques

RUP – Rational Unified Process

SEE – Secretaria Estadual de Educação

SME – Secretaria Municipal de Educação

UERJ – Universidade Estadual do Rio de Janeiro

UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro

XP – Extreme Programing

## SUMÁRIO

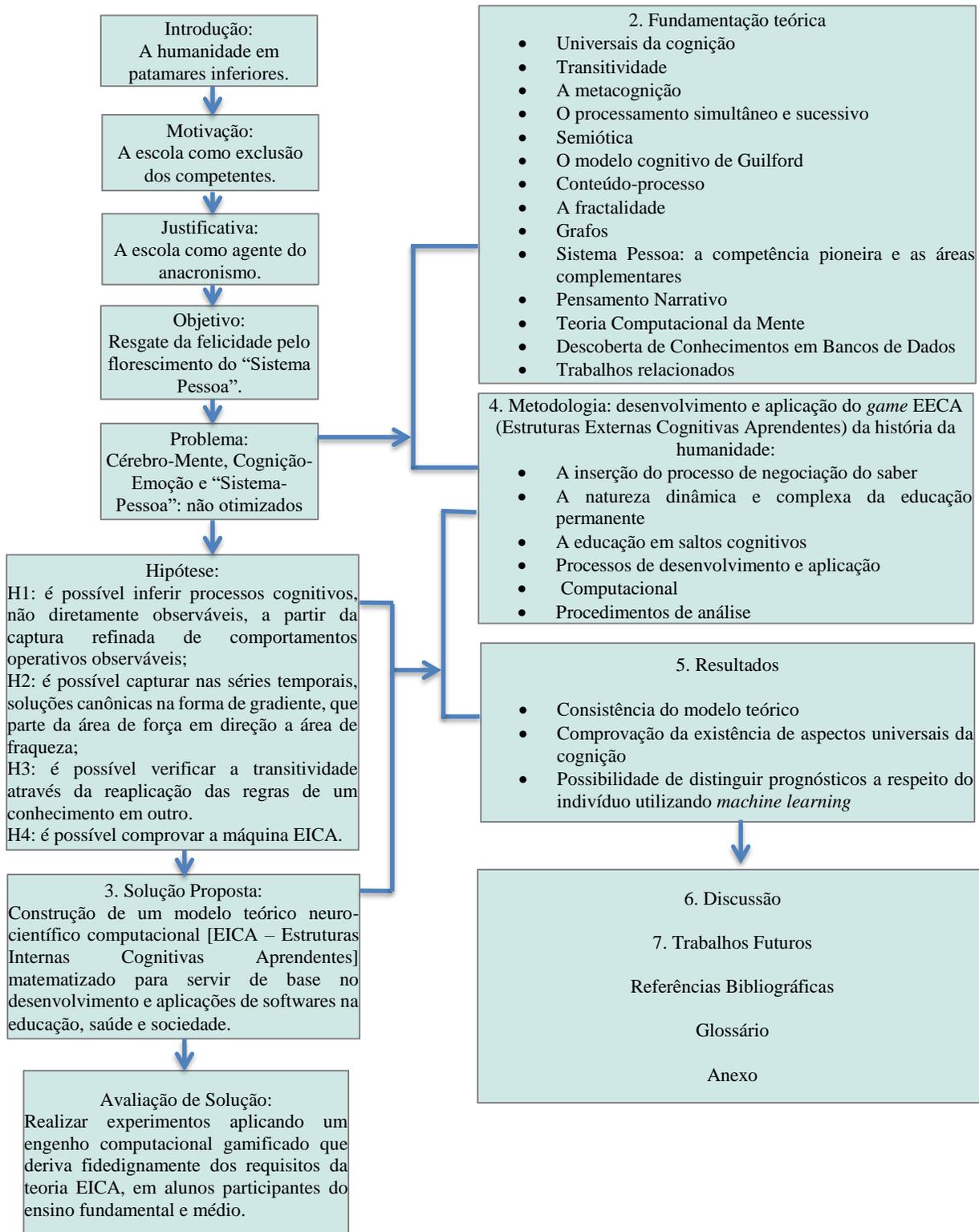
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1. MOTIVAÇÃO .....	4
1.2. JUSTIFICATIVA.....	6
1.3. OBJETIVO.....	11
1.4. PROBLEMA .....	11
1.5. HIPÓTESES.....	15
<b>2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....</b>	<b>17</b>
2.1. OS UNIVERSAIS DA COGNIÇÃO.....	17
2.2. TRANSITIVIDADE .....	18
2.3. A METACOGNIÇÃO .....	18
2.4. O PROCESSAMENTO SIMULTÂNEO E SUCESSIVO .....	22
Raízes Históricas .....	22
Proposições básicas. ....	24
2.5. SEMIÓTICA .....	27
2.6. O MODELO ESTRUTURAL DO INTELLECTO DE GUILFORD .....	28
Razões para escolher um modelo morfológico.....	28
Categorias na estrutura do intelecto.....	29
Status geral do modelo EI.....	34
2.7. CONTEÚDO-PROCESSO .....	36
2.8. A FRACTALIDADE .....	36
2.9. GRAFOS.....	39
2.10. SISTEMA PESSOA: A COMPETÊNCIA PIONEIRA E AS ÁREAS COMPLEMENTARES .....	41
2.11. PENSAMENTO NARRATIVO .....	42
2.12. TEORIA COMPUTACIONAL DA MENTE.....	42
2.13. <i>KNOWLEDGE DISCOVERY IN DATABASES</i> (DESCOBERTA DE CONHECIMENTO EM BANCOS DE DADOS) E <i>MACHINE LEARNING</i> (APRENDIZADO DE MÁQUINA) .....	43
2.14. TRABALHOS RELACIONADOS.....	44
<b>3. PROPOSTA .....</b>	<b>47</b>
3.1. A ORIGEM DAS EICA COMO PRÁTICA PEDAGÓGICA.....	47
3.2. A CRIAÇÃO DOS JOGOS DE ANÁLISE COGNITIVA.....	49
3.3. FORMALIZAÇÃO DOS CRITÉRIOS DA MÁQUINA EICA.....	52
3.4. AXIOMAS .....	53
3.4.1. DESCRIÇÃO DOS AXIOMAS .....	53
3.5. EICA: ESTRUTURAS INTERNAS COGNITIVAS APRENDENTES.....	55
3.5.1. PADRÕES INTERFEROMÉTRICOS NO EICA .....	61
3.6. A FRACTALIDADE DA ESTRUTURA DE EICA .....	62
3.7. A MÁQUINA EICA .....	63
3.8. CRIVO MÁQUINA EICA.....	65
<b>4. METODOLOGIA.....</b>	<b>68</b>
4.1. O INSTRUMENTO LÚDICO EECA (ESTRUTURAS EXTERNAS COGNITIVAS APRENDENTES).....	68
4.1.1. Os Jogos dentro do Jogo.....	69
4.1.2. Filogênese da Linguagem, Matemática e Ciências .....	71

4.1.3. Os procedimentos técnicos do <i>game</i> EECA (Estruturas Internas Cognitivas Aprendentes) .....	72
4.1.4. O <i>Game</i> Inteligente EECA: Modelo dimensional .....	78
4.1.5. Crivo Computacional: Entrelaçamento de disciplinas .....	81
4.1.6. Modelo dimensional em árvore .....	88
4.1.6. Engenharia Computacional.....	88
4.1.7. RUP: o modelo dos processos .....	90
4.2. PARTICIPANTES .....	92
4.3. PROCEDIMENTOS GERAIS.....	92
4.4.1. A API DE COLETA GERAL.....	94
4.4.2. INSTRUMENTOS USADOS PARA ANÁLISE DOS DADOS .....	95
4.4.3. INSTRUMENTO DESENVOLVIDO.....	96
4.4.4. PROCESSAMENTO DOS DADOS .....	97
4.4.5. LIMPEZA E REFORMATACÃO DO BANCO DE DADOS NOSQL-JSON	98
4.4.6. DESCRIÇÃO DO MODELO DE DADOS .....	98
4.4.6. OPERAÇÕES PRIMÁRIAS NOS DADOS.....	100
4.4.7. O CÁLCULO DA ACELERAÇÃO A PARTIR DOS TEMPOS DE ATIVAÇÃO DAS JOGADAS .....	101
4.4.8. O USO DE REDE NEURAL SEM PESO NA PREDIÇÃO DE PERFIS COGNITIVOS A PARTIR DO PROGNÓSTICO ASSOCIADO À UMA AMOSTRA .....	101
4.4.9. O USO DE <i>WAVELETS</i> PARA DISCRIMINAÇÃO DO ESPECTRO DE ONDAS NÃO ESTACIONÁRIAS DAS JOGADAS DO JOGO EECA .....	102
4.4.10. MAPEAMENTO DOS ESTADOS E TRANSIÇÕES DA MÁQUINA .....	103
4.4.11. RECONHECIMENTO DO ALFABETO DE OPERAÇÃO DO AUTÔMATO EICA A PARTIR DAS MINÚCIAS DO GRÁFICO DE ACELERAÇÃO .....	104
<b>5. RESULTADOS .....</b>	<b>104</b>
5.1. PREDIÇÃO COMPLETA DA SEGUNDA DERIVADA DO TEMPO DE INTERATIVIDADE COM AS REPRESENTAÇÕES DOS OBJETOS .....	106
5.2. CLASSES DE MINÚCIAS DERIVATIVAS TEMPORAIS SEGUNDO O JOGO E PROGNÓSTICO DE TRANSITIVIDADE.....	111
5.3. GRÁFICOS INDIVIDUAIS TÍPICOS .....	112
5.3.1. Caso 01 .....	112
5.3.2. Caso 02 .....	115
5.3.3. Caso 03 .....	118
5.3.4. Caso 04 .....	121
5.3.5. Caso 05 .....	124
5.3.6. Caso 06 .....	127
5.3.7. Caso 07 .....	130
5.3.8. Caso 08 .....	133
5.3.9. Caso 09 .....	136
5.3.10. Caso 10 .....	139
5.3.11. Caso 11 .....	143
5.3.12. Caso 12 .....	145
5.4. DIAGRAMA DE ESTADOS EICA GERAL.....	147
5.5. IDEOGRAMA GERAL DA MÁQUINA EICA.....	149
5.6. GRÁFICO DE COORDENADAS PARALELAS .....	151

5.7. CASOS DE USO DA MÁQUINA EICA .....	152
5.8. TRANSITIVIDADE IDIOMÁTICA.....	153
<b>6. DISCUSSÕES .....</b>	<b>154</b>
<b>7. TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>157</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>163</b>
<b>GLOSSÁRIO .....</b>	<b>170</b>
<b>ANEXO.....</b>	<b>172</b>

# 1. Introdução

Figura 1. Organização gráfica da estrutura da tese.



A contemporaneidade trouxe consigo a generalização das experiências vazias de sentimento ético e utópico no que tange à implicação do sujeito e sua *práxis*, como nos salienta Gadotti (1984). Este fato permeia a humanidade nos âmbitos subjetivo e objetivo, das inter-relações sociais em especial na dimensão do espírito científico e sua dialética entre o racionalismo e o realismo como nos diz Bachelard (2000). O que se deseja aqui é desenvolver argumentações para um trabalho harmonioso e eclético que ofereça propostas diretas para a reflexão e construção de uma educação cidadã (Gadotti, 2002).

No decorrer da história da humanidade, em geral, o ser humano permaneceu egocêntrico e competitivo, e a ciência foi nada mais do que o produto do espírito metafísico contraditório deste desastre orgânico. Um dos que mais se dedicaram ao estudo do tema foi o filósofo e cientista social Antonio Gramsci, conforme citado por Coutinho (1981). A colaboração natural entre a “Pessoa” e seus pares em mais alta consideração (Wallon, 2010) é ainda valor desprezado e conseqüentemente o indivíduo é destituído do desejo de construir sua identidade em parceria e amabilidade com outros indivíduos e grupos.

De acordo com isto, ainda acrescentamos a questão da representação social na escola e na cultura diante de diferentes tipos de intelectuais. Diz Gramsci (1982) que são duas principais: os orgânicos que criam camadas homogêneas de intelectualidade e grupos sociais inorgânicos historicamente estruturados em sua essência, sem interrupção nem mesmo das políticas radicais.

A escola como instituição consegue fazer passar por suas crenças e valores as entranhas da maioria absoluta dos seres humanos. Isso nos dá uma pequena noção da imensidão do poder desta singular invenção social. Paradoxalmente, a escola passa a ser um instrumento de poder e Gadotti (2001) aqui nos desvela um cenário de conflitos: a escola necrófila *versus* a escola do protagonismo.

Estes paradoxos sociopolíticos exigem dos especialistas uma efetiva inovação científica e tecnológica para que política e técnica possam gerar impulso catalizador de novas circunstâncias existenciais desta crise que se torna permanente e aparentemente infinita. Em três de seus textos dedicados ao estudo do homem através do desenvolvimento da civilização, - *O Futuro de uma ilusão* (1927), *O Mal-estar na Cultura* (1929) e *Por que a Guerra?* (1933) – Freud advoga que a gênese do "eu" (registro da ontogênese) repete os processos presentes

no desenvolvimento da civilização (registro da filogênese antropológica cultural): à civilização cabe dominar as forças da natureza assim como regular as tensões internas entre seus membros; ao "eu" cabe dominar as excitações externas e internas próprias à sua organização. Resgatar a filogênese na ontogênese não é tarefa fácil, pois a criança deverá, em pouco tempo, assimilar os resultados de uma evolução cultural que se estende por milhares de anos para adaptar suas pulsões à cultura.

Desta forma este trabalho procura ampliar ambições de encontrar novos nichos de discussão e descobertas que instiguem incessantemente novas produções científicas nas áreas de educação, psicologia cognitiva e neurociências, associadas à dialética humana da filogênese e da ontogênese na infinitude da invenção da história do conhecimento através da informática.

Neste ponto conseguimos criar um arcabouço que serve de base para a concepção de novas pedagogias que se baseiem em metodologias científicas próprias. Estas particularidades garantem um novo olhar sobre a estrutura de um mundo educativo, livre do medo e da timidez do reprodutivismo.

Para tal, criamos um modelo mental chamado EICA (Estruturas Internas Cognitivas Aprendentes). A exposição aos estímulos para a formação destas estruturas faz emergir uma dotação acompanhada de dosagem própria inata, que quando estimulada leva à formação social do ser humano instituído de identidade envolvente, livre da dependência e embotamento. O modelo das EICA leva a “mente incorporada” a transitar dados em esquemas-informações viso-motoras e processos psíquicos de uma maneira inovadora e criativa tornando visível esse sujeito como uma pessoa única, independente, inovadora e capaz de transferir aprendizagens de alto padrão de regras e padrões complexos, entre si. Chamamos estes esquemas viso-motores de *templates* de transitividade de regras generativas entre as diversas linguagens do conhecimento.

A maioria das pessoas não foi exposta aos estímulos para a formação destas estruturas, mas aos estímulos que se tornam crenças e valores normativos, que obstaculizam o desenvolvimento. As EICA são um processo inato: todo ser humano nasce com potencial genético de desenvolver naturalmente quando exposto ao estímulo adequado.

Os *games* inteligentes programados com máquinas de inteligência artificial oferecem uma tecnologia que habilita funções cognitivas de alta complexidade mediando a avaliação e aquisição das EICA. Quando crianças entram em contato com esses *games*, podemos observar suas reações diante da busca de soluções para os desafios. Estes *games* são próteses cognitivas (cibernética que amplia as competências e expande o poder das ações humanas) que habilitam no cérebro e na mente um metamultiprocessador que oferece a capacidade da “transmoglificação” (capacidade de transformar glifos em outros glifos, mantendo as regras generativas lógico-sistêmicas íntegras).

O mecanismo da transmoglificação permite que a criança adquira novas competências de forma permanente, realizando assim **saltos cognitivos**. Atravessa de uma linguagem para a outra sem percorrer o caminho conceitual exigido quando nos deparamos com uma nova linguagem do conhecimento. Ou seja, o pressuposto é o de que a aprendizagem metamultiprocessual pregressa da criança é levada em consideração, para elevar o pensamento sincrético ao conceitual. Através de esquemas-representações visuais lógico-gramaticais, “salta” sem perder as competências primárias. Assim como a Motivação de auto-recompensa interna que leva a criança a explorar o mundo ao seu redor pelo prazer do conhecimento e criatividade.

### **1.1. Motivação**

A humanidade está acomodada em patamares inferiores da cognição e essa estagnação também está presente na educação. Vez após vez são descartadas as habilidades de cada estudante segundo sua área de interesse e aptidão, isto é, suas competências singulares. Esse é o resultado de uma educação estabelecida com base em conteúdos e não em processos, conforme explicitado pelas metodologias de avaliação e ensino centradas na memorização.

Tais metodologias geram crianças com dificuldades de solucionar problemas com inovação e autonomia, seja de forma individual ou em grupo. Essa criança subótima é consequência de uma educação baseada em verdades imutáveis, sucessivamente desconexas e simultaneamente lineares. Em suma, a criança recebe uma educação limitada que a exclui da inteligência coletiva e do pensamento socializado. Quando a criança não tem contato com

uma educação colaborativa, o que aflora é uma educação da solidão competitiva moldando uma identidade egocêntrica e isolada.

Esse comprometimento gera egocentrismo isento de consciência e ética e que se põe a serviço da debilidade. O resultado é o ser humano incapaz de contribuir com o mundo e subjugado à meritocracia, onde o potencial criativo e inovador é desperdiçado. A humanidade passou por diversos tipos de governos e organizações sociais, porém a evolução que obtivemos através do tempo levou, em especial nos últimos séculos, à degradação da natureza em prol do suposto progresso. Evoluímos, mas não foi uma evolução coletiva, onde somos todos sujeitos, mas sim uma evolução com fins individualistas. O resultado deste processo resulta no sofrimento da humanidade. A mudança deste cenário só será possível através de uma educação que não comprometa a democratização da consciência, da ética e da inteligência.

O modelo educacional vigente gera um grande desperdício de potenciais humanos. Ao promover a adaptação do indivíduo a patamares inferiores da cognição são descartadas as competências transcendentais do sujeito. Tudo o que o tornava único é desmerecido ou desestimulado. Na prática isso significa que o que era peculiar, de mais valor no seu processo de aprendizagem, isto é, as estratégias ágeis, internas e ótimas de resolução de problemas são substituídas por respostas prontas. Significa que sua área de força (área disciplinar como competência principal) de acordo com os objetos de conhecimento que a constituíam, é fragmentada e isolada de modo a promover a exclusão do sujeito de si mesmo e, portanto, da inteligência da autenticidade de caráter público da identidade incorporada, que lhe é de direito.

Para que o ciclo vicioso gerado por este paradigma educacional seja quebrado é preciso uma mudança na educação que se baseie nos processos em vez dos conteúdos, com um projeto claro e preciso para o desenvolvimento das funções mentais superiores, isto é, da cognição e das regras generativas entre as linguagens do conhecimento. Esta mudança é possível de ocorrer através da construção de saberes de forma coletiva, através de motivações distintas que se unem buscando sua otimização no progresso de todos e para o progresso de si.

Uma educação colaborativa exige que o conhecimento funcione como alavanca de trocas de qualidade. A transdisciplinaridade entra como ferramenta fundamental ao integrar processos criativos inteligentes que tem sua origem em áreas epistêmicas diversas, apresentando-as como partes do mesmo objeto de conhecimento. Quando as pessoas não são mais destituídas de sua identidade de competência (escola da exclusão dos competentes), elas podem contribuir com seu potencial inovador e suas competências singulares articuladas advindas das áreas de força. Desse modo cria-se uma verdadeira geratriz de ideias, em um ambiente propício para o desenvolvimento da criatividade, da inovação e do crescimento pessoal de todos os envolvidos. O berço das soluções para a humanidade jaz no aproveitamento dos potenciais de cada sujeito quando em contato uns com os outros em direção à formação global do indivíduo e de grupos organizados de maneira seletiva, por complementaridade, e não por competição, de suas habilidades.

## **1.2. Justificativa**

A análise do caminho ontogenético que por semelhança à evolução filogenética humana (antropologia cultural), é muito interessante por guardar as analogias da memória antropológica humana na construção do conhecimento. No tocante a este ponto, é fato que desde eras mais remotas das condições de aprender utilizando o pensamento intuitivo inconsciente, em direção ao ato de criar, significa também utilizar em outros aspectos o pensamento próprio da linguagem código “L4” lógico-gramatical (Seminário, 1986) em seu auge de complexidade.

As teorias explicativas sobre o conhecimento foram sempre um tema importante na filosofia e também na ciência. Entre as teorias científicas, podemos destacar a história da sociologia do conhecimento, a psicologia e mais recentemente as neurociências. Burke (2012) delinea estes estudos como: as sociologias do conhecimento, as cronologias do conhecimento e as geografias do conhecimento.

Neste trabalho a filogênese fundamenta a história da evolução cultural humana, nomeadamente a constituição dos seres humanos como sujeitos cognitivo-linguísticos. A paleontologia humana, baseada em inúmeras investigações, afirma que os homens nem sempre tiveram a mesma constituição e capacidades. A explicação mais consensual é que a evolução da nossa constituição morfológica e funcional foi feita em simultâneo com o

desenvolvimento das nossas capacidades cognitivo-linguísticas (atenção, percepção, memória, linguagem e pensamento), de forma articulada com o desenvolvimento das nossas realizações e capacidades técnico-científicas. Todos estes fatores de forma inter-relacionada contribuíram para gerarem a espécie que hoje somos e por isso a importância do desenvolvimento de um engenho computacional neuropsicopedagógico que abrange estas dimensões de forma evolutiva, tal qual a natureza humana, para comprovar o modelo mental aqui apresentado como EICA.

O conhecimento é desta forma encarado ontogeneticamente como um processo de modificações e adaptações ao meio que desde o nascimento ocorre em todos os seres vivos. Conforme apresentamos, a ontogênese repete a filogênese, isto é, o desenvolvimento da humanidade é repetido de forma análoga no desenvolvimento de cada ser. No ser humano esta interação particular com o meio torna-se notável: o homem tomando a realidade como a invenção e esta sendo a autora do próprio inventor. O inventor por sua vez é sempre o senhor da sua invenção.

Na psicologia, Jean Piaget (1896-1980), o criador de uma abordagem científica do conhecimento (a Psicologia Genética), começou por estudar o modo como em cada indivíduo se desenvolve a faculdade de raciocinar (abordagem genética) considerando, deste modo, que esta faculdade não está pré-constituída no nascimento de uma criança. Chegou à conclusão de que na origem do conhecimento está um processo dinâmico em que há uma permanente interação entre sujeito e objeto. Inata é apenas a necessidade de adaptação ao meio.

No âmbito da sociologia do conhecimento, estuda-se a construção social da realidade pelos sujeitos, nomeadamente o senso comum. A neurobiologia do desenvolvimento estuda o desenvolvimento do sistema nervoso, em paralelo com a psicologia cognitiva que estuda a evolução das funções mentais superiores (ontogênese) que deve ser complementada pela história antropológica cultural humana (filogenia). Todos os os segmentos da evolução estão interconectados. A ontogênese é uma breve e rápida recapitulação da filogenia, determinada pelas funções neurofisiológicas e psicológicas da hereditariedade (geração) e adaptação (manutenção). Assim, o desenvolvimento do conhecimento humano é um exemplo onde a ontogênese recapitula a filogenia da invenção e das descobertas dos diferentes grupos sociais inclusive de seus intelectuais.

O nível objetivo do desenvolvimento da evolução da humana na busca por sua identidade se dá de forma visível. No entanto, essa busca persiste a níveis filosóficos, psicológicos e antropológicos. As ciências humanas se encarregaram de investir no estudo do homem através dos séculos e como a mentalidade de cada sociedade em dado momento histórico interfere na definição de sua identidade.

Vivemos hoje a mentalidade da globalização do anacronismo: ainda hoje as relações sócio tecnológicas se baseiam no século XX, quando a revolução industrial determinou um sistema de funcionamento da sociedade humana baseado no consumo e na prática da repetição para atingir metas e processos reprodutivistas. A matéria prima natural disponível em larga escala durante a revolução industrial consagra esse século como o século do consumo. A ilusão da existência de recursos naturais infinitos fundamenta uma educação que forma consumidores como o ideal para as necessidades que se faziam presentes naquele momento histórico, instaurando assim este processo de formação como modelo de sucesso na escola. É do interesse do sistema uma escola que visa a perpetuação da sociedade consumista que transforma até mesmo o conhecimento e a subjetividade em bens de consumo, através dos quais traçará metas para aumentar este mesmo consumo.

O século XX transformou pessoas, mentes, corpos e sentimentos em entidades pré-concebidas, isto é, em bens de consumo obrigatório. O conhecimento incorporado não poderia ser deixado fora dessa equação. É importante para que essa conjuntura permaneça sólida à manutenção dessa mentalidade através de diversas instituições, em especial a escola. Quando a educação é vista desta forma, isto é, como a indústria da mentalidade débil, é preciso refletir a respeito dos rumos da escola, das ciências e tecnologias que sustentam suas práticas pedagógicas. A formação do indivíduo e o aproveitamento de seu potencial global não são o foco da educação de uma sociedade que acredita na infinitude de recursos e no custo inexequível das inter-relações de descobertas humanas incorporadas, como nos dizem Lakoff e Johnson (1999). A mentalidade de mercado competitivo ou de dominação do poder gera a cobrança do sucesso marcado nos resultados em vez de processos, sem compreender, como nos dizia Guimarães Rosa (1956), que “o real não está na saída nem na chegada: ele se dispõe para a gente no meio da travessia”.

Como cada indivíduo é único, é tão somente lógico assumir que o processo epistemológico de cada um também seja. Os diversos tipos de inteligência e, portanto, as aptidões naturais a áreas diferentes do conhecimento variam de acordo com cada estudante. A escola que funciona como uma fábrica: tem suas crenças e valores baseados na prática da repetição e do consumo de conteúdos. Reprodução e cópia tendem a serem premiadas, assim como respaldadas nos saberes já reconhecidos, enquanto toda divergência e inovação tendem a ser excluídas e punidas com demérito por serem tomadas como inconclusivas ou sem fundamento suficiente. O sistema educacional é projetado de modo a convencer cada estudante a abrir mão do seu potencial criativo e inovador a fim de se adequar ao sistema. Desse modo o estudante fica para sempre convidado ao medo e à timidez. É impossível agir de outra forma quando o indivíduo é destituído de todo o poder de seus traços distintivos, que o caracterizam como "Pessoa".

O poder para alcançar os patamares superiores, onde a Pessoa-indivíduo se aproxima do que seria o conceito universal do ser humano, vem da tomada de consciência do potencial existente dentro de cada sujeito. A metacognição é a área de estudo que trata da tomada de consciência quando se trata de conhecimento, emoções, memória e percepção de si e do outro. Cada consciência de conhecimento é composta por suas próprias regras. Essas regras são generativas e demonstram a essência lógico-gramatical (sistema e metassistema) existente em cada tipo de conhecimento. Além das regras generativas de cada conhecimento existem as metaregras generativas universais entre conhecimentos.

Numa situação em que um problema se apresenta o ser humano utiliza toda a cognição que possui para resolvê-los. A mente se vale de um modelo de solução baseado na introspecção e na prospecção. Quando o sujeito procura a solução entre as que ele já se valeu anteriormente e já é conhecida, ele percorre o caminho da introspecção. No entanto, na situação em que não é encontrada uma resposta satisfatória a partir do movimento de introspecção nos valem da prospecção, abandonado o conceito de que a solução pertence a algo conhecido e formulando novas regras previamente indisponíveis no imaginário. Quando é necessário lançar mão da prospecção os mecanismos que estão sendo acessados no cérebro se valem das regras generativas universais. Acontece uma transcrição entre diferentes áreas de conhecimento, fazemos uso das regras generativas universais. Ou seja, graças à transitividade de esquema-imagens, ocorre a reaplicação das regras de um determinado

conhecimento em outro a partir das meta-regras generativas. Esse processo é chamado de transmoglificação e possibilita trabalhar com dados de uma maneira inovadora e criativa.

Porém como descrito anteriormente a mentalidade da nossa sociedade, recompensa rapidamente, imediatamente e perpetua uma série de estímulos contraditórios à aquisição das EICA. As crenças e valores normativos obstaculizam o caminho evolutivo do indivíduo em direção à transcendência para seus patamares humanos superiores do Sistema-Pessoa.

Para que a aquisição das EICA aconteça em larga escala é preciso disponibilizá-la através de um meio que alcance o maior número de pessoas possível. Graças às tecnologias atuais e o desenvolvimento a níveis cada vez maiores de sofisticação é possível hoje criar *games* inteligentes que funcionam como próteses cognitivas habilitando no cérebro e na mente o meta-processador que dá a capacidade de transmoglificação possibilitando que o usuário adquira novas competências de forma permanente, promovendo assim os saltos cognitivos.

Os *games* inteligentes (programados com máquinas de inteligência artificial) oferecem uma tecnologia que habilita funções cognitivas de alta complexidade mediando a aquisição das EICA. Diversas áreas do conhecimento e da metacognição são colocadas em conexão no mesmo *game*. Para que os desafios sejam resolvidos é preciso que haja comunicação entre eles, em outras palavras o usuário se utiliza da meta-regra da transitividade para solucionar o desafio que lhe é apresentado. As respostas encontradas aparentemente destituídas de estrutura formal estão na verdade atreladas a um entendimento lógico-matemático que nos ajudam a chegar ao entendimento dos processos mentais. As soluções novas rompem com as soluções previsíveis e ilustram o grau de transcendência do sujeito para inovar e construir sua própria transitividade.

O sujeito sem identidade que existia no começo do jogo certamente não é mais o mesmo após os *games* inteligentes (que não são placebo) e é consequente a aquisição progressiva das EICA. O indivíduo que abandona a prática da repetição e ganha identidade envolvente, colaboradora, amável e feliz, tem consciência de tudo que ele salta. Muitos passos a contribuir de único, singular e aconchegante no afago da abrangência em que as interpelações do "outro" (*game* inteligente) o fazem crescer diretamente para mudar a sociedade em que vive.

### **1.3. Objetivo**

Na visão da educação como um processo de construção e resgate da humanidade o que se objetiva é que a educação seja oferecida de acordo com cada estudante, para que todos cheguem ao mesmo patamar democrático da cognição. O estudante que tem acesso a essa educação é capaz de inferir e buscar conhecimentos interligados para formular regras generativas, ou seja, regras que remetem aos universais da cognição. Elas possibilitam a compreensão de objetos reais de conhecimento e conferem autonomia na criação de estratégias para solução de problemas. Quando a educação se concretiza em processo em vez de conteúdo o estudante também passa pela mesma mudança estabelecendo assim um novo paradigma.

Um novo paradigma da educação voltado para processos deve capacitar o estudante a formular regras generativas. Essas regras são a essência do design de *games* inteligentes. Este paradigma quando atingido promove a ativação da metacognição resultando na transformação dos conteúdos em processos. Busca-se o encadeamento articulado dos processos simultâneo e sucessivo que promovam a elevação do nível de complexidade, assim como o processamento das outras funções mentais superiores. Nesta educação a superação de estados cognitivos ocorre por meio de *games* que promovem estratégias complexas do pensamento.

Nesse trabalho desenvolvemos as estratégias que promovem a elevação da complexidade do processamento das funções mentais superiores, que é constituída de universais cognitivos. O estudante toma consciência sobre os universais da cognição por meio do contato com objetos reais de conhecimento, ou seja, os *games* inteligentes. A estrutura desses objetos é constituída por regras generativas. Quando a consciência adquirida é regulada para o domínio da operatividade complexa, o estudante é elevado a uma realidade de participante ativo da sociedade.

### **1.4. Problema**

A sociedade em que vivemos se inventou no século XX. Século momentoso, de recursos infinitos e da revolução industrial, muitas vezes chamado de século do consumo. A mentalidade que se instaura a partir desse momento permeia o modo de pensar de todos os

setores dessa sociedade inclusive a educação. A educação que formava consumidores era uma solução no século XX. A manutenção da mentalidade reprodutivista da educação no século XXI se torna um problema.

A educação que forma repetidores gera indivíduos programados para desejar o que podem adquirir. É uma sociedade baseada na aparência, cujas crenças e valores no consumo e na prática da repetição se manifestam na formação da identidade e da representação social de um indivíduo que é o que ele aparenta. A subjetividade do indivíduo é destituída de modo que ele possa se adequar ao sistema.

Em prol disso a escola funciona como uma fábrica de crianças anacrônicas, premiando cópia e repetição e punindo divergência e inovação através de reforço negativo de modo a convencer o sujeito a abrir mão de seu potencial criativo e inovador por fim levando ao embotamento emocional e cognitivo da criança e adolescente.

O paradigma da heteronomia (oposto da autonomia) guia as metodologias pedagógicas dessa escola que foca na promoção de resultados de concretude, diretamente observáveis, em vez de apreender processos que só podem ser inferidos através da análise de dados pela engenharia computacional. Os processos mentais são desconsiderados porque são indiretamente observáveis. De acordo com isso, é urgente mudar a educação para que ela se volte à evolução das operações abstratas-cósmicas-holísticas, possibilitando o desenvolvimento natural dos universais da cognição.

A industrialização da educação se mantém a partir do momento em que se adota a pedagogia das métricas com o objetivo de nivelar o indivíduo, ou seja, torná-lo comum. Com a ilusão da nota os resultados são considerados verdades, de modo a atender ao jogo de interesses políticos na perseveração (insistência no erro) do modelo conteudista.

Índices para medir a educação são sempre criados de modo a perpetuar a ilusão da nota à base da meritocracia, assegurando assim que o estudante não possua a autoria de sua competência cognitiva e social, não saia formado, mas treinado a reagir diante de problemas de acordo com o conhecimento prévio e seus esquemas familiares. Concretiza-se assim um modelo de educação bancária (Freire, 1983) onde os professores entregam o conhecimento (coisas) e os estudantes o depositam de volta na avaliação. A ênfase na aprendizagem está na aquisição de objetos tangíveis sem a tomada de consciência acerca da essência da natureza

do objeto de conhecimento – o conhecimento é apresentado como uma lista de fragmentos descontextualizados.

Nesse cenário em que a educação foca em conteúdos conscientes, não é importante o desenvolvimento de processos inconscientes. A invenção da normalidade elimina o sujeito divergente que ao se adequar ao sistema perde seu potencial global de inovar e perpetua a prática da educação como repetição. A rede de manutenção deste modelo conta com a ajuda da biopolítica, a ciência a serviço de interesses outros. Neste contexto, as ferramentas computacionais disponíveis na web, são metáforas de um novo modelo de educação baseado na mentalidade da transcendência.

A educação de base é a origem do futuro de cada sociedade. Quando a educação se torna uma indústria de mentalidades pré-fabricadas é preciso refletir a respeito dos rumos da escola. A formação do indivíduo e o aproveitamento de seu potencial global devem ser o foco da educação. O critério da nota é sintomático na perpetuação da sociedade débil, transformando o conhecimento em propriedade particular.

Na escola encontramos um espelho da sociedade hierarquizada em classes. A fragmentação se dá em todos os aspectos refletindo no seu funcionamento cotidiano. O conhecimento é apresentado como uma lista de objetos descontextualizados e a aprendizagem se dá pela aquisição do que há de tangível, sem a tomada de consciência acerca da essência e da natureza real dos saberes. A fim de medir o êxito da aprendizagem, os estudantes são submetidos a um crivo comum, isto é, a prova igual para todos, a fim de que os resultados possam ser contabilizados e comparados.

A mentalidade de concretude da educação se foca nos resultados em vez de processos de desenvolvimento do "Sistema Pessoa". Como cada indivíduo é único, é tão somente lógico assumir que o processo de aprendizagem de cada um também seja. Os diversos tipos de inteligência e, portanto, as aptidões naturais a áreas diferentes do conhecimento variam de acordo com cada estudante. No entanto, como o objetivo final não é a formação do indivíduo, mas sim o ajuste do mesmo à sociedade burocratizada e seus meios de produção em massa, não é interessante que a subjetividade de cada um transpareça, porém que seja eliminada levando à desconsideração dos processos. Afinal, se os processos fossem analisados seria impossível não reconhecer a inteligência que está em cada um deles e por isso todos são

invariavelmente descartados. Além disso, se os processos estivessem em foco seria preciso mudar a educação para que ela funcionasse de maneira efetiva, isto é, em direção ao desenvolvimento do inconsciente cognitivo cuja dinâmica é universal e florescente em sua transcendência.

Hoje a ausência do computador e de acesso à internet na escola equivale à falta de giz e quadro negro no século passado. O ponto chave está na defesa de um novo modo de interação com essas ferramentas, que não caia em patamares inferiores da aprendizagem. O uso do computador é essencial para atingir a nova educação baseada em processos cognitivos, a partir do modelo de rede. A aula é um momento de criação coletiva e troca de conhecimento. O sujeito descobre-se desejante e vai além – ele se torna protagonista da sua evolução pessoal. O pleno uso do computador tem verdadeiro valor quando em conexão com sua função social, possibilita a transcendência da “Pessoa”.

Essa relação entre o usuário e o computador não é espontânea nem é desenvolvida em contato direto com o objeto. É preciso um mediador e a falta do mesmo faz com que seu uso invariavelmente caia nos patamares inferiores. A alienação se perpetua na alimentação do ciclo que varia entre poucos temas: consumo, diversão, status e poder. O computador funciona assim como instrumento de contribuição à manutenção da retrograda mentalidade de consumo do século XX. O computador como ferramenta de integração e pleno acesso à informação abstrata e ao metaprocessos existe apenas como uma promessa. O mediador consciente de seu papel promove o computador como “para-mediação”. A escola do século XXI necessita dessa ferramenta ímpar para fazer saltar um novo estado metacognitivo.

Quando todo o conhecimento é de livre acesso para todos e o governo entrega o material escolar na forma de computadores e acesso rápido e prático à internet, a informação deixa de ser um produto comercializável e a escola dos conteúdos é obrigada a se tornar a escola dos processos. Assim a escola deixa de ser uma mera fábrica e chega a um novo momento histórico em que passa a atender à demanda do século XXI: estudantes produtores de conhecimento.

O século XXI tem demandas diferentes do seu predecessor. Não basta mais produzir novos repetidores de conteúdos. A criança do século XXI ousa sonhar com o que não existe.

O sujeito que é autor do seu próprio desejo inaugura a nova sociedade que tem na sua fundação a mentalidade da transcendência.

A mentalidade da transcendência interfere diretamente nos objetivos pessoais do indivíduo que toma consciência da importância de sua evolução pessoal. A preocupação da escola migra de adestrar seus estudantes para suportar o sofrimento para a formação do estudante competente cognitivo e social, com habilidades valiosas para a felicidade. O caráter dessa criança adquire nova dimensão numa sociedade em que a pergunta principal é o que pode ser criado para atender as necessidades do outro. Aqui a felicidade surge como efeito natural de passar a ter uma representação social e identidade referenciadas no “ser.

Para que o novo modo de pensar formal-cósmico-holístico substitua a antiga mentalidade é preciso remover do caminho do estudante do século XXI, todo tipo de obstáculo: desde a prática da repetição, passando pela invenção da normalidade; pela industrialização da educação; pela pedagogia dos resultados visivelmente observáveis e pela ilusão da nota, até o paradigma da “coisificação” do conhecimento.

### **1.5 Hipóteses**

Hipótese 1: H1 - É possível inferir processos cognitivos, não diretamente observáveis, a partir da captura refinada de comportamentos operativos observáveis.

É possível identificar um meta-processador de alta transitividade que funciona como uma linguagem lógico-matemática universal e comum a todas as áreas do conhecimento que pode ser representado estrutura e funcionalmente através de diagramas (esquemas visuais) e algoritmos capturáveis através de inteligência artificial.

Hipótese 2: H2 – Em um ambiente computadorizado é possível controlar o tipo de desafio enfrentado pelo usuário e as variáveis envolvidas na solução do problema. *Games* inteligentes permitem a captura dos dados envolvidos nesse processo de solução. Quando as séries temporais são analisadas observamos a formação de um gradiente quantitativo de soluções emergentes previstas pelo sistema, isto é, é possível capturar as soluções se expandindo a partir da área de força em direção às áreas complementares de conhecimento.

Hipótese 3: H3 - *Games* inteligentes tornam possível observar o momento em que o pensamento salta, o momento da transitividade. Como o jogador transita entre as diferentes

áreas de conhecimento os caminhos que ele traça para obter soluções passam por várias transições tornando possível descobrir as leis de formação por detrás do processo chegando ao meta-*template* utilizado. Existe um espaço gradiente entre uma solução e outra onde se pode avançar no entendimento e captura desses efeitos transicionais. A evolução do sujeito se dá num espaço quântico a partir de um dado conhecimento e a reinstalação do mesmo em qualquer tipo de natureza de objeto de conhecimento diferente do primeiro. Desse modo ocorre a transitividade, ou seja, a reaplicação das regras de um determinado conhecimento em outro.

Hipótese 4: H4 - É possível comprovar a máquina EICA.

## **2. Fundamentos teóricos**

O processo de aprendizagem do ser humano sempre exerceu grande fascínio em todos que o observam. O desenvolvimento cognitivo observado desde o nascimento de um bebê e a evolução através do tempo que tornam seus processos cada vez mais complexos e sofisticados, apesar de abordado por diversos teóricos, ainda apresenta lacunas. Com o intuito de compreender este processo e apresentar mais possibilidades que preencham tais lacunas, é necessário compreender diversos conceitos teóricos, de diversas áreas do conhecimento, unindo-os através de uma abordagem transdisciplinar. Apresentamos aqui as bases teóricas necessárias para a compreensão do conceito de EICA, que uniremos em seguida.

### **2.1. Os universais da cognição**

A história das mentalidades humanas e da evolução do homem é mensurada pelos instrumentos que eles inventaram de acordo com sua competência cognitiva em cada período de época. Assim como a pedra lascada foi a tecnologia de ponta e estabeleceu a mentalidade de todo um momento da evolução humana, hoje o computador desempenha essa função. É o computador que torna possível que o cérebro coletivo primitivo expanda seu alcance a níveis de interatividade anteriormente impossíveis de serem alcançados. A informática traz o computador como ferramenta capaz de unir a humanidade no compartilhamento desse único cérebro, um cérebro coletivo consciente e inconsciente agora com alta velocidade de comunicação ao alcance de todos.

O cérebro coletivo primitivo sempre existiu. Carl Jung ao se aprofundar em suas pesquisas a respeito de transtornos mentais através da expressão plástica e artística verificou que a produção artística de seus pacientes remontava aos mitos das primeiras civilizações humanas conhecidas, como os gregos e os egípcios, mesmo quando não havia a possibilidade da pessoa que os reproduziu ter tido acesso prévio a manifestações dessas culturas. A existência de algo universal que une o imaginário inconsciente é hoje incontestável. As descobertas científicas feitas a respeito do cérebro coletivo inconsciente e seus processos, quando unido às novas tecnologias e às possibilidades abertas por elas, dá um passo à frente na evolução humana em direção a uma nova mentalidade.

FURST (2003) nos elucida:

A lógica de Frege tem como principal característica sua ampliação e o núcleo desta está em sua teoria do conceito: trata-se de substituir a forma clássica sujeito-predicado pela função-argumento. Como consequência a unidade lógica deixa de ser conceito e passa a ser preposição que por sua vez, pode ser decomposta em função e objeto. Desse modo Frege incorpora a teoria dos conjuntos à lógica e um conjunto – extensão de conceito- distingue-se de uma mera coleção de coisas, por comportar uma mediação lógica: ser determinada por um conceito.

Neste contexto linguístico se apresenta a relação entre a lógica e a matemática, na construção de ações e da linguagem sobre as ações e manipula-se conceitos que estão associados a um objeto lógico. Apresenta-se aqui a noção de ontologia da linguagem natural e primitiva.

## 2.2. Transitividade

O conceito de transitividade parte da Teoria dos Conjuntos, onde sua definição é: considerando a existência de três elementos,  $a$ ,  $b$  e  $c$ , pertencentes a um conjunto  $A$ , se existir uma endorrelação  $R$  de  $A$ ,  $R$  é transitiva se satisfaz a seguinte condição:

Para todo  $a$ ,  $b$  e  $c$  pertencentes a  $A$ , se existe uma endorrelação  $R$  entre  $a$  e  $b$  e também existe uma endorrelação  $R$  entre  $b$  e  $c$ , logo existe uma endorrelação  $R$  entre  $a$  e  $c$ .

Em notação matemática:

$$(\forall a \in A) (\forall b \in A) (\forall c \in A), (a, b) \in R \wedge (b, c) \in R \Rightarrow (a, c) \in R$$

Tal conceito de transitividade, para Piaget (1977), é parte do desenvolvimento cognitivo, estando relacionado com a fase por ele denominada de Operatório Concreto, onde a criança entende as relações transitivas em objetos concretos, por exemplo, na organização de livros por ordem de tamanho. Posteriormente, esta noção de transitividade também passa a abranger ideias, conceitos abstratos, etc., indo além da operação com objetos.

## 2.3. A metacognição

O primeiro a usar o termo metacognição para se referir ao “conhecimento e cognição sobre o fenômeno cognitivo” foi Flavell (1979).

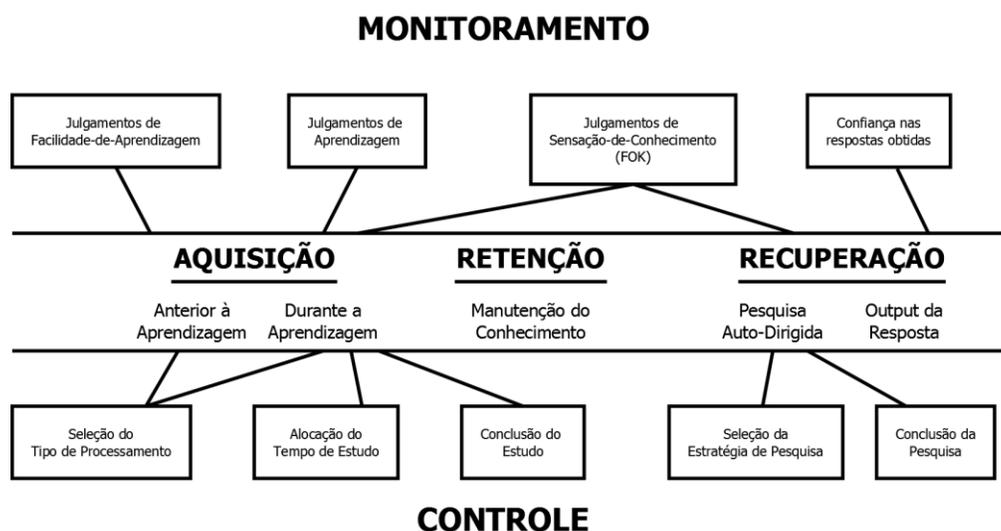
A metacognição é o exercício da consciência das regras de um conhecimento estando ela, portanto, diretamente associada com o *feeling of knowing* (FOK) ou o *feeling of not knowing* (FONK) (SHIMAMURA,1992). As regras de cada tipo de conhecimento específico estão ligadas a níveis diferentes de consciência. Os diversos níveis de representação das regras são produzidos por um processo de abstração onde o nível mais elevado é capaz de gerar o nível mais concreto. A regra generativa é a representação cognitiva da operação que transcreve um nível de cognição abstrata num outro mais concreto. Quando esta transcrição se dá entre diferentes áreas de conhecimento temos uma regra generativa universal. Deste modo identifica-se a metacognição da transitividade. A essência do desenvolvimento cognitivo do ser humano está na habilidade de transmoglificar, isto é, o processo se valer de uma regra generativa universal para transitar livremente entre conhecimentos. A nova mentalidade prevê a descoberta do conceito de pessoa dentro do ser humano e a libertação do mesmo em direção à autonomia, criatividade e inovação. O poder para alcançar os patamares superiores vem da tomada de consciência de seu próprio potencial. Até hoje a metacognição era entendida como a tomada de consciência a respeito daquilo que se sabe ou não e por isso está diretamente associada ao *Feeling Of Knowing* (FOK) e ao *Feeling Of Not Knowing* (FONK). A partir do desenvolvimento desse trabalho passamos a entender que a tomada de consciência se estende e também passa a incluir as regras generativas de um conhecimento.

Cada conhecimento é composto por suas próprias regras. As regras de cada tipo de conhecimento específico estão ligadas a níveis diferentes de consciência. Os diversos níveis de representação das regras são produzidos por um processo de abstração onde o nível mais elevado é capaz de gerar o nível mais concreto.

O momento em que ocorre a tomada de consciência dessas regras pode ser otimizado porque a metacognição é um recurso que pode ser manipulado de forma intencional. Isso se torna possível porque além das regras generativas de cada conhecimento existem as regras generativas universais entre conhecimentos. Quando a transcrição se dá entre diferentes áreas de conhecimento fazemos uso das regras generativas universais que possibilitam a metacognição da transitividade e, portanto, a transmoglificação.

A transmoglificação é inata, mas a metacognição de usar conscientemente esse recurso precisa ser desenvolvida. A metacognição pode ser intencionalmente manipulada a partir da aprendizagem do *metatemplate*. *Templates* ou diagramas são representações de procedimentos de encadeamento psicológicos cognitivos o que quer dizer de forma mais simples que eles são representações de estruturas (esquemas viso-motores) do pensamento. **Metatemplates surgem a partir da transformação que ocorre quando passamos de um template para outro no processo do pensamento**, ao chegarmos numa resposta para um problema, por exemplo. Durante o processo os *templates* não surgem sucessivamente, mas sim simultaneamente e as informações relevantes são reagrupadas de acordo com a essência lógico-gramatical do processo de transitividade.

O meta-processador de alta transitividade nasce com cada indivíduo existindo em sua mente e funcionando como uma linguagem lógico-matemática universal comum a todas as áreas do conhecimento. Esse mecanismo de alta complexidade do processo cognitivo humano é, portanto, representável estruturalmente e funcionalmente através de algoritmos e desenhos (esquemas visuais). O processo de passagem de uma linguagem do conhecimento para outra pode ser capturado através da inteligência artificial mostrando assim que o processo é passível de ser computável.



**Figura 2.** Esquema da metacognição de Thomas O. Nelson e Louis Narens (1990).

A imagem acima representa como a metacognição se manifesta em um indivíduo, passando do momento de aquisição de um conhecimento a sua recuperação posterior,

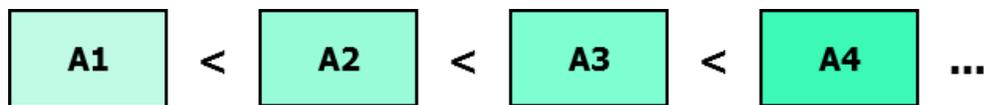
demonstrando como o indivíduo faz o monitoramento e o controle destas etapas, com maior ou menor sucesso, através de julgamentos e decisões e seus resultados.

A metacognição é constituída de fenômenos articulados: tomada de decisões, memória, aprendizado, motivação, desenvolvimento cognitivo e consciência. As pesquisas sobre metacognição produziram variados paradigmas experimentais e técnicas de modelação cognitiva. No domínio da metacognição, a Pessoa é um sistema que contém mecanismos de autorreflexão para avaliar e reavaliar seu progresso e para mudar o conhecimento de seu processo. Desta forma, metacognição é uma complexa e intercortada coleção de estruturas, processos, estratégias e controles, reflete a atividade do sistema cognitivo humano como um todo. (Shimamura, 1992).

As pesquisas em metacognição enfatizam a importância potencial do processo autodirigido, interpretando a Pessoa como um sistema de mecanismos de autorreflexão que avalia e reavalia seu progresso para decidir mudanças. Este trabalho investiga a cognição em um contexto definido e natural de uma atividade. Isto significa um compromisso de estudo das variáveis relevantes para a sociedade.

A metacognição possui características próprias: possui um modelo de si mesmo e dois processos específicos relacionados entre si (objeto-nível e meta-nível) além de dois tipos de relações de domínio que representam a direção e fluxo da informação (monitoramento e controle).

De modo geral, o meta-nível contém o modelo de objeto-nível. No monitoramento, cada nível anterior atua como objeto-nível o nível mais elevado e provavelmente de outros metaníveis e é simultaneamente um meta-nível de um nível anterior. Este processamento é multinível. O meta-nível opera simultaneamente com o objeto-nível. Um processo atua o outro, conforme ilustra a imagem abaixo.



**Figura 3.** Processos multiníveis

## 2.4. O processamento simultâneo e sucessivo

### Raízes Históricas

A base fisiológica para as habilidades humanas parece ser consenso entre os primeiros teóricos nesta área. Spearman especulou no aspecto fisiológico de *g* (fator geral) em diversos momentos em seu livro, *The Abilities of Man* (Spearman, 1927). Embora um pouco ingênuo, seu discurso pode ser entendido à luz de uma necessidade sentida por este pesquisador de procurar fontes fisiológicas de habilidades. De uma maneira mais sofisticada, Thurstone observa que os problemas psicológicos acabarão por serem resolvidos para que as habilidades humanas possam ser compreendidas em termos neurológicos, fisiológicos, psicológicos e genéticos (Thurstone, 1938). Thomson (1951) da mesma forma concebe elementos primários como as articulações que o cérebro pode formar, e Maxwell (1972), seguindo-o, sugere que as habilidades resultam de uma amostragem dos componentes básicos do cérebro; os componentes talvez consistam de redes nervosas elementares.

As raízes diretas do modelo encontram-se na observação de Luria que o córtex está envolvido em dois tipos de atividade integrada: simultânea e sucessiva. Suas observações foram baseadas em exames clínicos de pessoas com lesões no hemisfério esquerdo do córtex (Luria, 1966a, 1966b; Luria & Tzvetkova, 1967). As lesões na região occipital-parietal levam a uma perturbação da organização simultânea de estímulos, enquanto lesões na região fronto-temporal perturba o processamento sucessivo.

Essencialmente, Luria (1971) divide o cérebro em três principais unidades funcionais: (a) a unidade de excitação e atenção localizada na parte superior do tronco cerebral, a formação reticular, e até certo ponto no córtex e hipocampo límbico; (b) a unidade envolvida com input, recodificação, armazenamento de informação, que é o mais importante para a integração de informação, situada nas regiões occipital, parietal e frontal-temporal, bem como nas suas estruturas subjacentes; (c) a unidade para o planejamento e programação comportamental, último a ser adquirido no processo evolutivo humano, localizado no lobo frontal. Luria correlaciona o distúrbio na integração de informação com danos para as partes do córtex mencionado na unidade *b*.

Luria propõe que o processamento do conteúdo cognitivo pelo cérebro é realizado através do emprego de uma série de analisadores exteroceptivos, proprioceptivos, e interoceptivos. Estes analisadores sintetizam coletivamente o input em várias formas. Embora, no humano, estes analisadores sejam espacialmente distintos, eles raramente funcionam isoladamente um do outro. Para a maioria das atividades complexas ter lugar, deve haver síntese aferentes de informações de input por conjunto, sistemas dinâmicos. No cérebro humano, os analisadores são identificáveis em termos de localização cortical e trabalho em conjunto com o outro por meio de "zonas de sobreposição". Revivendo uma distinção feita pela primeira vez por Sechenov, Luria afirma que essas sínteses podem ser de dois tipos, simultâneas e sucessivas.

A integração simultânea refere-se à síntese de elementos separados em grupos, esses grupos frequentemente assumem sobretons espaciais. A natureza essencial deste tipo de tratamento é que qualquer porção do resultado é ao mesmo tempo inspecionável sem dependência da sua posição no conjunto. Supõe-se por Luria, que sínteses simultâneas são de três variedades: (a) a percepção direta: O processo de percepção é de tal modo que o organismo é seletivamente atento ao campo do estímulo. Isto resulta na formação de uma síntese do estímulo de input no cérebro. De acordo com Luria, este tipo de formação é essencialmente espacial, mesmo no caso do analisador acústico. (b) Processos Mnésicos: Refere-se à organização de vestígios de estímulo a partir de experiência anterior. Exemplos deste tipo de integração são: a construção da Gestalt de uma imagem visual do sujeito em que partes da imagem são mostradas consecutivamente, e a organização de palavras consecutivamente apresentadas em um grupo com base em critérios que pode ser especificado tanto pelo organizo ou por uma fonte externa. (c) A última variedade de síntese encontra-se em complexos processos intelectuais. Para que o organismo humano compreenda sistemas de relações, é necessário que os componentes dos sistemas sejam representados simultaneamente. Desta forma, as relações entre os componentes podem ser explorado e determinado. Luria observa que a utilização da apresentação espacial dos componentes é um auxílio neste processo, para quando uma representação unitária de componentes é formada, o sistema é facilmente inspecionável. Como o foco deste artigo é sobre os processos cognitivos, é a terceira variedade de síntese que é a nossa preocupação aqui.

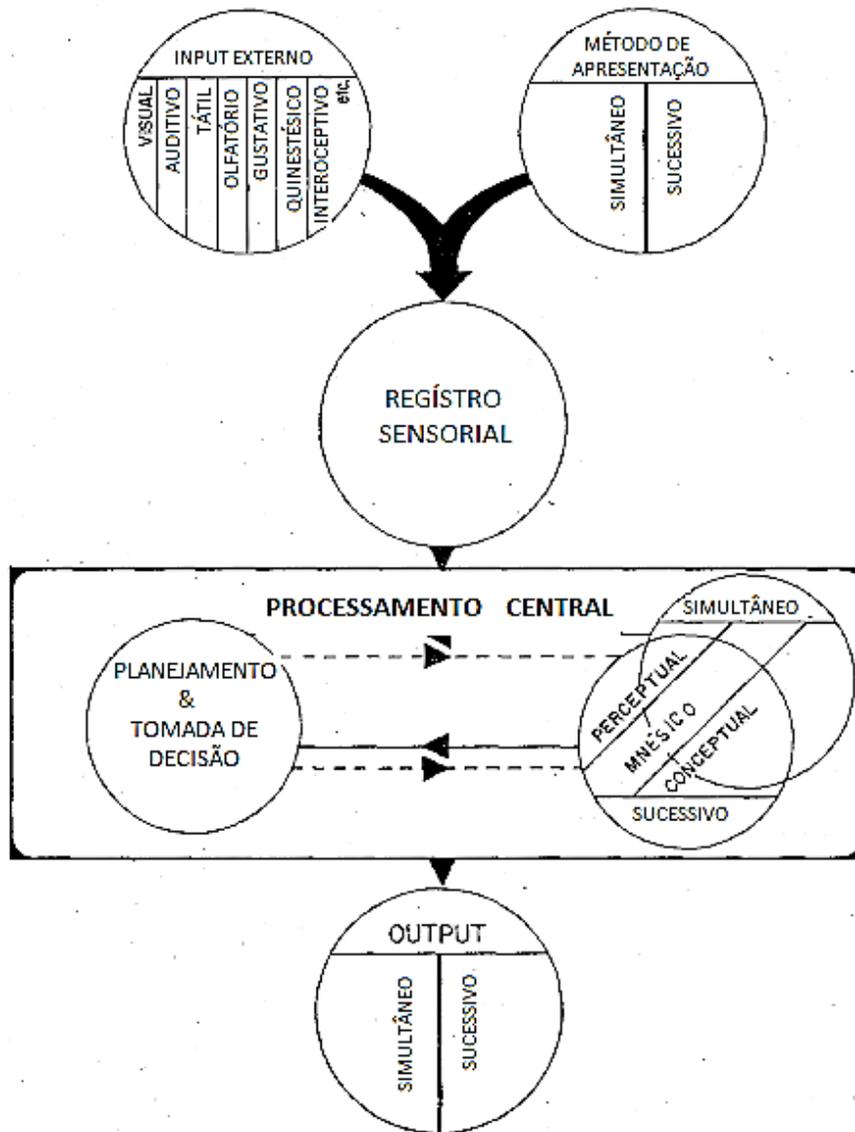
Processamento de informação sucessivo refere-se ao processamento de informações em uma ordem serial. A distinção importante entre este tipo de processamento de informação e de processamento simultâneo é que a transformação simultânea e sucessiva do sistema não é totalmente inspecionável em qualquer ponto no tempo. Em vez disso, um sistema de sugestões ativa consecutivamente os componentes. Tal como no processamento simultâneo, a síntese sucessiva tem três variedades: perceptual, mnésico, e complexo intelectual. De acordo com Luria, o exemplo mais óbvio da última variedade de processamento sucessiva é a fala humana. A estrutura gramatical é de tal modo que o processamento do componente sintático é dependente de suas relações sequenciais dentro da estrutura da frase. Assim, estruturas gramaticais, que têm de ser entendidas em termos das suas relações, são afetadas por perturbações da síntese simultânea, enquanto as estruturas sequenciais são afetadas por síntese sucessiva. O conceito de processamento serial e paralelo é também abordado nos trabalhos de Kesner, 1973 e Neisser, 1967.

### **Proposições básicas.**

Os princípios mais pertinentes para o desenvolvimento do modelo são tomados a partir de Luria (*op. cit.*), cujas fontes são os escritos de Sechenov, Vygotsky, e o trabalho de Lashley e Hughlings Jackson (Luria, 1966a, p. 98).

Propomos que a integração de informações tenha quatro unidades básicas: o input, o registro sensorial, a unidade central de processamento, e da unidade de output. As unidades são mostradas na Figura 4.

Um estímulo pode ser apresentado a qualquer um dos receptores, externo, intero, ou proprioceptores, e dentro de exteroceptores para qualquer uma das modalidades sensoriais. Além disso, o input pode ser apresentado em um paralelo (em simultâneo) ou de forma (sucessiva) serial. O estímulo é imediatamente registrado pelo registro sensorial.



**Figura 4.** Modelo de integração de informações (Spearman, 1927).

A informação registrada é repassada para o processamento central. Em termos computacionais, o registro sensorial é um amortecedor. Qualquer informação sobre tempo é transmitida. Pode-se especular sobre isso em termos de informação do registro sensorial para o processador central. A relação entre o registro sensorial e a unidade de processamento central pode ser conceitualizado de duas maneiras. O processador central interroga o amortecedor para ver se existe qualquer coisa, e em caso afirmativo, a transmissão a ser feita. Alternativamente, o amortecedor interrompe o processador e obriga-lo a aceitar informações. Este último caso, ocorre mais frequentemente, talvez, porque a informação sensorial não pode ser prorrogada.

Voltando à questão de série / paralelo, parece haver boas evidências de que o processamento sensorial funciona em paralelo. Sperling (1960), por exemplo, mostrou que uma matriz visual 3x4 não é mantida como uma sequência, mas sim como um ícone simultâneo. Assim estímulos, pelo menos os complexos, são processados pela primeira vez em paralelo. (Averbach & Coriell, 1961; Averbach & Sperling, 1961; Neisser, 1967; Sperling, 1960).

Eles são, em seguida, "lidos" em série para a unidade de processamento central. Essa conta é consistente com a mais moderna das teorias de memória (por exemplo, Atkinson & Schiffrin, 1968).

Segundo Luria, a unidade de processamento central tem três componentes principais: o que processa a informação separada em grupos simultâneos, o que processa a informação discreta em séries sucessivas temporalmente organizadas, e o componente de tomada de decisão e planejamento que utiliza a informação de forma integrada pelos dois outros componentes. O processamento nestes componentes não é afetado pelas formas das informações de *input*; visual e sensorial podem ser tratados sucessivamente e informações auditivas podem ser processadas simultaneamente. Sugere-se, ao seguir Luria (1966a), que estes componentes podem ser identificados com as funções de partes específicas do córtex, a área occipital-parietal evoluiu de especializar-se em síntese simultânea; o sucessivo está localizado na região anterior, particularmente na área fronto-temporal. Ambos estão preocupados com a codificação e armazenamento de informações; eles não planejam, regulam ou controlam o comportamento consciente. Esta função é realizada pelo lobo frontal, tal como sugerido por Luria com base em observações clínicas.

O modelo assume que os dois modos de processamento de informações estão disponíveis para o indivíduo. A seleção de um ou ambos os modos depende de duas condições: (a) o modo habitual do indivíduo de processamento de informações como os determinados por fatores socioculturais e genéticos, e (b) as exigências da tarefa.

O terceiro componente, que pode ser marcado com o pensamento, usa a informação codificada e determina o melhor plano de ação possível. Talvez isso também seja crucial para o surgimento do pensamento causal que Hess (1967) descreve como "uma atividade

integradora que traz padrões simultâneos e sucessivos de excitação nervosa em um quadro subjetivamente significativo de referência" (p. 1283).

Tanto o processamento simultâneo quanto sucessivo pode ser envolvido em todas as formas de resposta. Este é o caso, independentemente do método de apresentação de *input*. Talvez o trabalho de Lashley (1951) seja relevante para a decodificação ou parte comportamental em tarefas em série. Ordenação de série de comportamento pode não depender tanto na forma como a informação foi codificada ou nos aspectos motores do próprio comportamento. A unidade de *output*, em seguida, determina o desempenho e organiza performances em conformidade com os requisitos da tarefa. Por exemplo, em tarefas de memória um assunto pode ser obrigado a recordar em série ou recordar os itens em categorias fornecidas pelo experimentador; assim, a organização de *output* apropriada é necessária.

## 2.5. Semiótica

A semiótica é o estudo dos signos e das relações que eles implicam, tentando compreender todos os fenômenos culturais através de sistemas de significação. Para Peirce (1906), três elementos compõem a relação semiótica: um Signo, que é determinado pelo seu Objeto, que determina um efeito sobre alguém, que se torna seu Interpretante. Todos os signos culturais – obras de arte, música, obras literárias, etc. – podem ser estudados através da semiótica, ou seja, compreendendo as relações entre Signo, Objeto e Interpretante. Ainda segundo Peirce, os signos se dividem em três tipos:

- Ícone: É uma representação imediata do objeto, sendo de fácil assimilação, como uma marca. O signo representa o objeto.
- Índice: É uma representação onde o signo é resultante do objeto, sem ser equivalente a ele. É, por exemplo, o signo da fumaça, que indica a provável existência de fogo, ou de nuvens de chuva.
- Símbolo: São signos estabelecidos de forma arbitrária, e geralmente tem seu significado compreendido de forma intermediada por um aspecto cultural. Palavras e números são exemplos de símbolos.

A semiótica ajuda a compreender a relação entre o interpretante e os signos. Por isso é possível, através da compreensão desta relação intermediada, ter acesso à estrutura cognitiva do indivíduo.

## **2.6. O modelo Estrutural do Intelecto de Guilford**

### **Razões para escolher um modelo morfológico**

Quando os escritores primeiro encararam o problema de organizar os fatores do intelecto em sistemas, quase 40 de tais fatores haviam sido demonstrados (Guilford, 1950). Vários fatos baseados sobre experiências em análise de fatores de testes intelectuais, nos Estados Unidos, tinham colocado em dúvida a aplicabilidade de uma estrutura hierárquica. Quase ninguém reportou ter achado um fator  $g$ ; de fato, a tendência tem sido para cada fator de ser limitado a um pequeno número de testes em qualquer análise.

Além disso, existe pequena ou nenhuma tendência de encontrar alguns fatores de grupo mais amplos, cada um representado por um número maior de testes, e um maior número de fatores de grupo específicos. Os fatores parecem ser igualmente gerais nesse sentido, sendo fortemente representados por pequenos números, e números relativamente iguais, de testes. Em parte, isso pode ser uma premissa ao fato que o investigador que aborda problemas de análises de um modo sofisticado começa desenhando uma lista de fatores hipótese que ele espera achar em uma área de funcionamento, e cuida para que cada fator hipótese seja representado por um mínimo de três testes. Informações adicionais normalmente saem na análise porque testes projetados para um fator muito comumente mostra relação significativa de forma não intencional com outros fatores. A ausência de um fator  $g$  e a aparente generalização comparável de todos os fatores não dá suporte a uma concepção hierárquica das inter-relações dos fatores não ortogonais.

A terceira e mais importante consideração é que vários fatores têm obviamente propriedades paralelas. Por exemplo, se um coleciona meia dúzia de fatores verbais em um conjunto e uma coleção apropriada de meia dúzia de fatores não verbais em outro, é claro que os fatores nos dois conjuntos podem ser pareados de uma forma significativa. A operação psicológica é a mesma em cada par; só o conteúdo dos itens do teste é diferente. Ainda os membros de cada par saem de uma análise como fatores separados. Historicamente, parece

ter tido uma crença que a operação psicológica é a mesma quer seja realizada com informação verbal significante quer seja por informação visual figural, e os psicólogos *gestalt* tem contribuído para a fixação desse pressuposto. Extensivos resultados de fatores analíticos têm provado como errada é a crença que a mesma habilidade é envolvida independentemente do tipo de informação com a qual lhe damos.

## **Categorias na estrutura do intelecto**

### *Categorias de conteúdo*

A maior distinção não deveria ser confinada ao verbal versus não verbal, por ter uma terceira categoria de fatores representada por testes compostos por números e letras que parecem ser completamente paralelos aos fatores nos conjuntos figurais e verbais, respectivamente. Não há nada que vincule os três conjuntos um ao outro a não ser o fato de que todos são reconhecidos como pertencentes à categoria geral das habilidades do intelecto (quadro 1); nem existe um fator mais geral que vinculasse os membros de um conjunto de fatores. Mesmo que fosse verdade, o modelo hierárquico não cuida de membros paralelos, nem há necessidade de paralelos para formar uma hierarquia, exceto pelos níveis paralelos de generalidade; e aparentemente não há níveis de generalidade entre os fatores obtidos. Foi assim que três distintas, categorias de conteúdo paralelo foram reconhecidas e nomeadas pelos termos figural, simbólico e semântico.

Já em 1933, G.M. Smith fez uma análise de fator pela qual ele selecionou testes para que as análises pudessem aglomerar os testes, quer em termos de material similar (testes espaciais, testes numéricos e testes verbais), de acordo com formatos de tipos similares de itens. Os resultados definitivamente favoreceram fatores ao longo da linha de conteúdo. Ao longo dos anos, desde então, fatores de habilidade espacial, numérico, e verbal tem sido consistentemente fácil de diferenciar.

Com os três tipos de fatores bem sustentados, um quarto tipo de fator foi adicionado (Guilford, 1950). Esse passo foi tomado em terreno puramente lógico, pois não havia fatores conhecidos na época para sustentar a ideia. O tipo de fator nomeado pelo termo *comportamental* foi adicionado para cuidar de um tipo de informação envolvida em cognição e em outras operações pertencentes ao comportamento de outras pessoas. Sabemos até certo

ponto o que a outra pessoa está percebendo, respondendo a, sentindo, pensando, e pretendendo fazer. Desenhamos inferências dessa informação e utilizamos tal informação na tentativa de controlar suas ações. A adição desse tipo de conteúdo foi também influenciada pela proposta de E. L. Thorndike (1920) de que há uma inteligência social, distinta do tipo tradicional de inteligência. Sustentação lógica para as outras categorias de fatores foram recebidas da mesma direção, para Thorndike e seus associados virem a reconhecer uma distinção entre inteligência concreta e abstrata (Thorndike et al., 1927). Eles falharam apenas em fazer a subsequente distinção de dois tipos de inteligência abstrata, como explicada pela distinção entre informação simbólica e semântica no modelo da estrutura do intelecto.

### *Categorias Operacionais*

Antes dessas distinções quanto ao conteúdo se tornaram evidentes, tem havido uma tradição em classificar os fatores intelectuais de outra maneira, isto é, de acordo com o suposto tipo de operação envolvida. Foram reconhecidos fatores perceptuais, fatores de memória e fatores de raciocínio. Novas investigações nos anos 50 pertenceram à habilidade de pensamento criativo, habilidades de planejamento, habilidades de solução de problemas, e habilidades de julgamento ou avaliação. Novos fatores foram achados em cada uma dessas categorias heurísticas. Classificação dos mesmos fatores, que poderiam ser agrupados de acordo com o tipo de informação ou conteúdo, apenas como indicado, foi tentado independentemente de acordo com a operação.

Tornou-se óbvio que somada à memória e avaliação, novas categorias de operação eram necessárias. Raciocínio provou ser um a categoria pobre de conceito porque não poderia ser definida de forma única. Habilidades de pensamento criativo pareciam ter suas próprias habilidades, envolvendo fluência, flexibilidade e habilidades de elaboração; então uma classe de fatores foi dada ao título de habilidades de “pensamento divergente”. Os testes representativos são todos de formulário, e o examinado faz uma boa pontuação pelo o número e variedade de suas respostas e algumas vezes por alta qualidade. Foi reconhecido que havia outros testes nos quais o examinado tinha que gerar sua própria resposta para cada item, mas que deve satisfazer uma única especificação ou conjunto de especificações. Um conjunto dessas habilidades, em paralelo às habilidades de pensamento convergente, sugeriu o título de “pensamento convergente”; de acordo com a informação dada no item, o examinado deve

convergir para a única resposta correta. Para evitar a ambiguidade do termo *pensamento*, mais tarde, foi feita a substituição do termo por *produção*. Assim, duas categorias de operação, produção divergente e produção convergente foram adotadas.

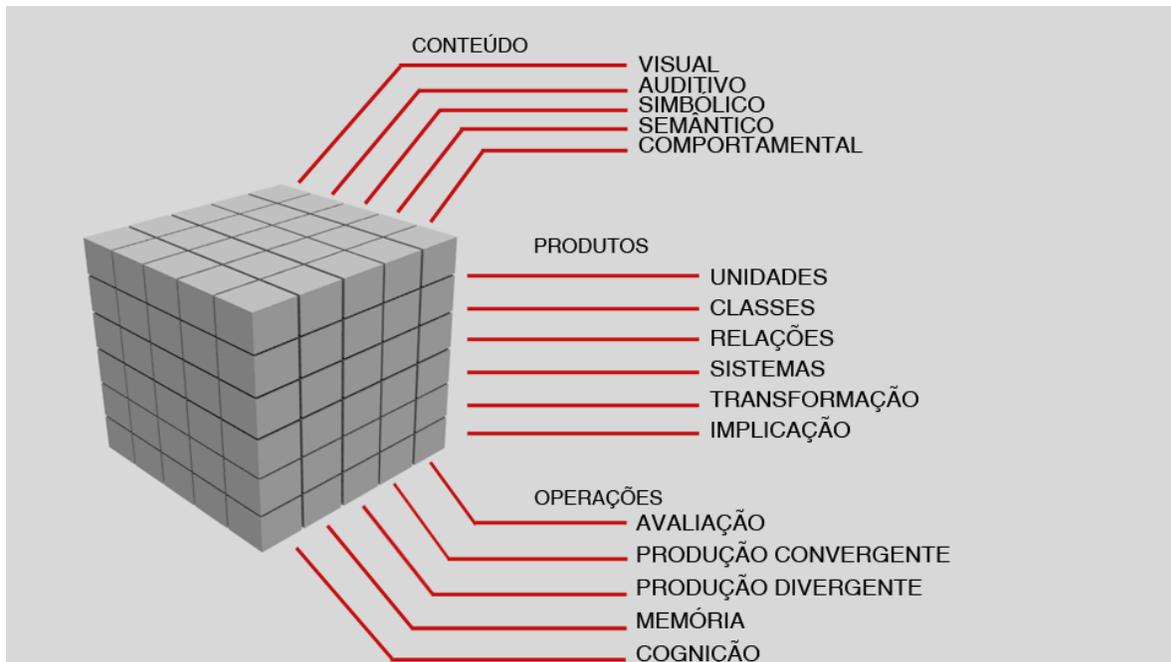
Com quatro categorias de operação representadas, incluindo as habilidades de memória e avaliação, uma quinta categoria foi encontrada para cuidar dos fatores restantes: a categoria *cognição*. Testes de vários fatores simples determinam o quanto o examinador sabe ou pode prontamente descobrir sobre a base do que ele conhece. Tais fatores de saber ou descobrir foram reconhecidos como habilidades cognitivas. Adotando essa classificação para a categoria, bastante apta e descritiva para o propósito, se deram conta que a referência tem sido tradicionalmente feita para *habilidades cognitivas*, um termo que é destinado a incluir todas as habilidades intelectuais. O uso do termo *cognição* na forma mais limitada parece mais apropriado. Afinal, nós temos o termo *intelectual* para usar na cobertura de toda a gama de habilidades; não tem sentido de ter duas classificações para as habilidades de classe maior. De forma geral, a cognição é definida como consciência, descoberta ou redescoberta imediata, ou reconhecimento de informações de várias formas: compreensão ou entendimento (GUILFORD, 1967).

#### *A categoria produto*

Uma terceira forma de olhar para as habilidades e uma terceira maneira de classificá-las veio a surgir mais lentamente. Apareceu porque se precisavam levar em conta os paralelos que apareceram transversais a ambas as categorias de conteúdo e operação. Isto é, se pegarmos um conjunto de fatores que tenham em comum uma das propriedades do conteúdo, vamos dizer semântica, e também uma das categorias de operação, vamos dizer cognição, temos um conjunto de habilidades cognição semântica, não apenas uma. Existem paralelos a essa habilidade se mudarmos, quer para uma nova categoria de conteúdo, vamos dizer produção divergente, quer para uma nova combinação de ambos conteúdo e operação, tais como habilidades de produção figural divergente.

Um caminho foi encontrado para integrar todos esses paralelos (Guilford, 1950), colocando os fatores intelectuais conhecidos num único modelo sólido com as cinco categorias de operação arrumadas ao longo de uma dimensão, as três categorias de conteúdo ao longo da segunda dimensão, e as seis categorias de produto ao longo da terceira dimensão.

Assim, conteúdo, operação e produto se tornaram três parâmetros de um modelo tridimensional. O modelo de estrutura do intelecto (a seguir comumente mencionado como o modelo EI), como mostrado na fig.5 é o mesmo quando apresentado em 1950.



**Figura 5.** Modelo Estrutural do Intelecto de Guilford

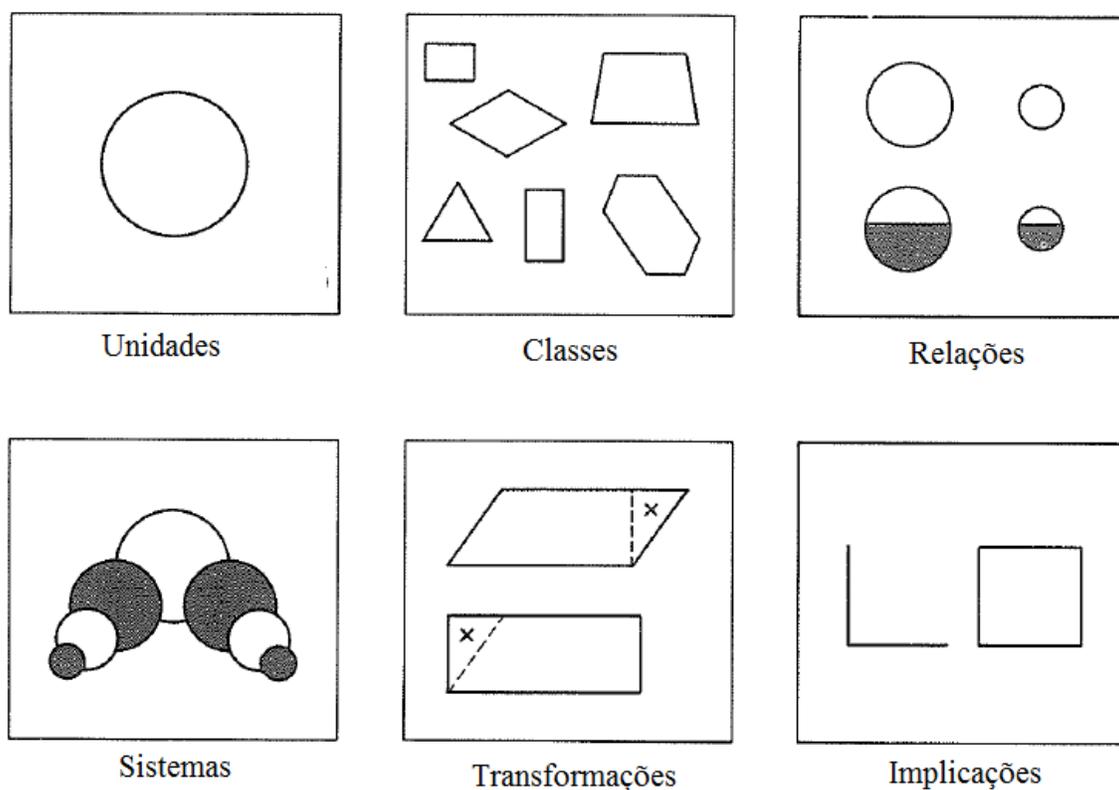
A ordem de categorias ao longo de cada dimensão do modelo tem razões lógicas por detrás, mas sem nenhum grande grau de compulsão. Colocando a categoria simbólica entre figural e semântica depende da relação dos símbolos com ambos aqueles tipos de informação. Símbolos são basicamente figurais, mas assumem funções simbólicas quando são convencionalmente feitos para representarem algo na categoria semântica. É claro que também representam informações em outras categorias.

Assim como para as operações, cognição é básica para todos os outros tipos; por isso aparece primeiro. Se não há cognição não há memória, se não há memória não há produção, pois as coisas produzidas vêm largamente do armazenamento de memória. Se não há nem a cognição nem a produção, então não há avaliação. De frente para trás do modelo, então, temos um aumento de dependência de um tipo de operação sobre as outras.

Sobre os produtos, unidades são consideradas como básicas, por isso aparecem no topo. Unidades entram nas classes, relações, sistemas e também transformações e implicações. Deve haver algum senso em colocar implicações logo abaixo de unidades, já

que implicações são os caminhos mais simples e gerais nos quais as unidades podem se conectar. Tem uma razão em colocar sistemas abaixo de unidades e relações, já que ambos entram nos sistemas; mas implicações também. O traço único de transformação seria uma razão para colocá-los por último, já que uma transformação envolve um item de informação (possivelmente qualquer outro tipo de produto) se tornando alguma outra coisa. A transformação de uma transformação não seria impensável, pois a transformação, também, pode ser revertida.

O conceito de “produto” pertence ao caminho ou forma na qual qualquer informação ocorre. Um sinônimo apropriado para o termo *produto* poderia ser o termo concepção, que também pertence a caminhos do saber ou entendimento (veja Fig.6 para ilustrações de produtos figurais). A informação pode ser concebida em forma de unidade – coisas, totalidades segregadas, números sobre fundamento, ou “pedaços” (Guilford, 1950).



**Figura 6.** Ilustração dos seis tipos de produtos usando exemplos figurais visuais.

Unidades são coisas a quais substantivos são normalmente aplicados. *Classe*, como um tipo de produto da informação, está próximo ao significado comum do termo. Uma classe

é um set de objetos com uma ou mais propriedades em comum; mas é mais do que um set, pois uma ideia classe está envolvida.

Uma *relação* é um tipo de conexão entre duas coisas, um tipo de ponte ou elo com seus próprios laços. Preposições comumente expressões de ideias de relação, sozinho ou com outros termos, como na expressão “casado com”, “filho de” e “mais difícil do que”. *Sistemas* são complexos, padrões, ou organizações de partes independente ou interativas, tal como um problema aritmético verbalmente indicado, um esboço, uma equação matemática, ou um plano ou programa. *Transformações* são mudanças, revisões, redefinições, ou modificações, pelas quais qualquer produto passa. A parte do discurso que normalmente aplicamos a uma transformação é um participio, um verbo em forma de substantivo, como encolhido, invertido ou avermelhado.

Finalmente, uma implicação é algo esperado, antecipado, ou previsto a dar informação. Behavioristas que admitiram o conceito de “expectativa” ou “antecipação” aos seus léxicos têm falado sobre a mesma coisa. Qualquer informação que apareça muito prontamente sugere outra coisa. Uma coisa sugerindo outra envolve um produto de implicações. De todos os seis tipos de produtos, implicação é o mais perto de seu antigo conceito de associação. Mas algo a mais está envolvido nesse conceito. Não é que uma coisa meramente segue a outra, mas que as duas têm algum modo íntimo de estarem conectados. Isso não o faz ter uma implicação igual a uma relação, pois uma relação é mais especificável e verbalizável.

### **Status geral do modelo EI**

Desde sua concepção como um quadro de referência para as habilidades intelectuais, o modelo EI tem servido como função heurística da hipótese generativa, considerando novos fatores de inteligência. Fatores adicionais foram encontrados na literatura e foram prontamente dados lugares lógicos dentro do modelo. A colocação de qualquer fator intelectual dentro do modelo é determinada por suas três únicas propriedades: sua operação, seu conteúdo, e seu produto. Os fatores devem ser uma questão de cognição de transformações simbólicas, de avaliação de unidades figurais, ou de produtos convergentes de sistemas semânticos e assim por diante.

Contemplamos neste trabalho três tipos de produto: sistemas, transformações e implicações, em destaque no quadro a seguir que apresenta as tipologias do modelo de Estruturas do Intelecto de Guilford.

	Subdivisões	Significado	Exemplo
Conteúdo	Visual	Sentido da visão	Formas e cores.
	Auditivo	Sentido da audição	Palavras faladas ou música.
	Simbólicos	Símbolos ou códigos que representam um objeto concreto ou um conceito abstrato	+ é o símbolo matemático para a operação de adição
	Semânticos	São aquelas palavras ou ideias que evocam uma imagem mental quando lhe são apresentados como um estímulo (áudio ou visual).	Sol, carro, branco, lua, etc.
	Comportamental	É a manifestação de estímulo e resposta em pessoas que podem ser obtidas através de expressão facial e voz.	Um pesquisador que se destaca em processamento de conteúdo simbólico, como palavras, números e significado semântico, pode ser muito pobre em processamento de dados comportamentais e assim relacionar mal com as pessoas.
Produto	Unidades	É um símbolo, figura, palavra, objeto ou ideia.	Cada número real.
	Classes	Conjunto de itens agrupados por virtudes ou propriedades comuns.	Conjunto de números reais.
	Relações	Conexões entre itens de informação.	Igualdade e diferença caracteriza relação no conjunto de números reais.
	Sistemas	Consistem na composição de unidades, classes e relações numa estrutura maior e mais significativa.	O conjunto de números reais junto com a operação de adição, subtração, multiplicação e divisão e as propriedades algébricas dessas operações.
	Transformações	É o processo de modificar, reinterpretar e reestruturar a informação existente em nova informação. Normalmente ligada a pessoas criativas	Funções definidas no sistema de números reais
	Implicações	Previsão ou conjectura sobre a consequência das interações entre unidades, classes, relações, sistemas e transformações.	Cada teorema sobre função no sistema de números reais.
	Operação	Avaliação	Capacidade de processar informações com o intuito de fazer julgamentos, tirar conclusões e chegar a uma decisão.
Produção		A habilidade de pegar um conjunto de informações e desenhar uma conclusão ou resposta	Numa aula de álgebra, alunos que encontrem a solução correta de um conjunto de três equações

	universalmente aceitável baseada na informação dada.	lineares usaram a habilidades de produção convergente.
Produção divergente	A habilidade de ver a informação dada de uma nova forma que tem como consequência uma conclusão única e inesperada.	Um matemático que descobre e prova um novo e importante teorema da matemática exibe uma considerável habilidade na produção divergente.
Memória	A habilidade de armazenar informação na mente e recuperar informações em resposta a certos estímulos.	Um estudante que responde imediatamente a resposta um quando lhe é perguntado qual é o seno de 90° está usando sua memória.
Cognição	A habilidade de reconhecer e entender as várias formas de informação.	Uma criança que consegue separar quadrados e retângulos, misturados em uma pilha, em duas pilhas distintas está exercitando um grau de cognição.

Quadro 1. Tipologias de Estruturas do Intelecto

## 2.7. Conteúdo-Processo

O Construtivismo mostra-nos que a estruturação do pensamento se dá através do conteúdo. Desta forma, o conteúdo deve ser trabalhado não como uma lista de informações, da mesma forma que a aprendizagem não deve ser reduzida a puros termos de processo cognitivo. O conteúdo tem a função de enriquecer e desenvolver a inteligência para a ampliação do pensamento. À escola cabe fornecer a situação e o material necessário ao surgimento de ideias interessantes para o aluno, e trazer situações e problemas ricos e variados. Neste contexto, o sujeito é ativo e torna-se capaz de se utilizar dos conteúdos para manipular os objetos culturais de forma a interagir com os objetos reais. Quando a escola se limita às palavras e imagens na sala, a abstração e reflexão ficam igualmente limitadas, pois os conteúdos não são objetos e informações, mas as ideias sobre o que se pode fazer com os objetos e informações. O problema conteúdo-processo sugere a colocação dos objetos em relações com ações interessantes ao nosso aluno. **Conteúdo e processo são indiferenciados, formam assim uma unidade indissociável.** Consequentemente, torna-se fundamental viabilizar um programa pedagógico onde conteúdo e processo estejam organizados de forma a servir à elaboração de atividades reais, ricas em si mesmas e de interesse do aluno.

## 2.8. A fractalidade

Fractais são figuras da geometria não-Euclidiana. Ocorrem como conjuntos matemáticos ou fenômenos naturais que apresentam um padrão que se repete em diferentes

níveis de detalhe, de modo que a parte de um fractal é representativa de seu todo. Seu estudo só se tornou plenamente possível através do uso da computação para compreender tais estruturas, que conseguem apresentar área e perímetro infinitamente crescentes conforme aumentamos o nível de detalhe de observação, descrevendo situações que fogem à geometria clássica. Tais estudos levaram a sua aplicação na ciência, tecnologia e arte gerada por computador. A explicação conceitual do fractal e sua estrutura de repetição é utilizada para compreender a medida de objetos que seriam impossíveis de mensurar através da geometria euclidiana.

As partes de um fractal são em alguma forma semelhantes ao objeto original, de modo que a parte é semelhante ao todo. Um dos exemplos é o floco-de-neve de Koch, que é formado a partir de repetições nos vértices, em tamanhos cada vez menores, de um triângulo. Desta forma, uma aproximação matemática de seu tamanho é impossível de se obter, pois seu nível de detalhe tende ao infinito.

O termo *fractal* foi cunhado por Benoît Mandelbrot, matemático francês nascido na Polônia, em 1975, tendo como base para o termo o adjetivo em latim *fractus*, derivado do verbo *frangere*, quebrar. Avaliando os trabalhos anteriores sobre tais figuras geométricas problemáticas, ele desenvolveu a *geometria fractal* na década de 70 do séc. XX, mostrando sua aplicação na natureza em seu texto de 1983. Os fractais que representam os resultados de seu trabalho são chamados de “Conjuntos de Mandelbrot”.

Fractais estão em toda nossa volta, no formato de uma gama de montanhas ou desenrolar da linha de uma costa. Como formação de nuvens e fogo crepitante alguns fractais se submetem a mudanças intermináveis outros, como árvores e nosso próprio sistema vascular, mantém a estrutura que adquiriram em seu desenvolvimento. Para os não cientistas pode parecer estranho que coisas tão familiares tenham se tornado recentemente o foco de pesquisas intensas. Mas familiaridade não é o bastante para garantir que cientistas tenham as ferramentas para um entendimento adequado. Uma criança é familiarizada com seu berço azul e o céu azul muito antes dela ter consciência do azul como uma qualidade comum de itens diferentes. Em seu desenvolvimento cognitivo tem um estágio em que ele se torna receptivo a noção de cor; escuta que o céu é azul e de repente “descobre” que outras coisas são azuis também.

O desenvolvimento de nossa percepção científica do mundo segue um padrão similar. Sim, muitos fractais são familiares a nós, mas, até bem recentemente, não tinha espaço para eles em nossa visão científica da natureza. Essa visão foi formulada por Galileu Galilei, cujo domínio da abstração contraditória é exemplo para o discurso científico moderno. Seu credo declara em suas próprias palavras em 1623

Filosofia é escrita nesse grande livro - quero dizer Universo- que está aberto a nossa contemplação, mas não pode ser entendido a não ser que um primeiro aprenda a compreender a linguagem na qual é escrita. É escrita em linguagem matemática, e seus caracteres são triângulos, círculos e outras formas geométricas, sem as quais é humanamente impossível de entender uma só palavra sua: sem esses, um está vagando sobre um labirinto escuro.

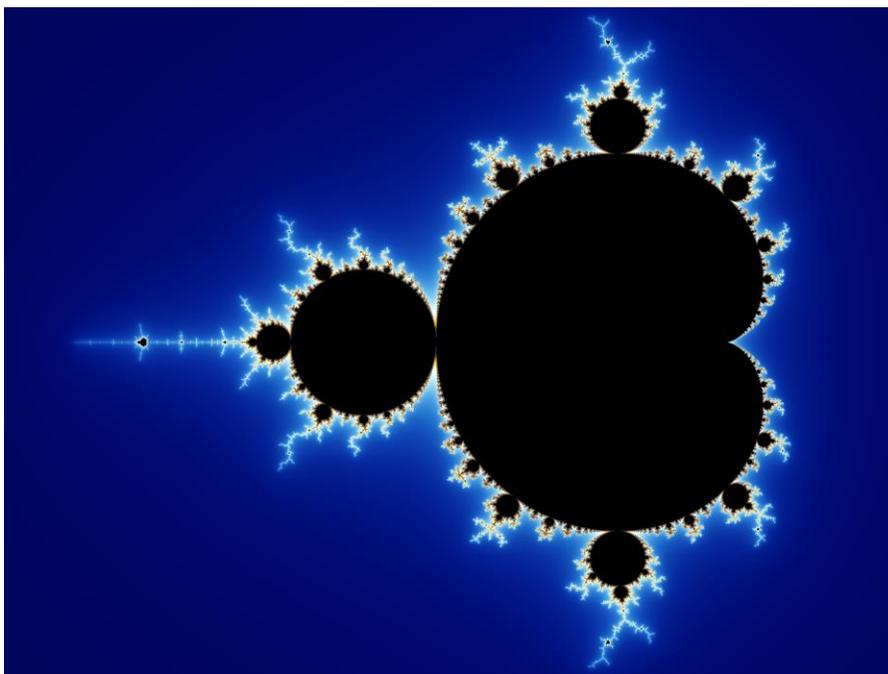
Demorou aproximadamente 350 anos para superar a barreira de Galileu: até Benoit Mandelbrot desenvolver a noção de fractal. Olhando para trás em 1982, ele ponderou: Porque a geometria é constantemente descrita como fria e seca? Uma das razões encontra-se em sua inabilidade de descrever a forma de uma nuvem, uma montanha, um litoral ou uma árvore. Nuvens não são esferas, montanhas não são cones, costas não são círculos, e casca não é lisa nem o relâmpago viaja numa linha reta. A natureza exhibe não simplesmente um grau mais elevado, mas todo um diferente nível de complexidade. O número de escalas distintas de padrões de distância é para todo o propósito infinito.

A existência desses padrões nos desafia a estudar aquelas formas que Euclides deixa de lado como sendo sem forma, para investigar a morfologia do amorfo. Matemáticos tem desdenhado esse desafio, no entanto, e tem escolhido cada vez mais fugir da concepção da natureza com teorias não relacionadas a qualquer coisa que podemos ver ou sentir.

O conceito matemático de um fractal caracteriza objetos com estruturas em várias escalas, grandes assim como pequenas, e assim reflete um princípio hierárquico de organização. Tem uma importante idealização envolvida: objetos fractais são auto similares, por exemplo: Eles não modificam sua aparência significativamente quando visto sob um microscópio de um poder de aumento arbitrário. Embora isso possa ser uma simplificação, não adiciona uma dimensão de profundidade a nossa representação matemática da natureza. Os estudos de Mandelbrot foram destacados pela sua descoberta em 1980, do conjunto que agora tem o seu nome, representado na figura abaixo. Ele encontrou um princípio que

organiza todo um universo de estruturas auto similares de um modo inesperado. A forma bizarra que aparece na capa deste livro pode se tornar um elemento chave de uma nova matemática “natural”, assim como as linhas retas são elementos constitutivos da geometria Euclidiana.

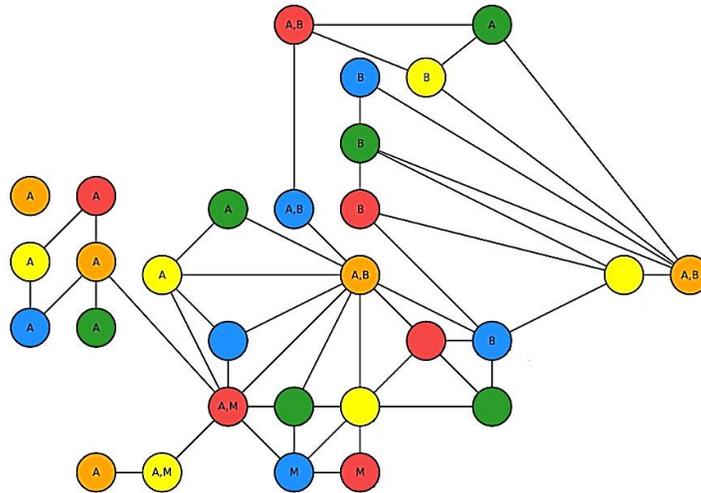
Neste trabalho observamos a fractalidade através do rebatimento e reinstanciações de regras em diferentes contextos de conhecimento. Isto significa que cada parte do modelo de EICA é análoga, em maior ou menor grau, às demais partes, formando uma estrutura não linear, mas fractal e de múltiplas instanciações.



**Figura 7.** Conjunto de Mandelbrot

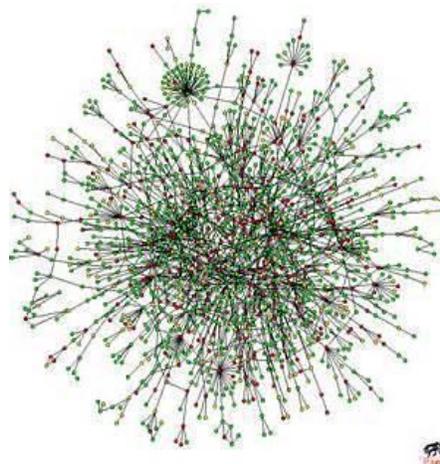
## 2.9. Grafos

Um *grafo* é uma representação de um conjunto de objetos onde seus pares são unidos por elos. Os objetos são representados, em sua abstração matemática, por *vértices*, enquanto os elos que conectam os pares são representados como *arestas*. Abaixo temos um exemplo da estrutura de um grafo de vértices e arestas.



**Figura 8.** Grafo: vértices e arestas

Neste trabalho utilizamos o grafo tipo teia e árvore radial, um “proteoma” ou uma coleção de arestas e vértices de vários tipos, conforme o exemplo da figura abaixo. O grau de conectividade do grafo forma um gradiente. O quanto os gradientes se conectam entre si, são metagradientes de conectividade dos metavértices entre si. Neste trabalho, os vértices envolvem arestas que conectam a história da ciência e tecnologia, a história da linguagem e a história da matemática, elas enquadram-se dentro de um gradiente em separado e podem também ser comparadas entre si em um metagradiente de transitividade. Utilizamos também o grafo tipo radial bidimensional para visualizar grupos de perfis cognitivos semelhantes.

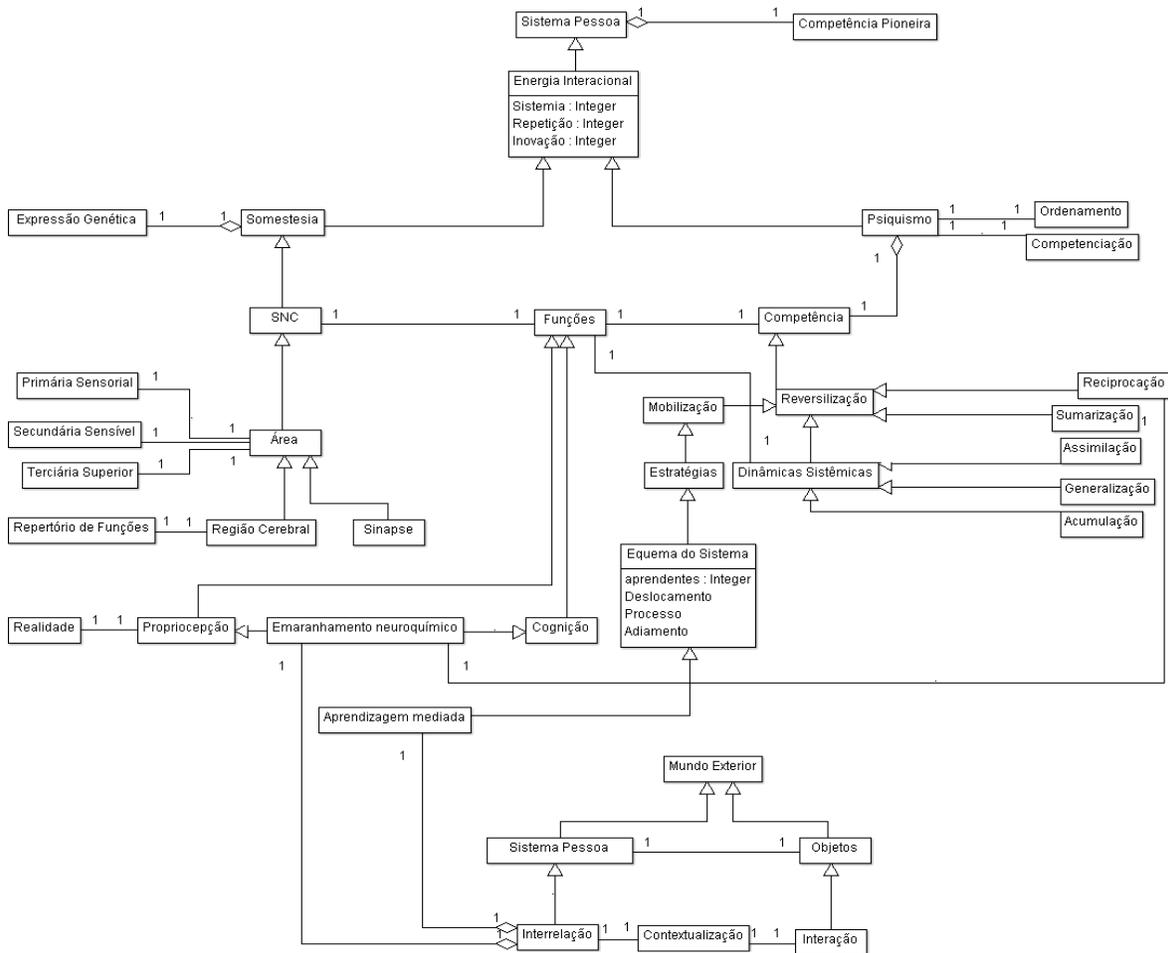


**Figura 9.** Proteoma

## 2.10. Sistema Pessoa: a competência pioneira e as áreas complementares

Para a Psicogenética (Xavier, 2004) a Pessoa é um sistema caracterizado por uma ou mais áreas de força (competência pioneira) e áreas de fraqueza (áreas complementares). Competência pioneira é o centro de energia que sustenta os procedimentos de encadeamentos dos processos psicológicos que dão sentido a “Pessoa”.

As competências pioneiras e as áreas complementares são áreas do conhecimento: Arte Comunicação. Matemática, Linguagem, etc.



**Figura 10.** Sistema Pessoa (Delbem, 2014)

A compreensão de que toda atividade interacional afeta o “Sistema Pessoa” é necessária para entender que a proposta desta tese em analisar o psiquismo do indivíduo para compreender sua estrutura cognitiva, e as consequentes propostas de customização e

otimização do ensino. Isto tem como objetivo-fim a maior felicidade do indivíduo, ou seja, a melhoria do próprio Sistema-Pessoa.

### **2.11. Pensamento narrativo**

A evolução da narrativa do ponto de vista ontogenético figura neste trabalho como o elo entre a máquina de estados abstrata EICA (crivo empírico microgenético) e a máquina de estados instanciada (crivo computacional) no *game* EECA.

Na máquina de estados abstrata o fio condutor mental está diretamente ligado ao pensamento evolutivo da narração. Isto se dá porque a máquina EICA de transitividade nada mais é do que a convolução de organizações simbólicas de estruturas narrativas harmoniosamente concebidas através de valores progressivos de complexidade.

Isto significa partir do canal viso-motor em direção ao canal áudio fonético, ou seja, da percepção-designação ao imaginário e à lógica (SEMINÉRIO, 1988).

Estudos de neurociências comprovam que na circuitaria neural, a integração dos canais sensoriais (YAU, DEANGELIS e ANGELASKI, 2015) morfogenéticos da cognição (viso-motor e áudio-fonético) formam um paralelo, confirmando operacionalmente o funcionamento neural da máquina EICA.

Todo este processo é chamado de letramento, isto é, a descoberta do ato transformado em pensamento narrativo e que pode ser representado intersemioticamente. Neste caso, na linguagem, matemática, ciência e tecnologia.

### **2.12. Teoria Computacional da Mente**

A partir dos avanços de Turing a respeito da computação numérica (TURING, 1936), começamos a trabalhar a hipótese de que o cérebro seja uma máquina computacional. Isto resultou em um modelo filosófico de Teoria da Mente a respeito do cérebro, e tal perspectiva ganhou protagonismo entre cognitivistas nas décadas de 1960 e 1970 (RESCORLA, 2015). A visão clássica de tal teoria afirma que o cérebro não seria análogo a um computador, mas seria literalmente um sistema computacional, que lida com diversas *entradas* de informações - sensoriais, relacionadas à memória, etc. – e produz alguma *saída*. A ideia de Turing (1950), de produzir uma máquina capaz de, através da manipulação de símbolos, reproduzir o modo

de pensar humano, é com o tempo substituída pela necessidade de gerar modelos de atividade mental mais complexos, capazes de abarcar os cenários computacionais de um cérebro.

As críticas a tal visão, como as de Searle (1980) devem ser levadas em consideração, em especial o problema reducionista de buscar algoritmos capazes de explicar tudo, o que acaba resultando em trivialidade ou incompletude. Não precisamos, para este trabalho, nos comprometer com tal teoria, mas apenas compreendemos a possibilidade de criar modelos mentais que funcionem para fins específicos. No caso específico desta tese, a proposta neste âmbito é apresentar um modelo mental que seja suficiente para gerar dados a respeito da cognição do indivíduo capazes de serem analisados, seja por humanos ou por máquinas, e a partir da análise propor caminhos, tanto computacionais quanto pedagógicos, possíveis para a otimização do sistema-pessoa.

Não é o caso, porém, de substituir a necessidade de psicólogos e professores, mas sim de otimizar seus trabalhos, proporcionando a eles mais uma ferramenta capaz de auxiliar na melhoria da relação de ensino-aprendizagem e em intervenções neuropsicopedagógicas que se apresentem necessárias.

### **2.13. *Knowledge Discovery in Databases* (Descoberta de Conhecimento em Bancos de Dados) e *Machine Learning* (Aprendizado de Máquina)**

A Descoberta de Conhecimento em Bancos de Dados (KDD, na sigla em inglês) é uma área transdisciplinar que surge da interseção do uso de Inteligência Artificial, Bancos de Dados, Estatística e áreas correlatas para buscar, em grandes quantidades de dados, por informações relevantes existentes neles, e o tratamento e uso destas informações para desenvolver novos conhecimentos. O processo de Mineração de Dados (*Data Mining*) é uma das etapas, consistindo na busca de padrões de dados através da aplicação de algoritmos computacionais (FAYYAD, 1996).

O processo de Aprendizado de Máquina é o uso de diversas abordagens de modo que um sistema compreenda as relações existentes entre objetos e, com isso, seja capaz de fornecer respostas para situações complexas com base nas informações que foram alimentadas a ele. Geralmente o método está associado à Mineração de Dados, usando algoritmos para encontrar padrões em tempo real e aplicando-os conforme necessário.

Para o funcionamento ideal da Máquina EICA, sua aplicação deve incluir a constante reformulação dos seus algoritmos almejando maior precisão na coleta de dados através da Descoberta de Conhecimento em Bancos de Dados.

#### **2.14. Trabalhos relacionados**

A máquina EICA é um modelo neuro-computacional para viabilizar a análise cognitiva através de jogos. Com esta formulação específica, pode-se afirmar que é um projeto inédito que não estabelece paralelos imediatos com outros projetos.

Não obstante, temos o desenvolvimento de jogos educacionais –*Game Enhanced Learning*, Aprendizagem Aprimorada por Jogos –, e alguns deles utilizam de técnicas de Mineração de Dados e Aprendizagem de Máquina, como é o caso do jogo SmartKid™ e demais jogos desenvolvidos por Ketamo (2007, 2014). Porém, os jogos educacionais que encontramos, por mais que sigam caminhos semelhantes e compreendam a necessidade de partir das áreas de força em direção às áreas de fraqueza do indivíduo, possuem ainda uma abordagem conteudista, que visa a aprendizagem e fixação de conteúdos, e não o desenvolvimento cognitivo amplo do indivíduo; portanto, são apenas ferramentas de reforço ao modelo tradicional do ensino, ainda mais quando conteúdos específicos são indicados para idades específicas.

Outros problemas encontrados estão no modo como tais jogos costumam tratar os erros: ao presumir erros e acertos, um modelo de pensamento específico ganha prioridade, e o caminho de desenvolvimento é o apontamento de um caminho correto. Compreendemos, porém, que só existe o erro quando entendemos o conteúdo como estanque, e não na relação Conteúdo-Processo que apresentamos. O que supostamente é um erro faz parte do processo de desenvolvimento cognitivo do indivíduo e sua experimentação com o mundo. A partir do momento que o erro é tratado como falha a ser corrigida, limita-se o indivíduo a pensar de acordo com um modelo pré-determinado. Outro problema, específico do jogo supracitado, está na possibilidade de competição. O estímulo à competição, e não a cooperação, em jogos que lidam com o desenvolvimento educacional do indivíduo, acaba por naturalizar a competitividade excessiva em diversos âmbitos, acabando por fortalecer uma postura excludente, no lugar de uma postura cooperativa e includente. Em suma, a maioria dos jogos em questão buscam ensinar, mas não educar o indivíduo de forma ampla.

Há projetos amplos na área de engenharia computacional voltada à educação, como o **Educational Data Mining** (Mineração de Dados para a Educação), projeto para a realização de seminários de trocas de experiências na área, que é uma das bases utilizadas para pensar os modelos de análise possíveis com os dados obtidos.

Sobre a busca de universais da cognição e de formas de comprová-los cientificamente, temos o trabalho de Chater *et al.* (2008), que apresenta propostas matemático-computacionais capazes de explicar processos cognitivos específicos, a fim de identificar e categorizar leis universais da cognição, em um formato análogo ao que propomos nesta tese referente à compreensão do fio condutor mental. Este trabalho pressupõe a existência de um modelo mental e de uma interface que permita a identificação de tal modelo. O modelo de arquitetura cognitiva proposto por Elman (2014), que aponta para existência de um léxico sistemático cognitivo simbólico, também apresenta relação ao propósito da presente tese.

O trabalho de Leggett *et al.* (1991), que estuda a possibilidade de utilizar a velocidade de toques no teclado como forma de identificar um indivíduo, também apresenta relações com a proposta desta tese, pois entendemos também que o tempo entre jogadas, ou seja, o tempo dos cliques do *mouse* permite uma forma de identificação cognitiva dentre os indivíduos. A busca de assinaturas identificáveis através do tempo também está presente no artigo de Senhadji *et al.* (2002), que analisa os *wavelets* de EEG buscando assinaturas específicas que identifiquem casos de epilepsia.

Também se relaciona a este trabalho o artigo de Commons *et al.* (1982), que busca apresentar refinamentos nas distinções de Piaget sobre o estágio Operativo Formal, onde demonstram, através das respostas dadas em um teste cognitivo, a distinção entre raciocínio sistemático e meta-sistemático. A relação com o presente trabalho está na busca por modelos cognitivos mais refinados, capazes de compreender qual o estado de desenvolvimento cognitivo do indivíduo, utilizando como crivo para a pesquisa as operações de transitividade e reversibilidade.

As dissertações *Mediação metacognitiva como estratégia de intervenção: uma experiência com jogos digitais*, (MENDONÇA, 2011), *Modelo fractal das microgêneses cognitivas: uma metodologia para a mediação metacognitiva em jogos computacionais*

(LEMOS, 2013), *Modelo computacional colaborativo para mensurar o desenvolvimento inter-relacional em alunos do ensino médio* (DELBEM, 2014) e *Modelo Computacional evolutivo, adaptativo e preditivo para avaliação de funções cognitivas* (SOARES, 2014) e *Uma proposta de identificação de assinaturas cognitivas com padrões de pensamento criador* (PIMENTEL, 2015) apresentam estudos com *games* inteligentes. Estes trabalhos, que foram desenvolvidos durante a elaboração desta tese, resultaram no desenvolvimento de *games* inteligentes com coleta de dados em tempo real e posterior mineração de dados, apresentando resultados relevantes em suas propostas.

### **3. Proposta**

A criação das EICA como modelo mental tem seu histórico baseado nas experiências acadêmicas e profissionais da autora. Estes trabalhos anteriores são essenciais para a compreensão de como foi concebida a arquitetura de modelo mental aqui apresentada, fazendo parte da proposta desta tese.

#### **3.1. A origem das EICA como prática pedagógica**

A elaboração de EICA como modelo teórico ocorre em um momento posterior a uma necessidade prática. Em 1993, no Instituto Nacional de Educação de Surdos (INES), foi desenvolvido um trabalho de pesquisa e ação docente junto a uma classe de alfabetização de jovens e adultos surdos do curso noturno. Os estudantes dessa classe não apresentavam, inicialmente, nem domínio da língua oral-escrita, nem da língua de sinais.

Visando melhorar a qualidade do processo de ensino-aprendizagem, foi elaborado um currículo, criado de forma coletiva entre docentes e discentes, com responsabilidades atribuídas a ambos, integrando diversas áreas do conhecimento através da filogênese, o desenvolvimento da cultura humana através da história, proporcionando assim uma base teórico-prática democrática e plural, através da apropriação pelos estudantes da própria história humana da qual somos parte.

A predominância do canal visual e o obstáculo sensorial auditivo na atividade comunicativa dos surdos criam situações específicas de comunicação para eles. Para que eles pudessem adquirir outras linguagens, foi necessário compreender as capacidades cognitivas deles, através do conceito de Francastel (1990 e 1993) de “pensamento plástico”, um pensamento que decorre de um conhecimento fundamental, perpassando ideias e conhecimentos através de uma linguagem gerada por imagens e representações mentais capazes de informar a percepção da realidade de acordo com as características intelectivas do próprio indivíduo. De acordo com este conceito, os trabalhos plásticos de pessoas surdas seriam capazes de fornecer subsídios para compreender suas estruturas cognitivas.

Desta forma, podemos dizer que o surdo confere, às imagens que produz uma forma que se identifica inteiramente com elementos

presentes em seu pensamento. Para o surdo, a imagem deve aparecer na obra como o instrumento necessário para evocar e pensar sua experiência. Através dela, estabelece modificações e transformações cognitivas, manipulando estruturas mentais. A obra é o próprio pensamento. O pensamento é a obra. (MARQUES, 1997)

O processo pedagógico adotado resume-se em três etapas. Primeiramente, foi feita a coleta das produções espontâneas feitas pelos estudantes. Em um segundo momento, uma intervenção pedagógica, envolvendo atividades culturais relacionadas à História da Arte e da Escrita, juntamente ao ensino da Língua de Sinais. E, após a intervenção pedagógica, novamente houve a coleta da produção dos estudantes, agora instruídos a fazer trabalhos referentes à História da Arte e da Escrita.

A pesquisa etnográfica mostrou que os desenhos espontâneos do primeiro momento demonstram a forma simultânea e conceitual de expressão dos surdos, decorrente da visão como canal principal de construção do conhecimento. A abstração resultante das obras se assemelha à proposta Cubista. Mesmo quando a produção espontânea deveria ser feita em forma de história em quadrinhos, as imagens ainda mantinham a simultaneidade de ações, nem sempre apresentando coesão temporal entre os quadros. As produções escritas do mesmo momento, porém, apontavam a incapacidade inicial de manipular signos verbais escritos, misturando letras, números e demais signos. Esta pesquisa etnográfica aponta, portanto, o estado cognitivo dos estudantes antes da intervenção pedagógica.

Os trabalhos artísticos e textuais produzidos durante a intervenção pedagógica mostram já a compreensão de campos semânticos, onde tanto desenhos quanto textos passam a exibir uma quantidade maior de informações relacionadas a um contexto. A escrita, feita de forma simbólica e imagética, mostra o processo de compreensão dos signos verbais.

A produção da terceira etapa mostra que a aquisição de conhecimentos da História da Arte e da Escrita, associadas ao ensino da Língua de Sinais, resultou na busca dos estudantes em comunicar o próprio conhecimento através das produções artísticas e textuais, buscando apresentar narrativas coesas, seja elas sobre os conteúdos da História aprendidos, seja sobre demais conhecimentos do mundo.

Esta proposta pedagógica elaborada para este caso específico demonstra resultados importantes para o desenvolvimento do presente trabalho:

- A ontogênese, ou seja, o desenvolvimento do indivíduo, é análoga à filogênese, a história da própria humanidade, de seus primórdios aos dias atuais. Ou seja, os processos de aprendizagem passam sempre pela apropriação da própria história do conhecimento, tanto no aspecto individual – os conteúdos que aprendemos com a vivência – quanto no aspecto coletivo da humanidade.
- A apresentação de conteúdos como Objetos Reais do Conhecimento (ORC), ou seja, o contato total entre o ser e o objeto a ser conhecido epistemologicamente, é essencial ao processo de aprendizagem. É a partir do ORC que o horizonte cognitivo é ampliado, e os processos artísticos e linguísticos são a transformação de ORC em abstrações. Para o desenvolvimento do interesse, os ORCs são apresentados como ações interessantes para os estudantes, onde conteúdo e processo formam uma unidade indissociável, conteúdo-processo, que é uma das etapas necessárias ao desenvolvimento de EICA.
- É possível a observação de aspectos cognitivos internos e não-observáveis através da análise da produção observável de um indivíduo ou grupo. O conhecimento produzido, através da análise realizada, é capaz de identificar as assinaturas cognitivas relativas a indivíduos e a grupos com sistemas cognitivos semelhantes.

### **3.2. A criação dos jogos de análise cognitiva**

A metodologia pedagógica adotada no caso dos estudantes surdos mostrou a necessidade de personalização do processo pedagógico de acordo com as necessidades dos indivíduos. A compreensão desta necessidade mostrou a existência de uma grande demanda referente a problemas no processo educativo, especialmente em decorrência da impossibilidade de contorná-los através do ensino tradicional. Para atender esta e outras demandas correlatas foi criada a ABRAPA, Associação Brasileira de Problemas de

Aprendizagem, equipe transdisciplinar de pesquisa, ensino e atendimento de indivíduos e familiares.

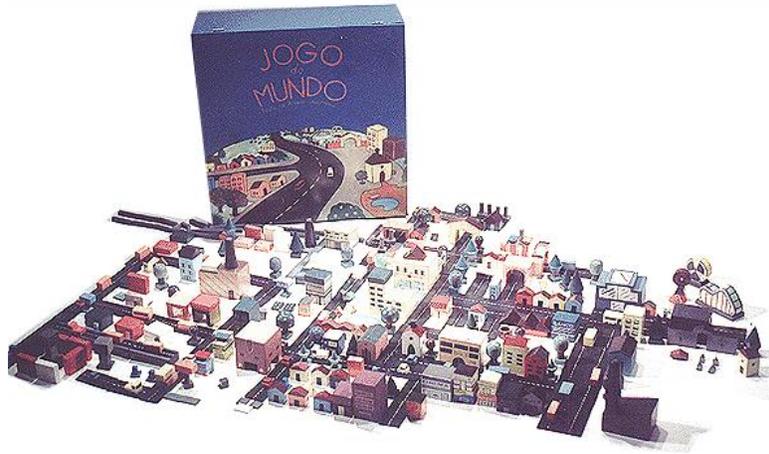
A ABRAPA realizou em seus anos de atividade diversos convênios e parcerias públicas e privadas, atendendo indivíduos com necessidades específicas, enfatizando o trabalho com crianças e adolescentes em situação de risco e vítimas de maus-tratos, abuso e negligência. Um de seus principais destaques está no atendimento gratuito de mais de 10.000 crianças, resultado de uma parceria feita com a 1ª Vara da Infância e da Juventude do Município do Rio de Janeiro durante a gestão do Juiz Siro Darlan, que reconheceu a relevância do trabalho social feito.

O trabalho da Associação se estende na participação na formação de mais de 400 estagiários, capacitação de centenas de profissionais, e engajamento de centenas de pesquisadores de diversas instituições (UFRJ, UERJ, FIOCRUZ, IFF, PUC-RJ, SME, SEE, INES, IBC, FUNLAR, NCE e outras). Seus esforços e resultados foram reconhecidos pela ONU – UNIC-Rio (Centro de Informação das Nações Unidas, pela Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, pelo convênio com o Núcleo de Computação Eletrônica – UFRJ, dentre outras instituições.

O destaque do trabalho da ABRAPA está na abordagem: foram desenvolvidos no interior da ABRAPA, através do trabalho de seus pesquisadores em um esforço conjunto com artistas e artesãos, milhares de jogos físicos, criados para instigar a metacognição, conforme as necessidades de cada caso, permitindo uma resposta capaz de ser compreendida através da análise etnográfica produzida pela observação do jogador por um profissional devidamente treinado e instruído. Jogos são a abordagem escolhida pois o lúdico desperta o interesse da criança, que encontra nas cores e formas a motivação para interagir, fazendo da experiência terapêutica algo naturalmente divertido, ao contrário de abordagens clínicas feitas de modo direcionado, através de questionários, ou de estímulos e respostas.

Tais jogos não possuem regras explícitas ou modo de jogar específico, nem possuem um objetivo único ou apenas uma solução. O caminho adotado enquanto joga é o objeto da análise, pois traz à tona aspectos cognitivos implícitos referentes ao objetivo proposto pelo jogo. Destes jogos, três se destacam para o caso específico do estudo de EICA.

## 1. Jogo do Mundo



**Figura 11.** Jogo do Mundo

O jogo do mundo é constituído de dezenas de peças que podem ser organizadas sobre um espaço plano, de forma que representem relações criadas entre objetos.

No game EICA, este jogo foi aproveitado para a tela relativa à disciplina de ciências, oferecendo objetos do paleolítico inferior para compor ações e relações.

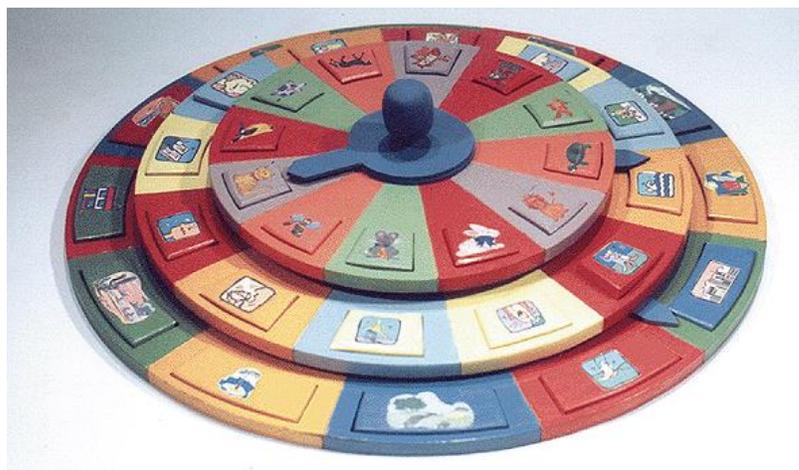
## 2. Jogo das Chaves Lógicas



**Figura 12.** Jogo das Chaves Lógicas

O jogo das chaves lógicas oferece ao jogador as possibilidades de classificar e seriar. Este jogo foi aproveitado no game EICA na disciplina de matemática.

### 3. Roda da Linguagem



**Figura 13.** Roda da Linguagem

O jogo da roda da linguagem oferece ao jogador a possibilidade de combinar símbolos para estruturar frases e narrativas criativas. Foi utilizada no game EICA para capturar representações iconográficas da linguagem oral e escrita.

#### **3.3. Formalização dos critérios da Máquina EICA**

Considerando que a educação tradicional se preocupa com conteúdos apresentados de forma fragmentada, e não com o processo de aprendizagem, a proposta desta tese é criar uma Máquina EICA capaz de compreender o processo de desenvolvimento mental, tornando as estruturas internas em dados observáveis através de algoritmos, e apresentando um caminho personalizado de ensino deste indivíduo que leve em consideração suas áreas de força e de fraqueza, e busque fazer a ligação entre elas. Para que tal desenvolvimento seja possível, seguimos a ideia de que a ontogênese, o desenvolvimento do indivíduo, repete a filogênese, o desenvolvimento da humanidade. Então, através de objetos simbólicos de cada etapa do desenvolvimento humano, a Máquina EICA ideal seria capaz de identificar em qual etapa do desenvolvimento cognitivo o indivíduo se encontra em cada área microgenética específica, para que possa ser discutida uma proposta pedagógica capaz de promover seu avanço, acelerando assim seu desenvolvimento cognitivo e ampliando a capacidade de transitar entre conhecimentos distintos.

### 3.4. Axiomas

Para o desenvolvimento da Máquina EICA, tomamos como verdade os seguintes axiomas:

conhecimento em verdade só pode ser concebido como uno: o resultado das transitividades entre as áreas e disciplinas do saber.

do objeto real de conhecimento pertence a um sistema complexo

(Representação gráfica: grafo de regras generativas).

ontogênese repete a filogênese.

da manipulação do objeto real de conhecimento é abstrata

(Representação gráfica: esquemas visuais e algoritmos).

do objeto real de conhecimento é um holograma do universo

(Representação gráfica: holograma do universo).

Tabela 1. Axiomas.

#### 3.4.1. Descrição dos Axiomas

1. Três corolários do EICA: todo objeto real de conhecimento pertence a um sistema complexo, toda manipulação do objeto real de conhecimento é abstrata e cada objeto real de conhecimento é um holograma do universo. São axiomas não observáveis.

2. Aplicabilidade desses axiomas. Todo objeto de conhecimento pertence a um sistema complexo. Para cada um desses axiomas existe um gradiente. Partimos de um extremo em que algo pertence até o ponto oposto onde não pertence. Vamos imaginar uma situação em que essa caneta não pertence a um sistema complexo.

Uma tese deve ser, por definição e por essência, a descrição e elucidação de um sistema complexo. Isso significa que existem também pontos intermediários que pertencem com certo grau de probabilidade a um sistema complexo.

O primeiro axioma pertence a um sistema complexo que reúne todas as áreas do saber. Já o segundo axioma indica que um objeto real pertence a um sistema complexo específico. Estas informações parecem contraditórias, porém na verdade estamos lidando aqui com as abstrações dos objetos que se interligam não através de um grafo, mas sim através da existência de uma verdade matemática existente no conceito de “universal”. É através deste

conceito, de um grupo onde todos os objetos estão contidos, é que interligamos o primeiro axioma ao segundo. Vamos dar um exemplo de um universal entre a história da matemática e a história da linguagem. A linguagem e a matemática têm conectivos. Não é que eu possa ligar a partícula “E” e o sinal de somar ( $E = +$ ) num grafo, mas eles se ligam entre si pela operação que eles representam. Os dois representam a mesma coisa em línguas diferentes, ou seja, são ligados por um universal.

É por isso que consideramos o quarto axioma: toda manipulação de objetos é abstrata, pois existe sempre um nível superior ao objeto que o conecta a qualquer outro nível que tenha a mesma abstração, e esta é a **condição para a transmoglificação**, a transformação do conhecimento de uma área para outra. Na verdade, cada um desses axiomas são condições para a transmoglificação, uma é que pertença ao sistema complexo, se não pertence ao sistema complexo não é transmoglifável. É tão objeto nível que não tem uma representatividade no metanível. Esses três axiomas são a chave para conceber o *game* inteligente.

3. A questão de cada objeto ser um holograma do universo se liga ao fato dele pertencer ao sistema complexo, isto é, tudo que existe. A visão de sistema complexo é paradoxal à questão do abstrato, do anterior do modelo de grafo. A terceira condição para a transmoglificação. Todo objeto tem sua própria inteligência (*affordance*), tradução em linguagem popular da condição de holograma do universo, parte que contém o todo.

O universo é preenchido por uma “bússola”. Cada átomo e molécula dele e cada partícula da sua própria existência é um atestado da existência do universo. Porque as leis do universo se replicam fractalmente e infinitamente para dentro dele. Justamente por causa disso que um objeto detém toda inteligência cibernética que está intrínseca no universo. Inteligência cibernética é a capacidade de se autorregular, então o universo se regula a ponto de modo que a energia possa se condensar e criar diversos materiais pelos quais se constitui a construção dessa “bússola”. Esses materiais só são possíveis de existência por conta de uma cibernética que regidas por todas as leis do universo e por elas terem dentro de si essas leis ou *affordances* para criar esse mundo objetual. O universo como bússola existe para representar a ele próprio. O produto do desejo do universo é ser representado por cada parte dele. Ao olhar para essa bússola, enxergamos um holograma do universo que está fora de alcance direto. Ao olhar para qualquer objeto do universo, o saber é capaz de expandir-se

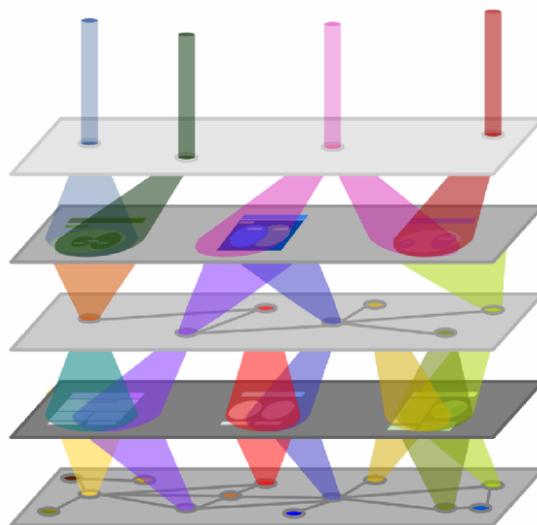
para todo o conhecimento do universo porque ele requer todo o sistema complexo e relações abstratas para existir. Isso reforça a ideia do EICA de que todo objeto pode ser referenciado por toda e qualquer área de força da pessoa, porque na verdade ele possui representações em cada uma das áreas de conhecimento em força e mesmo na fraqueza existentes na psique humana. Um objeto de conhecimento reúne em uníssono todo o conhecimento do universo. História, matemática, ciência e tecnologia são três objetos diferentes que são hologramas do universo, assim eles são isomórficos e não deveriam estar separados, isto é a ilusão de separatividade. A separatividade (separação). A diferença de um objeto para um holograma são *templates*. O objeto é o que ele é e o holograma é o que ele representa. O holograma é a representação do todo por uma parte. Na verdade, tem-se um fragmento muito pequeno de informação mas para todos os efeitos a informação está ali. Esse objeto é um holograma porque ele é um fragmento do universo, mas nem por isso ele deixa de representar o universo, o universo está todo aqui nele. Ele é uma parte integrante do universo. Cada objeto como holograma do universo tem em si a competência de todos os conhecimentos possíveis. Esse é o terceiro axioma que reforça a existência do EICA.

4. É possível fazer uma representação gráfica do primeiro e do último axioma porque representações holográficas são sempre feitas por padrões interferométricos, destrutivos e construtivos. E todo este sistema complexo está ligado ao conjunto de Mandelbrot que representa na simultaneidade todas as transitividades do processo rotacional de números complexos.

### **3.5. EICA: Estruturas Internas Cognitivas Aprendentes**

O objetivo-fim do EICA é a otimização do sistema pessoa, como nos diz Xavier (2004). A nova mentalidade que emerge com o próximo passo da evolução humana exige uma pessoa com instância psíquica mais complexa e bem-sucedida além de uma instância somestésica mais articulada com a instância psíquica. Com isso temos uma pessoa mais integral que funciona com alto padrão de otimização. O diferencial que só o EICA pode trazer para o processo de otimização é a análise e compreensão destas estruturas internas, permitindo analisar a capacidade do indivíduo de transitar entre as diversas áreas do conhecimento, através de uma linguagem lógico-matemática universal e comum a todas as áreas do conhecimento a que chamamos de transmoglificação.

O novo modelo de aprendizagem proposto se dá pela instalação de EICA, Estruturas Internas Cognitivas Aprendentes, por meio de *games* inteligentes. O *game* inteligente oferece diferentes objetos reais de conhecimento de várias disciplinas ou áreas do conhecimento possibilitando que a criança ao entrar em contato com o jogo faça correlações entre eles através da observação. As correlações só são possíveis porque cada um deles possui um conjunto próprio de regras generativas segundo as quais aquele objeto real de conhecimento se estrutura. Essas regras têm em comum uma lei geral de formação, a meta regra. A transitividade entre elas serve para aumentar a velocidade das aprendizagens e a aceleração da reaplicação das regras generativas em conhecimentos novos com rapidez e eficiência promovendo assim o salto cognitivo. O *game* inteligente passa a funcionar como uma prótese cognitiva quando habilita o processador de alta transitividade no cérebro. O nível de complexidade cerebral aumenta ao passo que o emaranhamento neuronal forma cada vez mais conexões duplicando a meta-regra cada vez mais vezes e cada vez mais rápido de forma a otimizar o processo de aprendizagem a tal ponto que até a área mais deficiente passa a refletir as habilidades da área de força da pessoa, tal como demonstrado na figura abaixo. Essas diferenças entre dimensões do aprendizado são a razão pela qual elas são chamadas anisotrópicas. Isso torna necessário um crivo próprio a fim de que possam ser medidas.



**Figura 14.** Modelo de difração da luz, diagramas e grafos

O instrumento que observa a correlação entre regras de cada objeto de conhecimento é constituído de crivos com valores matemáticos baseados em teorias que sustentam o modelo

EICA. Cada uma delas fornece gradientes em que é possível se basear para construir hierarquias de escalas de atitudes observáveis e que podem ser hierarquizadas a partir do grau de complexidade. O nível de sofisticação ou complexidade passa a ser observável através dos caminhos percorridos mentalmente a fim de apreender o conhecimento. Esse deslocamento é feito em saltos cognitivos.

Esses saltos se dão progressivamente conforme a evolução do indivíduo. Seguindo a tese de que a ontogênese repete a filogênese, entendemos que o bebê repete todas as etapas da espécie humana percorrendo a história da invenção dos conhecimentos. Ao entrar em contato com os objetos reais de conhecimento o sujeito passa a inferir inconscientemente as regras generativas ali presentes até tornar-se consciente. O processo de aprendizagem se dá através de uma sucessão de simultaneidades, não é algo sucessivo como a educação tradicional leva a crer. Por isso no *game inteligente* a criança constrói seu próprio mapa de navegação ideal para atender suas necessidades únicas. O *affordance* do *game* fornece a possibilidade de transitar entre diferentes objetos reais de conhecimento já que todos eles estão disponíveis a qualquer momento. O usuário tem a possibilidade de transitar entre as matérias traçando o sentido pelo encadeamento lógico entre as disciplinas transitando através dos universais da cognição. O resultado é a transdisciplinaridade plena.

A transitividade é o instrumento da transmoglificação. Ao passo em que a criança adquire o domínio consciente das regras generativas universais a diferentes áreas do conhecimento ela se torna cada vez mais evoluída, com mais conexões neuronais e mais inteligente. Demonstra-se assim que o desenvolvimento humano pode ser otimizado. Na aplicação da Máquina EICA, a máquina, que entra aqui como um proto-mediador, e o indivíduo entram em reciprocidade majorante administrada e constituída com recursão, isto é, uma sequência infinita de monitoramento no sentido ético e cognitivo promovendo infinitas possibilidades de saltos cognitivos. O ser humano evolui assim como os *games* se reciprocando entre si e promovendo uma relação dialética do homem e do *game* que nesse estágio funciona como uma prótese cognitiva.

O diferencial dos *games* inteligentes em relação aos demais jogos eletrônicos é que seu propósito que vai além do entretenimento. Ser lúdico é apenas mais um fator em direção ao seu verdadeiro propósito de avaliar e intervir no processamento global das funções

psíquicas superiores do ser humano. O *game* possui características e atributos em sua cibernética e design que obriga o jogador a eliciar as sequencias de ações e atitudes que ele tem de tomar, o planejamento que ele tem que fazer a fim de descobrir a natureza do objeto de conhecimento diante dele. Essas operações mentais e operatividade interna tornam esse um *game* um *game* inteligente. O usuário atribui esse valor a ele e ele é passível de ser atribuído como tal já que convida o usuário a deduzir e induzir operações próprias e intencionalmente colocadas ali com o objetivo de oferecer ao usuário a oportunidade de fazer saltos cognitivos (Seminério, 1988).

A evolução das repostas do usuário é mais importante do que a resposta em si. O *game* inteligente torna as evoluções observáveis. Por comparação observa-se o movimento que aconteceu ali fornecendo novas informações emergentes. O jogador sempre pode dar respostas diferentes, retroagindo e avançando fazendo o movimento pendular – a verdadeira base da aprendizagem. Mapeia-se assim o avanço inconstante do processo de aprendizagem repleto de retrocessos. O tabu da evolução constante e artificial da educação tradicional é rompido e a real natureza de como o cérebro funciona, aflora. O *game* inteligente dialoga com o usuário sempre compreendendo ou discordando. A máquina reflete o usuário como um espelho e vice versa gerando uma projeção infinita de rebatimentos. A natureza fractal do imaginário humano é aqui representada pela máquina que se coloca, portanto, como um ente diante do usuário.

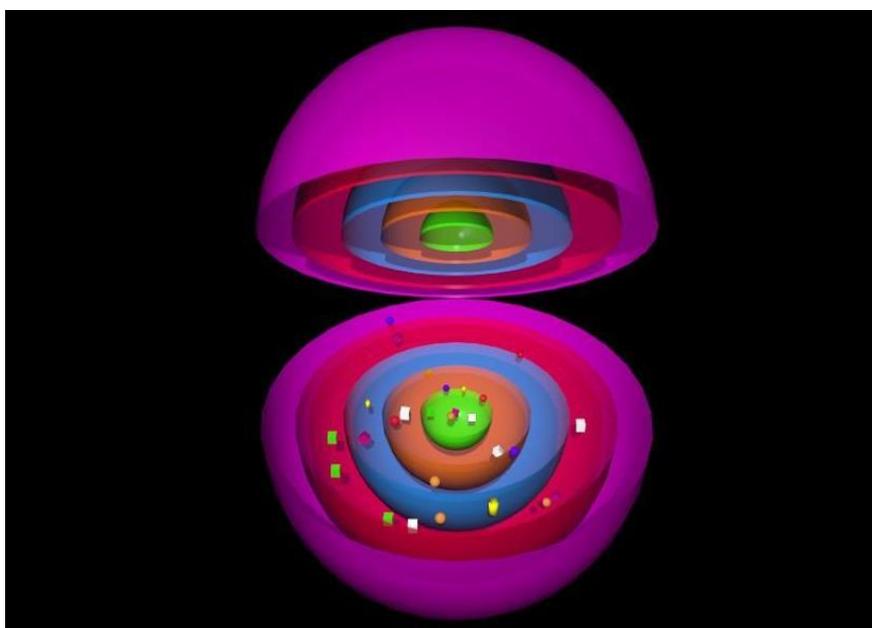


**Figura 15.** Movimento pendular do modelo de EICA

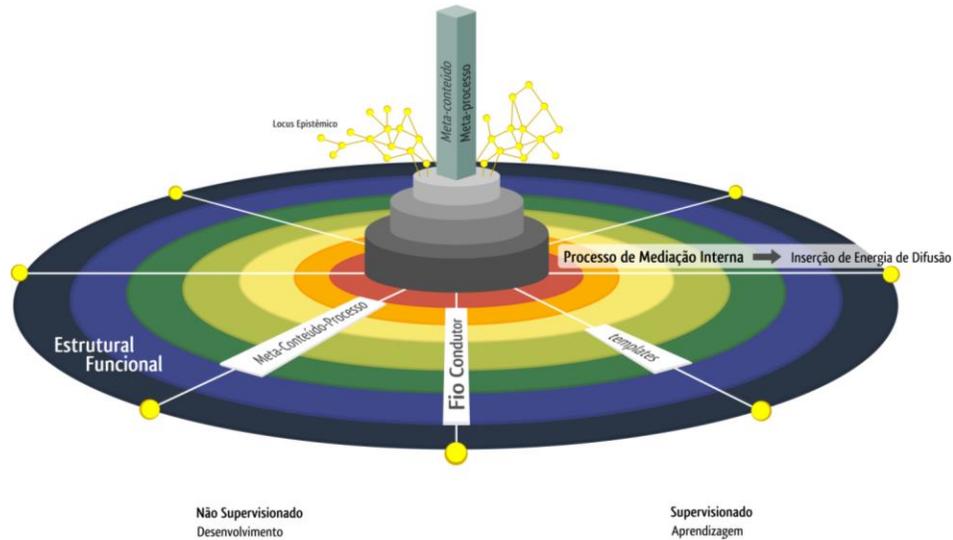
O modelo EICA prevê avanços e retrocessos da área de força. Este movimento pendular demonstra a natureza inteligente dos encadeamentos de processos psíquicos organizados para fazer avançar o pensamento. A essência do *game* inteligente é a mesma de EICA.

A competência pioneira, isto é, a área de força da pessoa, é o ponto central de onde parte o movimento de grafo. (Figura 16) A partir dali acontecem ligações entre as vizinhanças até alcançar as habilidades e áreas mais deficientes daquele indivíduo, ou seja, sua competência mais distante. Esse processo de grafo da difusão homocinética de energia que vem do centro, da competência pioneira, e vai se dissipando, se difundindo através de conexões com as áreas mais vizinhas e assim sucessivamente até atingir as habilidades complementares. Em essência a área de força se expande por difusão de energia até alcançar as áreas de fraqueza.

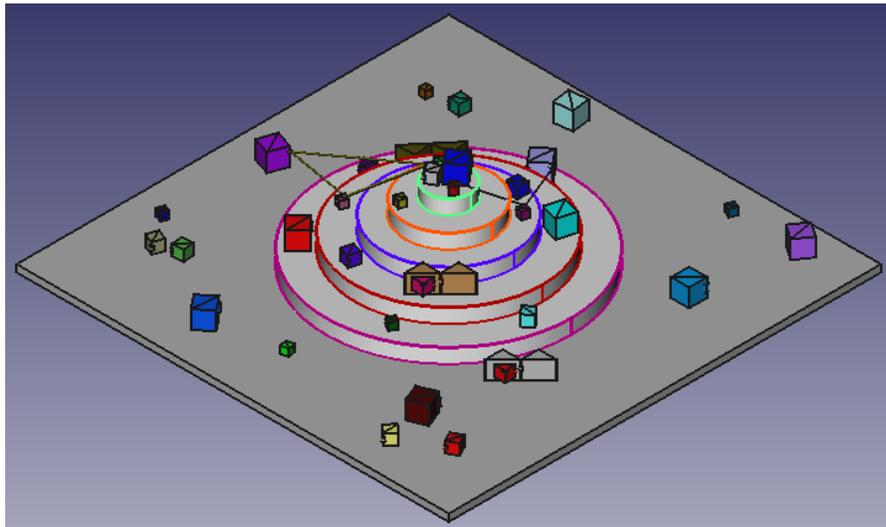
Temos na Figura 16 a representação da dissipação do conhecimento em camadas, partindo da área de força. Esta dissipação é tridimensional. As figuras 17,18, 19 e 20 mostram a ligação feita entre objetos reais do conhecimento, colocando-os em uma teia cognitiva, fazendo que a capacidade cognitiva presente nas áreas de força alcance um Objeto Real do Conhecimento que esteja em uma área periférica, assim facilitando o acesso aos diversos níveis do conhecimento.



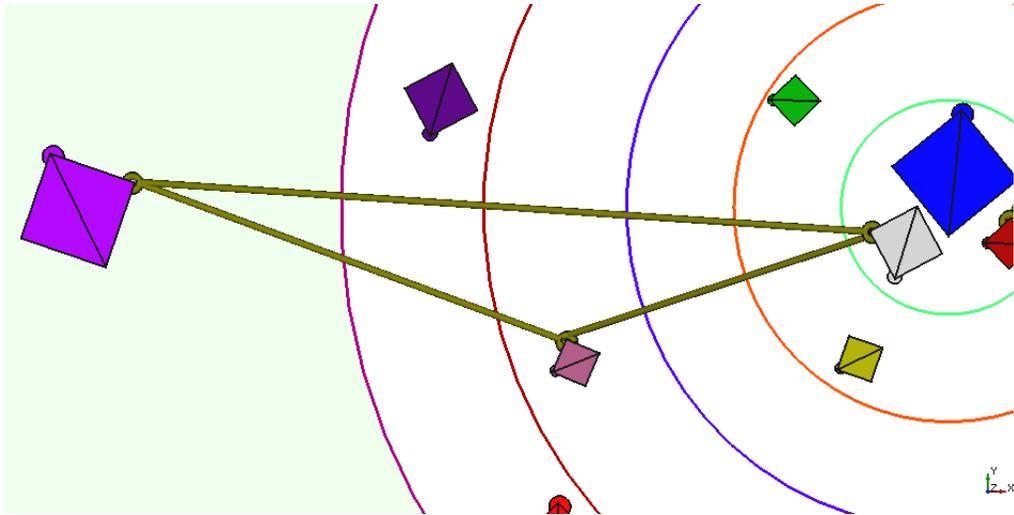
**Figura 16.** Modelo EICA de homocinese da área de força sobre os objetos reais de conhecimento das diferentes disciplinas



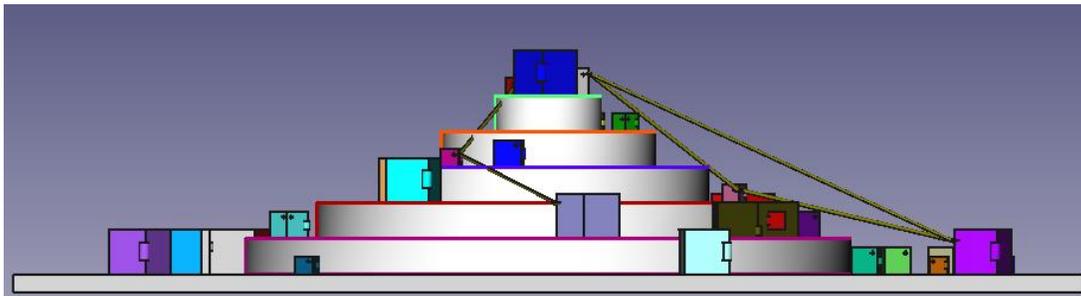
**Figura 17.** Modelo EICA de homocinese da área de força sobre os objetos reais de conhecimento das diferentes disciplinas



**Figura 18.** Modelo EICA de homocinese da área de força sobre os objetos reais de conhecimento das diferentes disciplinas – visão isométrica.



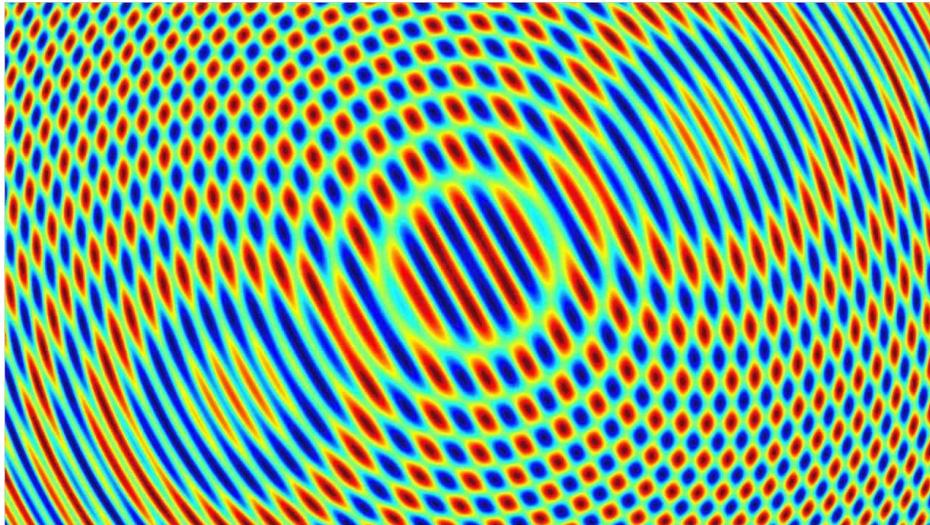
**Figura 19.** Modelo EICA de homocinese da área de força sobre os objetos reais de conhecimento das diferentes disciplinas – vista superior.



**Figura 20.** Modelo EICA de homocinese da área de força sobre os objetos reais de conhecimento das diferentes disciplinas – corte lateral.

### 3.5.1. Padrões interferométricos no EICA

Na medida em que a área de força vai se expandindo em direção às áreas de fraqueza, estas por sua vez começam também a gerar energia em direção às áreas vizinhas também de fraqueza, ainda não conectadas com a área de força. Desta forma o efeito que se multiplica atinge um modelo de padrões interferométricos cada vez mais rico e complexo, fazendo a energia se distribuir em todas as direções e sentido em torno da área de força. Isto gera uma conectividade progressiva.

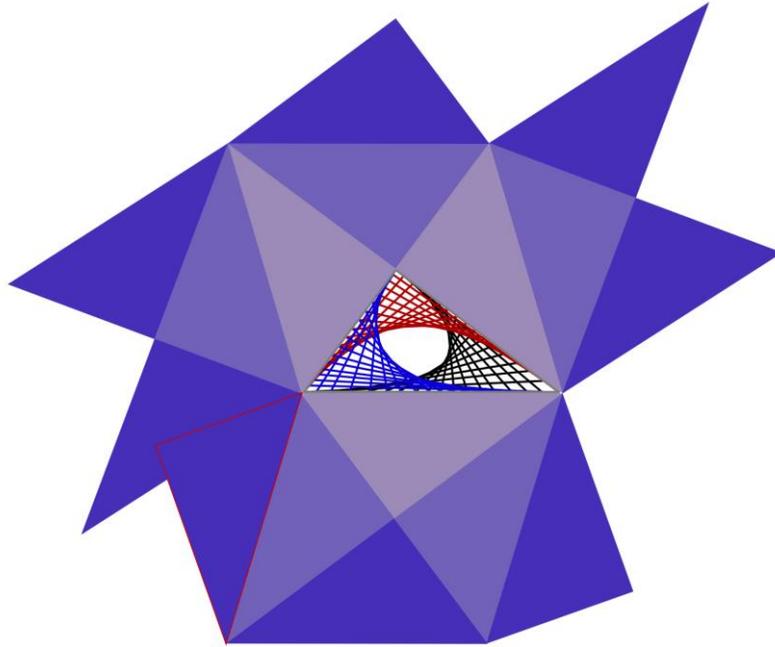


**Figura 21.** Representação gráfica dos padrões interferométricos

O *game* inteligente provoca a instalação de um meta-processo de alto nível de complexidade que promove essas conexões, levando a criança a uma otimização do uso de suas áreas de força para suprir as demais áreas. A perplexidade diante dos desafios oferecidos no *game* inteligente gera motivação. Por meio da ludicidade provoca-se o prazer e o arrebatamento estético, tornando o processo de análise e desenvolvimento cognitivo algo interessante.

### **3.6. A fractalidade da estrutura de EICA**

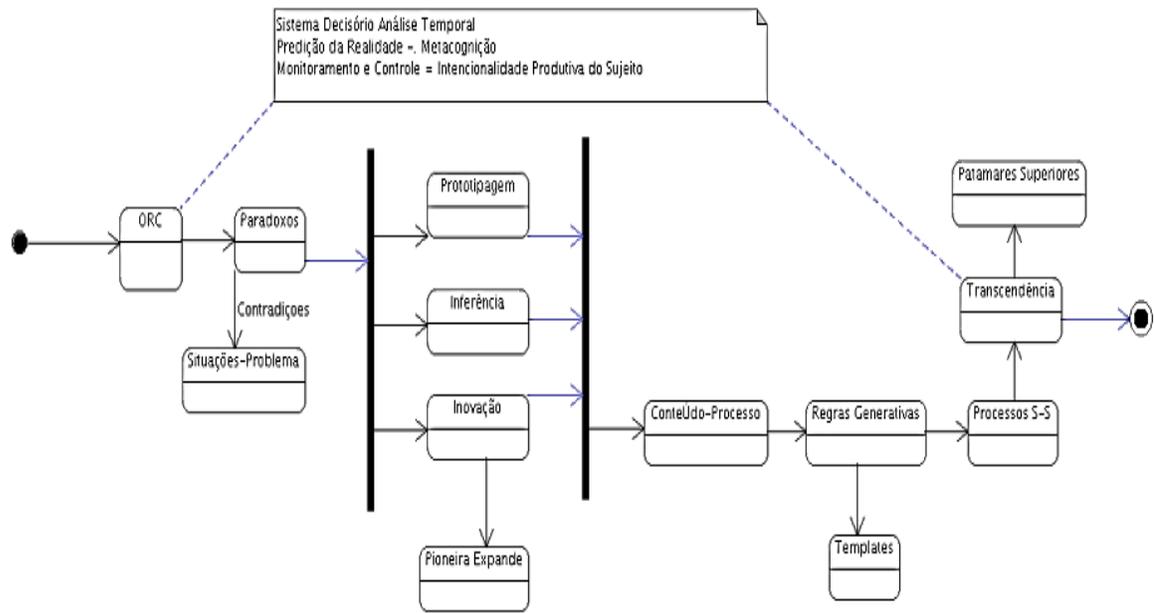
No modelo de EICA, a fractalidade se dá através dos rebatimentos recursivos entre as disciplinas. Uma mesma possibilidade se apresenta de formas diferentes entre os jogos, como faces de um mesmo prisma. Uma possibilidade existente em um jogo deve ter um correspondente análogo nos demais. A figura abaixo representa o confronto entre as áreas de força e de fraqueza.



**Figura 22.** A fractalidade das disciplinas no *GAME EICA*

### **3.7. A máquina EICA**

Explicamos até aqui os aspectos teóricos sobre os quais se baseiam o modelo de EICA. Agora, como afirmamos anteriormente, cada indivíduo possui uma forma epistemológica própria, e para poder intervir nesta forma a fim de otimizá-la, é necessário primeiro compreendê-la. Para tal, partimos de um modelo cognitivo ideal, demonstrado na figura abaixo.



**Figura 23.** Diagrama de estados

O diagrama de estados da máquina EICA parte sempre do contato com um Objeto Real do Conhecimento (ORC). Ao estabelecer uma relação com este objeto é que todo processo cognitivo se inicia. Em um segundo momento, temos os paradoxos: sem plena compreensão do objeto, passa-se a utilizá-lo de maneira aleatória. Desta aleatoriedade podem ou não surgirem situações-problema, momentos onde a interação com o objeto gera um resultado que instiga a continuar a exploração a respeito do objeto.

A interação não se mantém apenas em um objeto, mas na relação entre eles. A partir daí passamos a interagir com o objeto, seja buscando utilizá-lo como uma ferramenta, comê-lo, jogá-lo, enfim, realizamos uma série de narrativas com o objeto. Vamos tratar sempre um objeto como ente abstrato de acordo com as características que ele apresentar para realizar os objetivos que quisermos em nossa narrativa. As etapas de Prototipagem, Inferência e Inovação representam as diferentes maneiras de interação não-aleatória: na primeira, tentamos usar o objeto para fins aleatórios; na segunda, entendemos o uso do objeto para um fim específico, e na terceira, buscamos usar o objeto para um novo fim. A Expansão Pioneira ocorre quando identificamos que um mesmo fim pode ser atingido de formas diferentes, com objetos diferentes.

Em seguida, quando objetos são posicionados de forma a planejar uma ação, temos o momento identificado como Conteúdo-Processo, onde o posicionamento dos objetos é feito em antecipação a um processo de ações. A etapa das Regras Generativas se refere ao processo de metacognição quando o indivíduo passa a compreender as regras referentes àquela área específica do conhecimento. Os Processos Simultâneos e Sucessivos, por sua vez, são caracterizados pelo momento onde há interação com diversos objetos que vão se encadeando em diversas ações. O momento de Transcendência ocorre quando o indivíduo compreende o posicionamento de diversos objetos como sequências encadeadas em direção a um fim estabelecido. Por último, a etapa de Patamares Superiores aponta o momento onde ocorre a compreensão de todo o processo referente ao uso dos objetos, estabelecendo fins e compreendendo os meios necessários a tal fim.

Quando apresentado desta forma, a impressão que temos é da linearidade do processo de aprendizagem. Mas, como apresentado antes, cada indivíduo possui um traço cognitivo próprio, identificável através da ordem das operações que este realiza, até onde vai seu raciocínio em uma determinada área do conhecimento, dentre uma miríade de outros fatores identificáveis ao observar a interação de um indivíduo com os objetos.

### **3.8. Crivo Máquina EICA**

Para identificar, diante das interações com objetos, qual etapa dentro do Diagrama de Estados da Máquina EICA está sendo realizada pelo indivíduo, é necessário estabelecer um crivo, com base em toda a base teórica apresentada, capaz de identificar o que uma ação específica, com um objeto, representa simbolicamente no Diagrama, afinal as ações realizadas com objetos são representações de seu estado mental. O crivo tem por função facilitar a ação de um observador, pois dá a ele a chave do que está sendo procurado dentre as ações, permitindo que ele saiba como selecionar e interpretá-las. Para tal, são apresentadas as pré-condições, que sinalizam a probabilidade de ocorrência de uma ação simbólica, a descrição da ação, e a pós-condição, evento que finaliza a etapa e indica a possibilidade de início de outra.

Este crivo, seguindo a natureza da Máquina EICA de trabalhar em três áreas distintas do conhecimento, ciência, matemática e linguagem, é aplicado de forma análoga nas três

áreas. Assim formamos o Crivo Empírico da Máquina EICA, conforme apresentado na Tabela em Anexo.

[Tabela em documento anexo]

Tabela 2. Crivo Empírico da Máquina de estados EICA

## 4. Metodologia

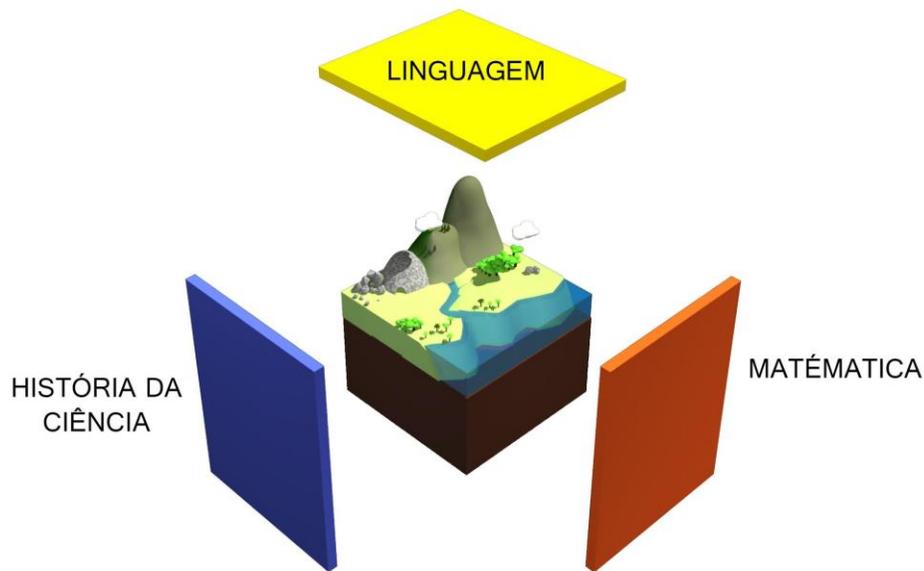
### 4.1. O instrumento lúdico EECA (Estruturas Externas Cognitivas Aprendentes)

O instrumento computacional aplicado nos participantes foi o *game* inteligente EECA (Estruturas Externas Cognitivas Aprendentes) instanciado através das regras da máquina abstrata EICA, descritas neste trabalho, para coletar dados para análises das séries temporais das ações do jogador, contabilizadas em milionésimos de segundo. Esta análise possibilitou a avaliação da primeira e segunda derivadas entre as performances de cada etapa implícitas nas tarefas computacionais propostas. O modelo heurístico de busca de *clusterização* dos participantes também foi utilizado.

O instrumento de análise experimental foi construído neste trabalho como um *game* inteligente, isto é, um *game* constituído de *machine learning*, que coleta as ações do usuário na forma de modelo matemático de engenharia. Desta forma os dados são minerados no modelo de valores representativos passíveis de serem analisados heurísticamente. Esta estratégia possibilita a busca de classes e categorias de respostas que se caracterizam qualitativamente nos revelando perfis cognitivos diversos.

De acordo com o axioma “A ontogênese repete a filogênese”, o instrumento apresenta ao usuário a história da evolução humana, apresentando o período paleolítico inferior, instanciado no *game* inteligente como prova de conceito para comprovar a hipótese de transmoglificação (transitividade) entre os saberes das áreas de Linguagem, Matemática e Ciência e tecnologia com a intenção de comprovar o funcionamento do modelo abstrato EICA. A partir das etapas temporais, cada etapa apresenta três objetos reais de conhecimentos.

A meta-regra da transitividade é essencial para navegar entre diferentes áreas do conhecimento no *game* EICA. Áreas do conhecimento consagradas como tão distintas e, portanto, artificialmente fragmentadas como a ciência e tecnologia; matemática e língua com a ajuda da engenharia de *games* são passíveis de compor um *game* uno. Isto é, através de uma sequência histórica temporal vários *games* ligados a *templates* múltiplos distribuem-se filogeneticamente compondo um só *game*, conforme ilustrado abaixo.



**Figura 24.** Modelo do *GAME EECA*

#### **4.1.1. Os Jogos dentro do Jogo**

Os *games* estão inseridos nas ações do usuário, reunidos em um só jogo: EECA. O jogo das chaves lógicas (figura abaixo) compreende ações do tipo correlações diversas com base no pareamento, ordem e classificações de objetos. O jogo do mundo (figura abaixo) comporta a ambientação e os estímulos para o desencadeamento de articulações do pensamento sobre os objetos no meio, coordenando meios e fins. O jogo da roda da linguagem (figura abaixo) oferece um design metacognitivo para o entendimento e construção de orações estruturadas em três partes. A partir dessas orações o jogo oferece a oportunidade de expandir frases para construir trechos narrativos criativos de forma ilimitada.



**Figura 25.** Jogo das Chaves Lógicas



**Figura 26.** Jogo do Mundo



**Figura 27.** Roda da Linguagem

#### 4.1.2. Filogênese da Linguagem, Matemática e Ciências

A abordagem filogenética precisa da definição de objetos simbólicos que representem cada momento da história dentro da relevância de cada área do conhecimento. Através de uma abordagem historiográfica, selecionamos diversos objetos conceituais, que agem no jogo como Objetos Reais do Conhecimento. Como teste conceitual, os objetos referentes ao período Paleolítico Inferior são instanciados no jogo.

A tabela a seguir apresenta os objetos dos três primeiros momentos históricos, bem como uma breve descrição deles.

Tela	Contexto histórico	Objeto de tecnologia	Descrição	Objeto de linguagem	Descrição	Objeto de notação matemática	Descrição
	2000000 a.C. – Paleolítico inferior	 Cajado	Poderia ser qualquer pedaço de madeira usado para defesa pessoal e exploração	 Diferenciação de cores	Parte do entendimento das linguagens visuais	 Grupos	Usado para diferenciação de grupos alimentícios

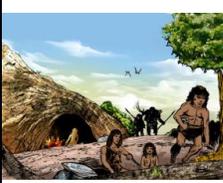
	200000 a.C. – Paleolítico médio	 Fogo	Essencial para a proteção do frio e de predadores e para a alimentação	 Sinais	Utilizados antes do desenvolvimento de linguagens faladas	 Contagem de alimentos	Necessário para garantir a alimentação de todo o grupo
	30000 a.C. – Paleolítico superior	 Tinta	Nas pinturas rupestres, eram utilizados sangue, argila, látex, gordura, clara de ovo, óxido de ferro, etc.	 Desenhos rupestres	Antecessores de qualquer sistema de escrita organizado	 Desenhos rupestres	Essenciais numa época em que não existiam sistemas de numeração

Tabela 3. Filogênese da Linguagem, Matemática e Ciências

### 4.1.3. Os procedimentos técnicos do *game* EECA (Estruturas Internas Cognitivas Aprendentes)

#### 4.1.3.1. Definições do *JogoEECA*

Este espaço serve para elaboração e consulta de diferentes maneiras de definir as EECA de acordo com o público alvo. Por exemplo: No caso de um jornalista ou um leigo perguntar sobre a plataforma, aqui estarão definições mais simples e diretas ou então versões mais técnicas para programadores.

#### 4.1.3.2. *JogoEECA* - definição geral

*JogoEECA* é um software plataforma lúdica que utiliza fundamentos da neuropsicopedagogia para o ensino de conceitos de matemática, linguagem e ciência para crianças e jovens. Além disso o programa captura e analisa as ações dos usuários, que são traduzidos em um relatório gráfico sobre seu estado neuropsicopedagógico para o pesquisador/professor.

*JogoEECA* não é um jogo a ser vencido, mas um grande brinquedo a ser explorado, onde o usuário por meio de experimentações e associações livres se torna capaz de compreender os conceitos demonstrados de maneira emergente. Sua evolução é representada em um cenário que remete a evolução da humanidade, dos homens das cavernas até o império romano.

#### **4.1.3.3. Implementação e público alvo**

O público alvo do JogoEECA são crianças entre 7 e 14 anos, aqui definidos como “usuários”, que irão manipular diretamente a plataforma. Outro grupo são os “avaliadores”: professores e pesquisadores que irão acompanhar os usuários e analisar os dados gerados pelo JogoEECA.

A implementação da plataforma JogoEECA tem em vista dois fins em paralelos:

Primeiro, ser uma ferramenta capaz de diagnosticar em que estágio do desenvolvimento neuropsicopedagógico o usuário se encontra, oferecendo uma ampla gama de elementos lógicos que podem ser combinados com diferentes graus de complexidade entre si, porém sem que seja explicitado qual seria a combinação ideal ou mesmo quais regras regem a plataforma. Para o usuário, JogoEECA deve ser um espaço para descobertas e experimentações.

Todas as ações do usuário são minuciosamente registradas, gerando (com diferentes graus de automatização, conforme o projeto for evoluindo) um relatório com base em crivos técnicos pré estabelecidos, onde um pesquisador ou professor possa acompanhar e avaliar o desenvolvimento do usuário.

O segundo fim do JogoEECA é validar uma série de pesquisas sobre o potencial inato para transdisciplinaridade no ser humano e com isso sugerir novas abordagens para o ensino que não restrinjam o livre fluxo entre os três eixos do conhecimento (ciência, matemática e linguagem).

No JogoEECA os planos do conhecimento são interdependentes e o cenário estimula um amplo espectro de ações e processos cognitivos nos usuários, possibilitando que atuem na transdisciplinaridade de maneira natural.

#### **4.1.3.4. O Crivo**

O Crivo são os critérios neuropsicopedagógicos que definem as regras e as decisões por trás das funções do design. Todos os elementos do JogoEECA são decididos pelos parâmetros do Crivo.

Todos os modelos de ação entre os elementos do JogoEECA são feitos com base no resultado de vários relatórios feitos por especialistas nas áreas chaves que compõe os eixos do conhecimento, que aqui estão ramificados de forma genérica como “Ciência, Matemática e Linguagem”.

#### **4.1.3.5. Especialistas e fluxo de trabalho da equipe**

A construção do JogoEECA é organizada em equipes de especialistas que podem ser livremente definidos como Líder de Projeto, Especialistas de Conteúdo e Especialistas de Implementação.

Esta organização é sempre aberta à livre articulação de propostas de soluções e avaliações mútuas entre si.

As ações abaixo não são necessariamente lineares e a troca entre toda a equipe é constante.

#### **4.1.3.6. Líder de Projeto**

A líder de projeto coordena as equipes, avalia o desenvolvimento e mantém a visão universal do projeto. Como dito anteriormente o JogoEECA é parte de um projeto acadêmico onde a cientista responsável é a professora Carla Veronica Machado Marques. Dessa forma, ela como líder do projeto não apenas intervém no produto JogoEECA, mas detém todo o conhecimento teórico e metodológico para guiar a construção do jogo dentro dos fundamentos científicos da neuropsicopedagogia.

#### **4.1.3.7. Especialistas de Conteúdo - Elaboração dos Crivos**

Cada especialista de conteúdo constrói uma narrativa dentro do cenário histórico da evolução humana que represente a evolução lógica de seus preceitos básicos.

Estas narrativas são elaboradas na forma de tabelas que explicitam ações e reações que sejam representações máximas da evolução dos preceitos abordados.

Estas tabelas são então interpretadas e avaliadas por um segundo grupo, os especialistas de implementação, como o game designer, programador, historiador e por fim reavaliadas pela líder de projeto.

*Exp: O especialista em matemática elabora cenários onde o homem da caverna teve seus primeiros contatos com noções de combinação, categorização e contagem de objetos. Com isso os especialistas de implementação criam uma lista de eventos e ações representativas de cada capacidade matemática descrita. (O homem da caverna organiza frutas, conta galhos, divide entre grupos de galhos e frutas).*

A líder do projeto faz uma análise geral do potencial pedagógico dos eventos apresentados nas tabelas, avaliando também as possibilidades transdisciplinares entre todas as tabelas naquele dado estágio.

#### **4.1.3.8. Especialistas de Implementação - Historiador, Game Designer, Programador**

Durante todo o processo o Historiador avalia se os cenários propostos se encaixam dentro do contexto histórico livremente simulado pelo JogoEECA em dado estágio. Também sugere novas abordagens e interpretações para os especialistas de conteúdo.

O Game Designer traduz em imagens, interfaces, gráficos e ações, as narrativas elaboradas para que funcionem dentro do mecanismo da plataforma, utilizando o máximo de oportunidades e soluções para a interdisciplinaridade que ela possibilita.

O Programador implementa com eficiência estes mecanismos dentro do software do JogoEICA, dentro de critérios que possibilitem seu funcionamento, além da captura dos dados e a geração dos relatórios finais do usuário.

#### **4.1.3.9. Jogabilidade**

Capítulo sobre o funcionamento da plataforma e de como o usuário irá interagir com o software.

##### **4.1.3.9.1. Sensação / “Feeling”**

O JogoEECA não é “jogado”, mas “manipulado”. O prazer que ele proporciona para o usuário não deve ser a busca por recompensas, mas interagir com o jogo e observá-lo. Para isso todas as ações, animações e sons devem passar a ideia, sempre que possível, de que todos os elementos do “Mundo” têm peso, forma e volume. Árvores chacoalham quando clicadas, pedras caem com um sonoro “Poff” quando inseridas no cenário, personagens têm peso e

reagem ao ambiente, etc. Eles **não** devem ser encarados como “stickers”, adesivos colados em uma folha de papel, mas sim como brinquedos. A filosofia é simular serem “táteis” e tridimensionais, mesmo com uma interface 2D. Da programação à arte, ao som e no design de interfaces, todos devem buscar serem “táteis”.

#### **4.1.3.9.2. Câmera**

Visão aérea do cenário e em ângulo levemente isométrico (3 lados dos objetos são sempre visíveis). A câmera é estática.

#### **4.1.3.9.3. Controle**

Inicialmente, uso somente de mouse, mas com planos de expandir para touch no futuro. Clicar para selecionar e, em um segundo clique, posicionar objetos.

O usuário não controla diretamente o personagem, somente clica nos objetos do cenário, em ícones da interface e arrasta e combina objetos entre si ou com outros elementos do cenário.

#### **4.1.3.9.4 Mecânica**

##### **Modos**

- JogoEECA conta com três modos distintos dentro do mesmo cenário: Mundo, Chaves Lógicas e Roda da Linguagem.
- Cada modo representa uma das ciências abordadas e conta com mecânicas próprias.
- A medida que o usuário progride, novos objetos e interações são adicionados aos modos.

##### **Modo Mundo**

No Mundo, o jogador tem à sua disposição uma grande gama de objetos em um inventário, retirado da imaginação do personagem, que pode posicionar no cenário. Posicionando e reposicionando objetos, o usuário cria uma narrativa própria, estabelecendo relações livres entre os objetos.

### **Modo Chaves Lógicas**

O modo Chaves Lógicas consiste de um “tabuleiro”. Fora do tabuleiro existe um inventário com objetos de diversas classes e estilos (modelos semióticos) que podem ser manipulados pelo usuário.

O usuário deve mover os objetos do inventário para as áreas do tabuleiro. As relações entre os objetos selecionados são analisadas dentro do crivo da neuropsicopedagogia.

Nenhuma regra é indicada para o usuário, que deve ele mesmo decidir as relações.

Existem combinações ótimas entre objetos, significando maior desenvolvimento neuropsicológico, mas nunca explicitadas para o usuário.

O crivo deste jogo é que o usuário busque posicionar objetos no tabuleiro de forma a compreender a relação entre eles, seus atributos particulares, etc.

### **Modo Roda da Linguagem**

No modo “Roda da Linguagem” o usuário cria frases utilizando imagens relacionadas aos objetos manipulados até aquele momento. Cada imagem remete a um termo da frase.

Neste modo o usuário pode construir frases para ajudar o personagem a se comunicar com outro. Para isso ele usa a “Roda da Linguagem”, que constrói frases simples usando imagens.

O usuário pode mover três rodas, representando a possibilidade de criação de frases simples com sujeito, verbo e predicado.

Novamente, o critério observado aqui é a criação de narrativas, mas agora utilizando as imagens como abstrações dos objetos e das ações.

O usuário controla cada roda clicando em setas que as fazem rodar para cima ou para baixo.

Quando o usuário estiver satisfeito com a frase criada (posição dos objetos nas rodas), ele aperta um botão para dizer a frase ao interlocutor, que registra as frases ditas em um histórico.

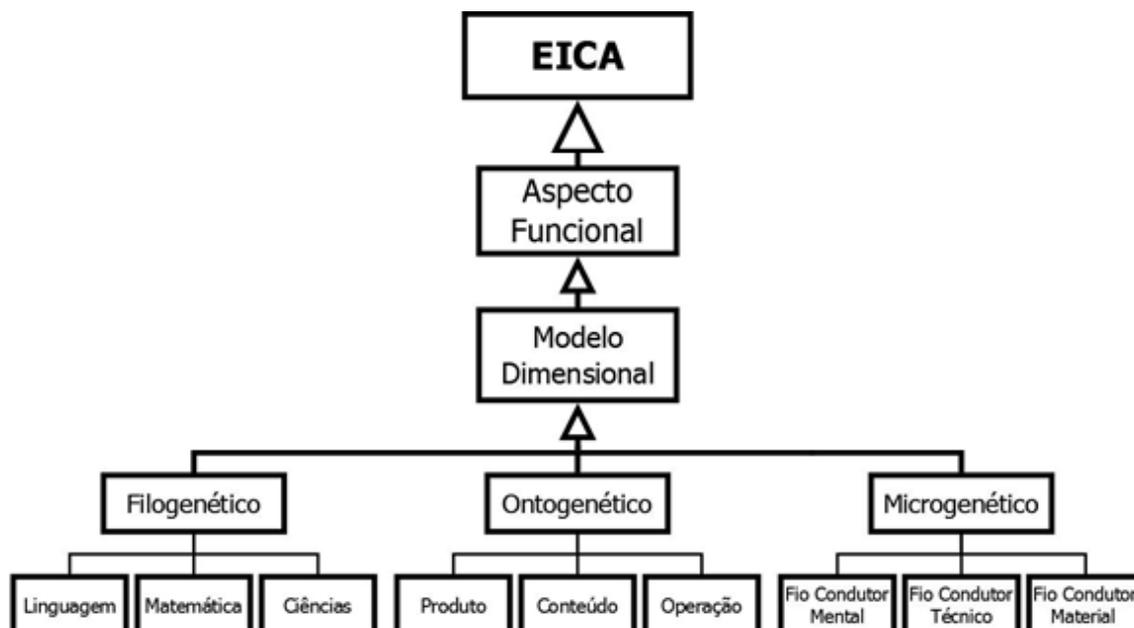
O crivo deste jogo está na criação de narrativas textuais, coesas ou não, reproduzindo o ocorrido em outros modos ou não, ou criando histórias próprias.

#### 4.1.4. O *Game* Inteligente EECA: Modelo dimensional

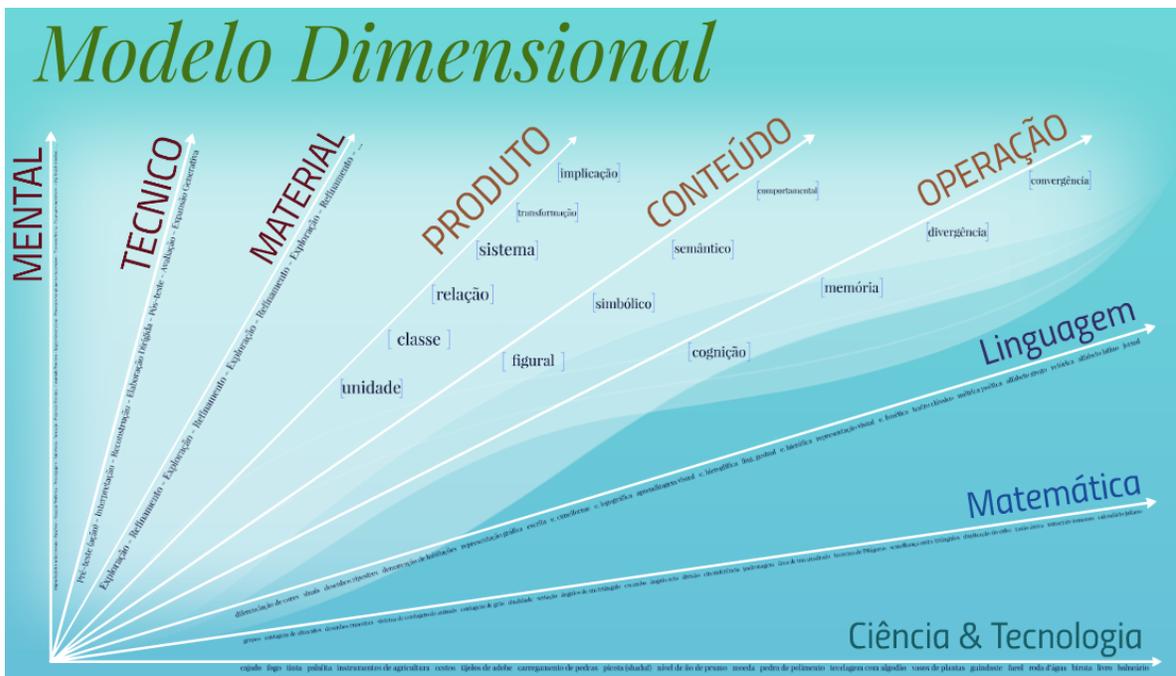
Para compreender como o *Game* Inteligente EECA se relaciona com a base teórica sobre a qual foi construído, desenvolvemos seu Modelo Dimensional, apresentando os diversos eixos abordados de forma resumida, e as etapas que os compõem.

Destes eixos, já explicamos como se estrutura a Filogênese da evolução do conhecimento científico, matemático e da linguagem humana e a Ontogênese, relacionados respectivamente à três áreas de desenvolvimento intelectual do modelo psicológico do intelecto de Guilford. A estes é acrescentado o eixo microgenético, método científico de estados sucessivos a fim de compreender pequenas mudanças em estados específicos da mente.

O eixo microgenético se divide em três fios condutores, ou seja, modelos teóricos capazes de nos fazer compreender as cadeias de procedimentos mentais. O Fio Condutor Técnico, que apresenta as etapas envolvidas no desenvolvimento de habilidades técnicas, o Fio Condutor Material, ciclo de exploração e aperfeiçoamento no uso de objetos de conhecimento, e, como objetivo específico do Jogo EECA da Máquina EICA, o Fio Condutor Mental, que é um modelo epistemológico teórico, conforme explicado no Diagrama da Máquina de Estados apresentado anteriormente.



**Figura 28.** Diagrama de classes conceitual



<b>MENTAL</b>	Objeto Real de Conhecimento - Paradoxo - Situação Problema - Prototipagem - Inferência - Inovação - Expansão Pioneira - Conteúdo Processo - Regras Generativas - Processos Simultâneos e Sucessivos - Transcendência - Patamares Superiores - Objeto Real do Conhecimento. – Paradoxo...
<b>TECNICO</b>	Pré-teste (ação) - Interpretação - Reconstrução - Elaboração Dirigida - Pós-teste (ação)- Avaliação - Expansão Generativa
<b>MATERIAL</b>	Exploração - Refinamento - Exploração - Refinamento - Exploração - Refinamento - Exploração - Refinamento...
<b>PRODUTO</b>	Unidade – Classe – Relação – Sistema – Transformação – Implicação
<b>CONTEÚDO</b>	Figural – Simbólico – Semântico – Comportamental
<b>OPERAÇÃO</b>	Cognição – Memória – Divergência – Convergência
<b>LINGUAGEM</b>	Diferenciação de Cores - Sinais - Desenhos Rupestres - Demarcação de Habitações - Representação Gráfica - Escrita - Escrita Cuneiforme - Escrita Logográfica - Aprendizagem Visual - Escrita Hieroglífica - Linguagem Gestual - Escrita Hierática - Representação Visual - Escrita Fonética - Teatro Clássico - Métrica Poética - Alfabeto Grego - Retórica - Alfabeto Latino - Jornal

<b>MATEMÁTICA</b>	Grupos - Contagem de Alimentos - Desenhos Rupestres - Sistema de Contagem de Animais - Contagem de Grão - Dualidade - Seriação - Ângulos de um Triângulo - Escambo - Ângulo Reto - Divisão - Circunferência - Padronagem - Área de um Quadrado - Teorema de Pitágoras - Semelhança entre Triângulos - Duplicação do Cubo - Razão Áurea - Numerais Romanos - Calendário Juliano
<b>CIÊNCIA &amp; TECNOLOGIA</b>	Cajado - Fogo - Tinta - Palafita - Instrumentos de Agricultura - Cestos - Tijolos de Adobe - Carregamento de Pedras - Picota (Shaduf) - Nível de Fio de Prumo - Moeda - Pedra de Polimento - Tecelagem com Algodão - Vasos de Plantas - Guindaste - Farol - Roda d'água - Biruta - Livro - Balneário

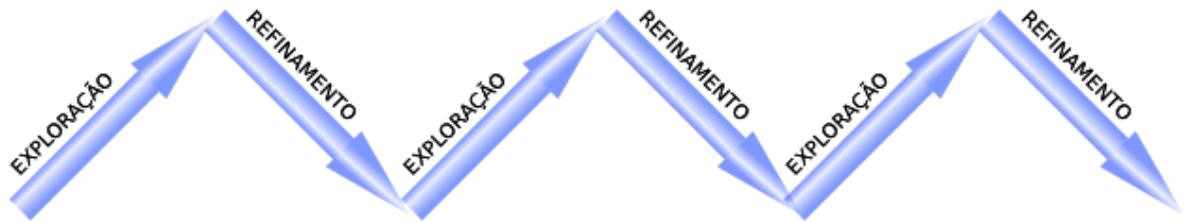
### Quadro 2. Modelo dimensional

O objetivo da pesquisa desta tese tem como propósito identificar o estado do indivíduo no Fio Condutor Mental ao longo do jogo. Porém os dois outros aspectos microgenéticos, os fios condutores técnico e material, são subliminares à elaboração do *game*. Suas etapas estão ilustradas nas figuras abaixo, onde podemos observar dois processos cíclicos.

O Fio Condutor Técnico se caracteriza de um ciclo de sete fases, onde partimos de uma avaliação inicial até a expansão generativa e elevação do nível de complexidade, iniciando um novo ciclo. Já o Fio Condutor Material se resume à exploração e refinamento do objeto de conhecimento. Uma característica comum a todos os Fios Condutores é que eles são teoricamente ilimitados, e seu término é determinado pela vontade do indivíduo.



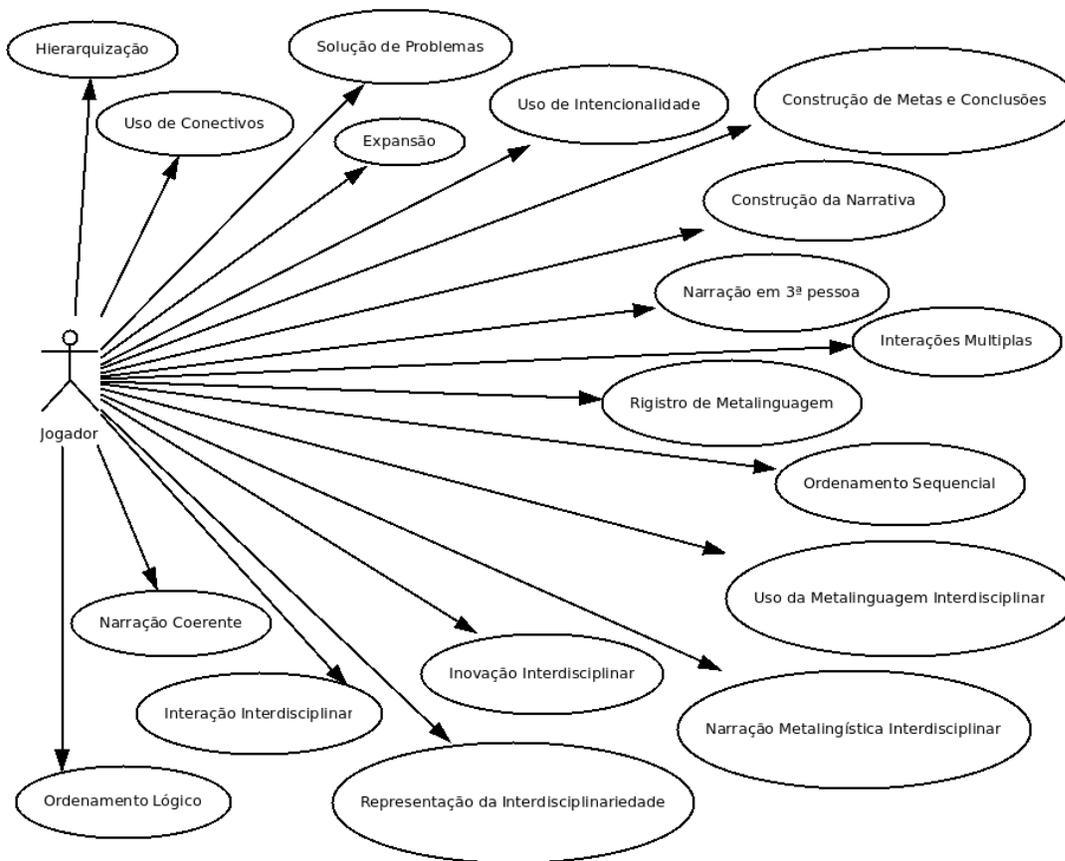
**Figura 29.** Fio Condutor Técnico



**Figura 30.** Fio Condutor Material

#### 4.1.5. Crivo Computacional: Entrelaçamento de disciplinas

O crivo computacional consiste em compreender quais as possibilidades que o jogo deve oferecer ao jogador, e o nível de complexidade exigido em cada tarefa. A figura abaixo apresenta os casos de uso, ou seja, as atividades que devem ser possibilitadas ao jogador, de forma resumida.



**Figura 31.** Casos de Uso

Para consolidar o crivo, é necessário definir claramente o que caracteriza cada caso de uso. A tabela abaixo descreve quais são as ações que caracterizam cada caso de uso específico, para que seja possível pensar a elaboração do *software* de modo a contemplar tais possibilidades.

NÍVEL	CRIVO COMPUTACIONAL: Entrelaçamento de disciplinas			
	Ciência/Tecnologia	Linguagem	Matemática	Peso
1	Uso de Intencionalidade			11.1
	Pré-condição: a criança clica aleatoriamente em figuras icônicas distratoras sem intenção de representação. Procedimento: Clica exploratoriamente em figuras diferentes, buscando efeitos esperados e padrões de respostas. Pós-condição: Repete e reinventa intencionalmente ações para provocar e ampliar efeitos em busca de novas	Pré-condição: a criança clica aleatoriamente em figuras icônicas distratoras sem intenção de representação. Procedimento: Usa elaboradamente e intencionalmente na combinação de marcas, sinais, pictogramas e ideogramas em construções sintáticas ou gramaticais, sem vínculo com os acontecimentos.	Pré-condição: a criança clica aleatoriamente em figuras icônicas distratoras sem intenção de representação. Procedimento: Usa elaboradamente e intencionalmente na combinação de marcas, sinais, pictogramas e ideogramas para contar e medir. Pós-condição: Usa marcas, sinais, pictogramas e	

	ações investigativas, a partir do conhecimento prévio.	Pós-condição: Clica intencionalmente em marcas, sinais, pictogramas ou ideogramas para representar o pensamento acerca dos acontecimentos.	ideogramas para registrar os acontecimentos matemáticos.	
	<b>Solução de Problemas</b>			11.2
	Pré-condição: dispensa a possibilidade de interagir com um narrador (NPC). Procedimento: Busca no engenho algo que o ajude a formular hipóteses (NPC). Pós-condição: Uso do NPC para conseguir uma parmediação durante o processo de solução de problemas.	Pré-condição: dispensa a possibilidade de interagir com um narrador (NPC). Procedimento: Busca no engenho de algo que o ajude a formular hipóteses (NPC). Pós-condição: Uso do NPC para conseguir uma parmediação durante o processo de solução de problemas.	Pré-condição: dispensa a possibilidade de interagir com um narrador (NPC). Procedimento: Busca no engenho de algo que o ajude a formular hipóteses (NPC). Pós-condição: Uso do NPC para conseguir uma parmediação durante o processo de solução de problemas	
	<b>Hierarquização</b>			11.3
	Pré-condição: criança ávida a produzir uma história que explique o que não é canônico. Procedimento: dominar as formas de colocar na sequência, a canonicidade e o ponto de vista hierárquico a partir do impulso para narrar a experiência. Pós-condição: encadeamento narrativo de conhecimentos da Ciência e Tecnologia entrelaçados com as disciplinas de matemática e linguagem.	Pré-condição: criança ávida a produzir uma história que explique o que não é canônico. Procedimento: dominar as formas de colocar na sequência, a canonicidade e o ponto de vista hierárquico a partir do impulso para narrar a experiência. Pós-condição: encadeamento narrativo de conhecimentos da Linguagem entrelaçados as disciplinas de Matemática, Ciência e Tecnologia.	Pré-condição: criança ávida a produzir uma história que explique o que não é canônico. Procedimento: dominar as formas de colocar na sequência, a canonicidade e o ponto de vista hierárquico a partir do impulso para narrar a experiência. Pós-condição: encadeamento narrativo de conhecimentos de Matemática entrelaçados com as disciplinas de Ciência, Tecnologia e linguagem.	
<b>2</b>	<b>Uso de conectivos</b>			22.1
	Pré-condição: A narrativa pura para representar eventos, sem conectivos. Procedimento: uso de temporais (por exemplo: depois). Pós-condição: Coordenação de marcadores temporais entre si.	Pré-condição: A narrativa pura para representar eventos, sem conectivos. Procedimento: uso de temporais (por exemplo: depois). Pós-condição: Coordenação de marcadores temporais entre si.	Pré-condição: A narrativa pura para representar eventos, sem conectivos. Procedimento: uso de temporais (por exemplo: depois). Pós-condição: Coordenação de marcadores temporais entre si.	
	<b>Interação Interdisciplinar</b>			22.2
	Pré-condição: Deter-se na excepcionalidade que viola a canonicidade da interação humana. Procedimento: complexidade de que requerer sensibilidade ao que é canônico na interação	Pré-condição: Deter-se na excepcionalidade que viola a canonicidade da interação humana. Procedimento: complexidade de que requerer sensibilidade ao que é canônico na	Pré-condição: Deter-se na excepcionalidade que viola a canonicidade da interação humana. Procedimento: complexidade de que requerer sensibilidade ao	

entre os agentes da Ciência e Tecnologia. Pós-condição: Entrelaçamento do que é canônico nas interações dos agentes da Ciência, Tecnologia.	interação entre os agentes da Linguagem. Pós-condição: Entrelaçamento do que é canônico nas interações dos agentes da Linguagem.	que é canônico na interação entre os agentes da Matemática. Pós-condição: Entrelaçamento do que é canônico nas interações dos agentes da Matemática.	
<b>Inovação Interdisciplinar</b>			22.3
Pré-condição: Experiência de habituar-se ao <i>game</i> . Procedimento: intencionalidade cativada pelo incomum. Pós-condição: inovação e descobertas com entrelaçamento com Linguagem e Matemática.	Pré-condição: Experiência de habituar-se ao <i>game</i> . Procedimento: intencionalidade cativada pelo incomum. Pós-condição: inovação e descobertas com entrelaçamento com Ciência, Tecnologia e Matemática.	Pré-condição: Experiência de habituar-se ao <i>game</i> . Procedimento: intencionalidade cativada pelo incomum. Pós-condição: inovação e descobertas com entrelaçamento com Ciência, Tecnologia e Linguagem.	
<b>Narração Coerente</b>			22.4
Pré-condição A falta de coesão e coerência textual. Procedimento: atenção e processamento de informação concentrado, criativo e inédito. Pós-condição: presença de coesão e coerência textual.	Pré-condição: A falta de coesão e coerência textual. Procedimento: atenção e processamento de informação concentrado, criativo e inédito. Pós-condição: presença de coesão e coerência textual.	Pré-condição: A falta de coesão e coerência textual. Procedimento: atenção e processamento de informação concentrado, criativo e inédito. Pós-condição: presença de coesão e coerência textual.	
<b>Ordenamento Sequencial</b>			22.5
Pré-condição: Colocar em primeiro plano o que é usual é menos complexo que a aptidão para destacar aquilo que é incomum. Procedimento: destacar o que é inovador. Pós-condição: coesão e coerência entre o usual e o inovador.	Pré-condição: Colocar em primeiro plano o que é usual é menos complexo que a aptidão para destacar aquilo que é incomum. Procedimento: destacar o que é inovador. Pós-condição: coesão e coerência entre o usual e o inovador.	Pré-condição: Colocar em primeiro plano o que é usual é menos complexo que a aptidão para destacar aquilo que é incomum. Procedimento: destacar o que é inovador. Pós-condição: coesão e coerência entre o usual e o inovador.	
<b>Ordenamento lógico</b>			22.6

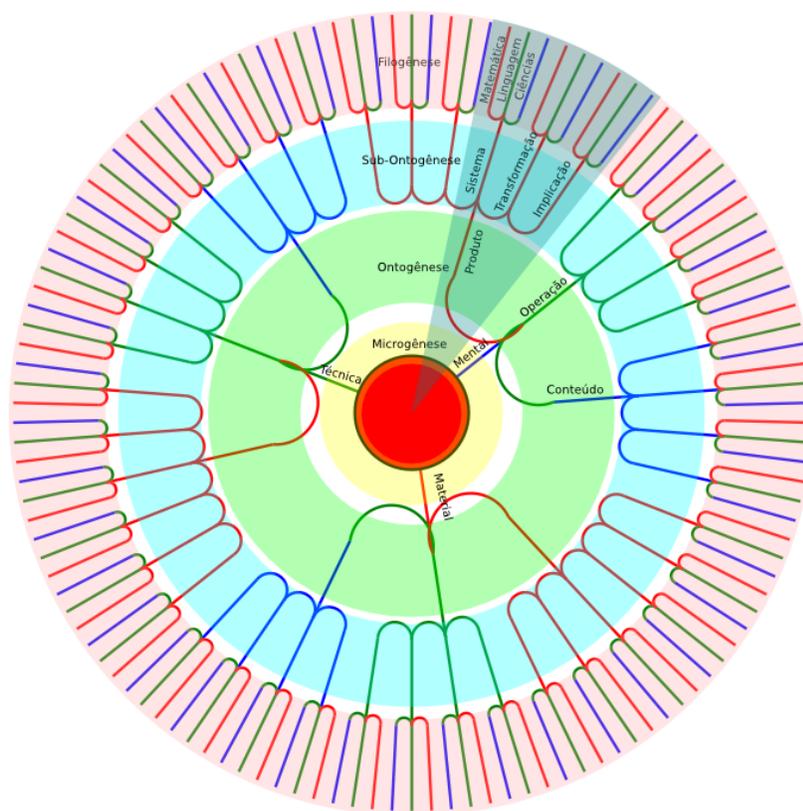
	<p>Pré-condição: Saltar de ações representativas aleatórias sem ordenamento lógico.  Procedimento: requerer uma ordem sequencial que seja estabelecida e mantida, e que estejam “linearizados” de forma padronizada.  Pós-condição: ordem sequencial com entrelaçamento entre as disciplinas.</p>	<p>Pré-condição: Saltar de ações representativas aleatórias sem ordenamento lógico.  Procedimento: requerer uma ordem sequencial que seja estabelecida e mantida, e que estejam “linearizados” de forma padronizada.  Pós-condição: ordem sequencial com entrelaçamento entre as disciplinas.</p>	<p>Pré-condição: Saltar de ações representativas aleatórias sem ordenamento lógico.  Procedimento: requerer uma ordem sequencial que seja estabelecida e mantida, e que estejam “linearizados” de forma padronizada.  Pós-condição: ordem sequencial com entrelaçamento entre as disciplinas.</p>	
	<b>Narração em 3ª pessoa</b>			22.7
	<p>Pré-condição: A necessidade desconexa de expressar a estrutura narrativa.  Procedimento: entendimento social que começa na “práxis”, na qual o usuário é um agente (avatar).  Pós-condição: Domínio de um avatar para entrelaçar conhecimentos de Ciência e tecnologia com Linguagem e Matemática.</p>	<p>Pré-condição: A necessidade desconexa de expressar a estrutura narrativa.  Procedimento: entendimento social que começa na “práxis”, na qual o usuário é um agente (avatar).  Pós-condição: Domínio de um avatar para entrelaçar conhecimentos de Linguagem com Ciência, Tecnologia e Matemática.</p>	<p>Pré-condição: A necessidade desconexa de expressar a estrutura narrativa.  Procedimento: entendimento social que começa na “práxis”, na qual o usuário é um agente (avatar).  Pós-condição: Domínio de um avatar para entrelaçar conhecimentos de Matemática com Ciência, Tecnologia e Linguagem.</p>	
<b>3</b>	<b>Expansão</b>			33.1
	<p>Pré-condição: o agente sozinho é menos complexo do que interagir com outros agentes e suas ações.  Procedimentos: agentes diversos interagindo em interações múltiplas.  Pós-condição: agentes diversos interagindo em interações múltiplas disciplinares, em ordem sequencial.</p>	<p>Pré-condição: o agente sozinho é menos complexo do que interagir com outros agentes e suas ações.  Procedimentos: agentes diversos interagindo em interações múltiplas.  Pós-condição: agentes diversos interagindo em interações múltiplas disciplinares, em ordem sequencial.</p>	<p>Pré-condição: o agente sozinho é menos complexo do que interagir com outros agentes e suas ações.  Procedimentos: agentes diversos interagindo em interações múltiplas.  Pós-condição: agentes diversos interagindo em interações múltiplas disciplinares, em ordem sequencial.</p>	
	<b>Construção de Metas e Conclusões</b>			33.2
	<p>Pré-condição: interagir com agentes diversos.  Procedimento: dominar o interesse por ações e outros agentes.  Pós-condição: dominar o interesse por ações e outros agentes desconhecidos.</p>	<p>Pré-condição: interagir com agentes diversos.  Procedimento: dominar o interesse por ações e outros agentes.  Pós-condição: dominar o interesse por ações e outros agentes desconhecidos.</p>	<p>Pré-condição: interagir com agentes diversos.  Procedimento: dominar o interesse por ações e outros agentes.  Pós-condição: dominar o interesse por ações e outros agentes desconhecidos.</p>	

	Registro de Metalinguagem			33.3
	<p>Pré-condição: Interagir dominando o interesse por ações e agentes. Procedimento: ter sensibilidade a metas e sua aquisição em entrelaçamentos de conhecimentos das diferentes disciplinas. Pós-condição: uso de variantes de expressões de conclusão e inconclusão (por exemplo: foi embora/conclusão, e “ih, oh”/ inconclusão).</p>	<p>Pré-condição: Interagir dominando o interesse por ações e agentes. Procedimento: ter sensibilidade a metas e sua aquisição em entrelaçamentos de conhecimentos das diferentes disciplinas. Pós-condição: uso de variantes de expressões de conclusão e inconclusão (por exemplo: foi embora/conclusão, e “ih, oh”/ inconclusão).</p>	<p>Pré-condição: Interagir dominando o interesse por ações e agentes. Procedimento: ter sensibilidade a metas e sua aquisição em entrelaçamentos de conhecimentos das diferentes disciplinas. Pós-condição: uso de variantes de expressões de conclusão e inconclusão (por exemplo: foi embora/conclusão, e “ih, oh”/ inconclusão).</p>	
	Uso da Metalinguagem Interdisciplinar			33.4
	<p>Pré-condição: Ações isoladas de metalinguagem. Agente e ação; ação e objeto; agente e objeto; ação e localização; que compõe a maior parte das relações semânticas. Procedimento: expressões de metalinguagem. Pós-condição: registro intencional de metalinguagem entrelaçando diferentes conhecimentos.</p>	<p>Pré-condição: Ações isoladas de metalinguagem. Agente e ação; ação e objeto; agente e objeto; ação e localização; que compõe a maior parte das relações semânticas. Procedimento: expressões de metalinguagem. Pós-condição: registro intencional de metalinguagem entrelaçando diferentes conhecimentos.</p>	<p>Pré-condição: Ações isoladas de metalinguagem. Agente e ação; ação e objeto; agente e objeto; ação e localização; que compõe a maior parte das relações semânticas. Procedimento: expressões de metalinguagem. Pós-condição: registro intencional de metalinguagem entrelaçando diferentes conhecimentos.</p>	
4	Representação da Interdisciplinaridade			44.1
	<p>Pré-condição: o usuário capturara unidades de ações de metalinguagem. Procedimento: a ideia básica da referência necessária para qualquer uso da linguagem se manifesta nos registros. Pós-condição: uso da metalinguagem para relacionar conhecimentos de diferentes áreas.</p>	<p>Pré-condição: o usuário capturara unidades de ações de metalinguagem. Procedimento: a ideia básica da referência necessária para qualquer uso da linguagem se manifesta nos registros. Pós-condição: uso da metalinguagem para relacionar conhecimentos de diferentes áreas.</p>	<p>Pré-condição: o usuário capturara unidades de ações de metalinguagem. Procedimento: a ideia básica da referência necessária para qualquer uso da linguagem se manifesta nos registros. Pós-condição: uso da metalinguagem para relacionar conhecimentos de diferentes áreas.</p>	
	Narração Metalinguística Interdisciplinar			44.2
	<p>Pré-condição: a experimentação da metalinguagem. Procedimento: requerer um meio para enfatizar a ação humana, ou uma capacidade de agenciamento à ação direcionada a metas controladas por agentes, com</p>	<p>Pré-condição: a experimentação da metalinguagem. Procedimento: requerer um meio para enfatizar a ação humana, ou uma capacidade de agenciamento à ação direcionada a metas controladas por agentes, com</p>	<p>Pré-condição: a experimentação da metalinguagem. Procedimento: requerer um meio para enfatizar a ação humana, ou uma capacidade de agenciamento à ação direcionada a metas controladas por agentes,</p>	

expressões em metalinguagem. Pós-condição: entrelaçamento entre os conhecimentos representados pelas ações humanas com registros em metalinguagem.	expressões em metalinguagem. Pós-condição: entrelaçamento entre os conhecimentos representados pelas ações humanas com registros em metalinguagem.	com expressões em metalinguagem. Pós-condição: entrelaçamento entre os conhecimentos representados pelas ações humanas com registros em metalinguagem.	
Interações Múltiplas			44.3
Pré-condição: a busca de sequências simples de registro de metalinguagem. Procedimento: o interesse linguístico passa a centrar-se na ação humana e seus resultados, particularmente na interação humana, com a necessidade expressa de enfatizar a estrutura narrativa e metalinguística. Pós-condição: Entrelaçamento narrativo e metalinguístico entre os registros de diversos conhecimentos para a elaboração de eventos.	Pré-condição: a busca de sequências simples de registro de metalinguagem. Procedimento: o interesse linguístico passa a centrar-se na ação humana e seus resultados, particularmente na interação humana, com a necessidade expressa de enfatizar a estrutura narrativa e metalinguística. Pós-condição: Entrelaçamento narrativo e metalinguístico entre os registros de diversos conhecimentos para a elaboração de eventos	Pré-condição: a busca de sequências simples de registro de metalinguagem. Procedimento: o interesse linguístico passa a centrar-se na ação humana e seus resultados, particularmente na interação humana, com a necessidade expressa de enfatizar a estrutura narrativa e metalinguística. Pós-condição: Entrelaçamento narrativo e metalinguístico entre os registros de diversos conhecimentos para a elaboração de eventos	
Construção da narrativa			44.4
Pré-condição: a busca de sequências simples de registro de metalinguagem. Procedimento: o interesse linguístico passa a centrar-se na ação humana e seus resultados, particularmente na interação humana, com a necessidade expressa de enfatizar a estrutura narrativa e metalinguística. Pós-condição: Entrelaçamento narrativo e metalinguístico entre os registros de diversos conhecimentos para a elaboração de eventos.	Pré-condição: a busca de sequências simples de registro de metalinguagem. Procedimento: o interesse linguístico passa a centrar-se na ação humana e seus resultados, particularmente na interação humana, com a necessidade expressa de enfatizar a estrutura narrativa e metalinguística. Pós-condição: Entrelaçamento narrativo e metalinguístico entre os registros de diversos conhecimentos para a elaboração de eventos	Pré-condição: a busca de sequências simples de registro de metalinguagem. Procedimento: o interesse linguístico passa a centrar-se na ação humana e seus resultados, particularmente na interação humana, com a necessidade expressa de enfatizar a estrutura narrativa e metalinguística. Pós-condição: Entrelaçamento narrativo e metalinguístico entre os registros de diversos conhecimentos para a elaboração de eventos	

Tabela 4. Casos de uso

#### 4.1.6. Modelo dimensional em árvore



**Figura 32.** Modelo dimensional: tipo árvore.

Esta figura apresenta o recorte dimensional utilizado neste trabalho. Na dimensão microgenética contempla-se o fio condutor mental; na dimensão ontogenética contempla-se o produto (sistemas, transformações e implicações); e na dimensão filogenética contempla-se a história do conhecimento em linguagem, matemática, e ciência e tecnologia.

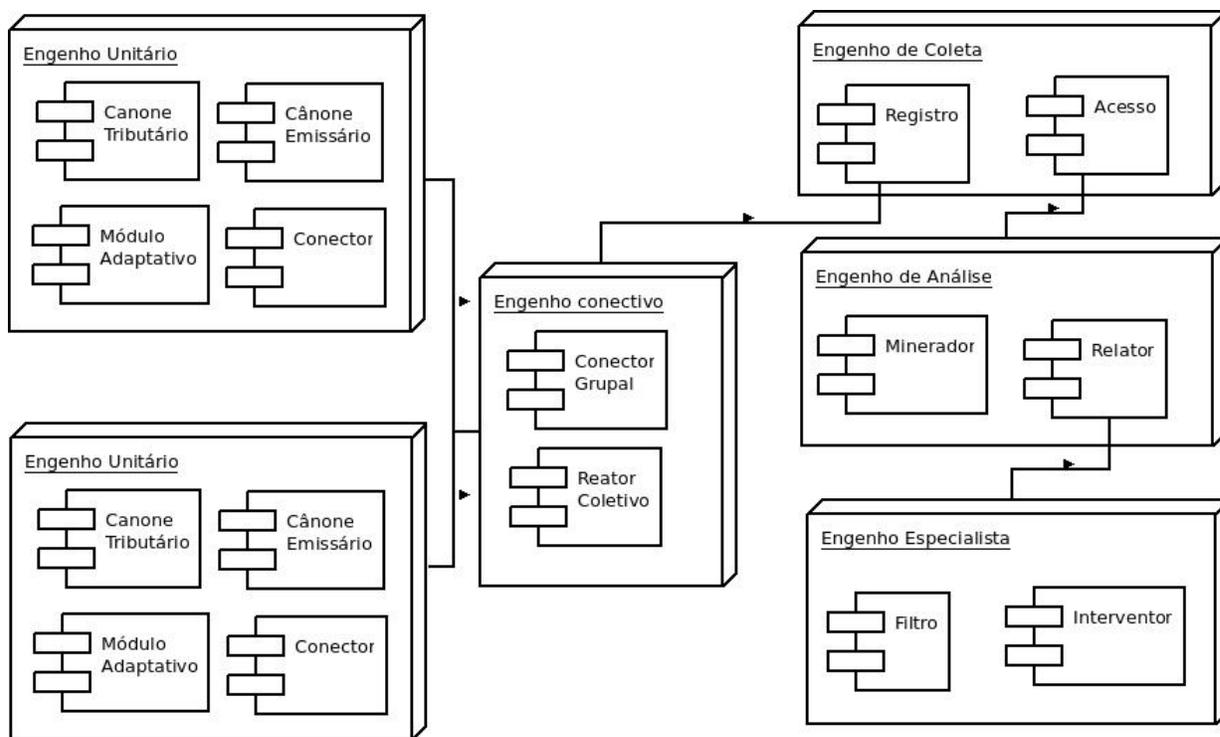
#### 4.1.6. Engenho Computacional

O engenho computacional tem o propósito de implementar no *game* o modelo matemático e vários outros aspectos definidos pelos documentos neuropsicopedagógicos. O engenho computacional tem a sua origem no modelo matemático e incorpora outros requisitos refinados advindos de documentos neuropsicopedagógicos mais detalhados. O engenho é um sistema que envolve diversas partes que refletem a complexidade do *game*

implementado. Cada parte do *game* recebe um engenho cliente unitário que implementa os cânones de regras definidas na especificação do *game*.

O cânone tributário controla as respostas que o *game* dá quando os limiares prescritos pelo crivo computacional são ativados. O cânone emissário avalia as interações do usuário definidas pelos eventos canônicos e envia para o engenho de coleta através do engenho conectivo. O engenho conectivo gerencia *games* coletivos e gerencia o crivo computacional coletivo através de um módulo reator. O engenho e coleta registra um documento para cada jogador contendo todos os dados coletados em todos os jogos que ele jogou. O módulo de acesso calcula as assinaturas cognitivas dos jogadores definidas no modelo matemático e provê acesso aos prognósticos neuropsicopedagógicos para o engenho de análise e unitário.

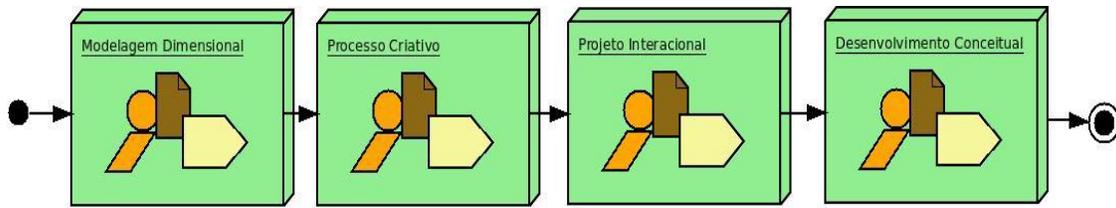
O engenho de análise executa a parte avançada do modelo matemático que incorpora inteligência computacional e outras análises que envolvem big data e não são feitas em tempo real. O engenho especialista é acoplado a um aplicativo que profissionais usam para interagir com os dados processados pelo sistema. Ele contém um filtro que determina as visões que o profissional deseja observar de cada jogador tanto em tempo real como nas assinaturas temporais. O módulo interventor tem uma versão especial do modelo matematizado que permite decisões do profissional para cada jogador ou para um grupo de assinaturas cognitivas. Essas intervenções futuramente serão roteadas para o módulo adaptativo do Engenho unitário, afetando os *games* determinados.



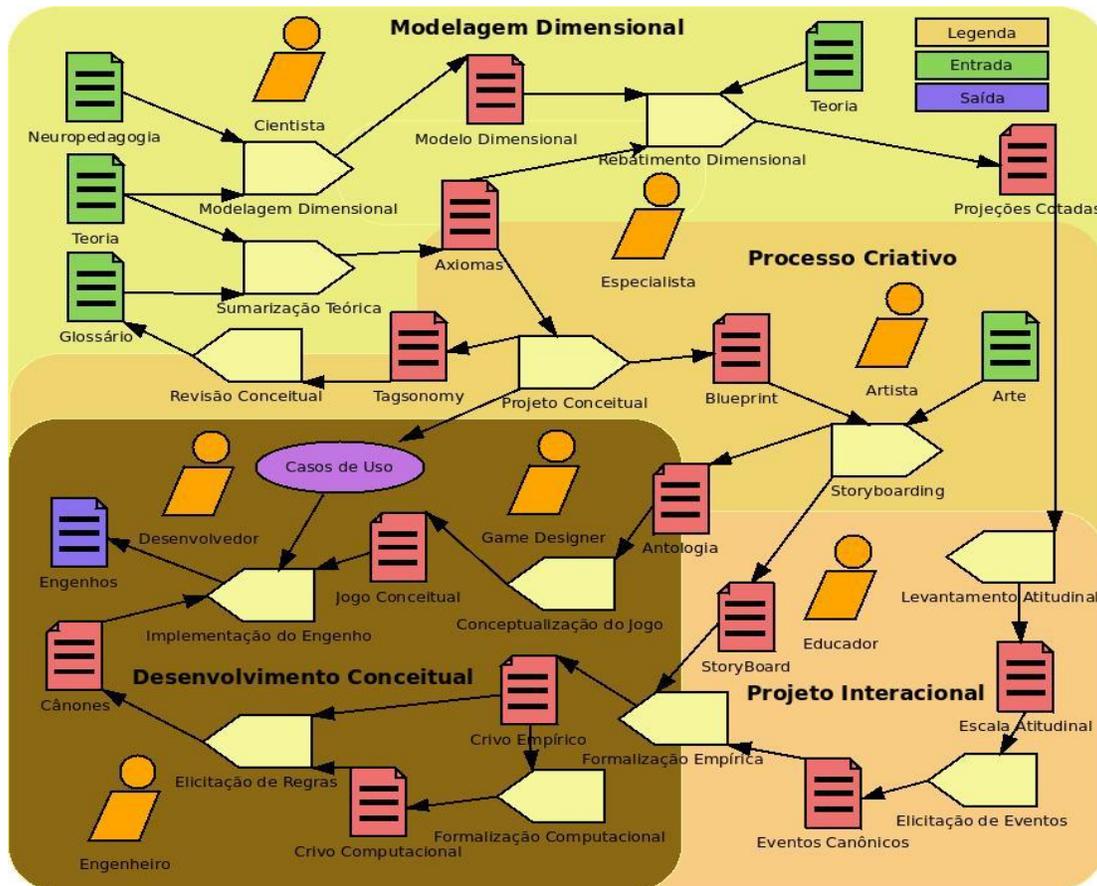
**Figura 33.** Diagrama físico

#### 4.1.7. RUP: o modelo dos processos

A construção de *games* inteligentes requer uma engenharia de desenvolvimento baseada em um modelo de pesquisa científica. O processo começa no levantamento da teoria envolvida tanto no modelo neuropsicopedagógico do *game* quanto da área de competência que o *game* irá abordar. Com esse referencial teórico, se inicia a modelagem dimensional. As dimensões do conhecimento e da cognição são determinadas, assim como os intervalos significativos onde estas dimensões são relevantes para o escopo do *game*. Com o espaço dimensional definido, o *game* pode ser inventado, levando em conta os preceitos determinados pelo estudo das bases científicas. Neste processo criativo, a arte inicial do *game* é pareada com os requisitos específicos, definindo os episódios jogáveis. A jogabilidade fica a cargo de um estudo das possíveis interações do jogador e o significado dentro das teorias científicas. Todas estas informações são reunidas para dar corpo final ao *game*, agregando as regras que serão estabelecidas para o jogador e para o engenho que representa o modelo matemático da teoria.



**Figura 34.** Desenvolvimento dos processos.



**Figura 35.** RUP: o modelo dos processos de produção do instrumento.

Os documentos são gerados em diversas atividades envolvendo uma equipe multidisciplinar. As atividades iniciais são formalizações das teorias criadas por cientistas das neurociências, psicologia cognitiva e educação por especialistas do tema abordado pelo jogo. O especialista do tema leva os conceitos modelados para artistas traduzirem estes conceitos em linguagem, música e imagem. Profissionais de ensino estudam as potenciais respostas que se esperam dos educandos e ponderam a relevância destas respostas no escopo do conhecimento que está sendo estudado. O *game* foi finalizado por uma equipe de *game*

designers, engenheiros e desenvolvedores. A lista completa das pessoas envolvidas neste RUP está disponível em documento anexo à tese.

## **4.2. Participantes**

Selecionamos para a aplicação do *game* EICA, crianças e adolescentes de 5 a 17 anos, estudantes de ensino público e particular em uma população total de 28 meninas e 31 meninos.

## **4.3. Procedimentos gerais**

Para uma melhor compreensão, dividimos os procedimentos em quatro fases fundamentais: 1) Construção dos requisitos para o *Extreme Programming* (XP); 2) Treinamento dos examinadores; 3) Aplicação e adaptação e 4) Adaptação/Aplicação Computadorizada Incremental.

### *Fase 1: Construção dos requisitos para o Extreme Programming (XP)*

Todo desenvolvimento de software deve ser feito utilizando-se alguma técnica de engenharia de software para que tenha uma melhor qualidade no produto final. Visando um melhor aproveitamento e rapidez desse presente projeto, faremos uso da metodologia *Extreme Programming* – XP, idealizada por Kent Beck no final dos anos 90.

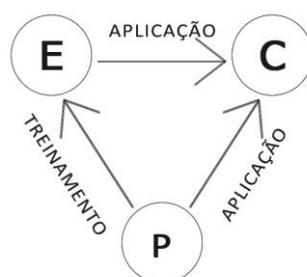
Segundo Beck (2000), a XP é uma maneira leve, eficiente, de baixo risco, flexível, previsível, científica e divertida de desenvolver *software*. Este estilo de programação é indicado principalmente para equipes que precisam lidar com requisitos vagos ou em mudança constante.

Inicialmente, neste projeto, fizemos o levantamento de requisitos, isto é, escrever a descrição do que se quer fazer para que um programador entenda. No XP isto é feito através de histórias do usuário (*User Stories*), que consiste em requisitos mínimos, apresentados de forma resumida, para o desenvolvimento do software. Estes requisitos são entregues aos programadores para que eles desenvolvam o software. Para este projeto, contamos com a colaboração dos programadores do LABASE, do NCE-Núcleo de Computação Eletrônica da UFRJ, coordenados pelo Prof. Carlo Emmanoel Tolla de Oliveira.

### *Fase 2: Treinamento dos examinadores*

Paralelamente ao desenvolvimento dos XPs, adaptamos os testes junto aos examinadores, com intuito de elaborar uma melhor compreensão das instruções nesta população.

Todas as sessões com a criança foram aplicadas pela equipe de examinadores treinados da UFRJ. Tal adaptação segue um modelo (vide figura abaixo) do qual fizeram parte pesquisador (P), examinador (E) e criança (C). O primeiro passo dessa adaptação foi uma reunião prévia entre Pesquisador e Examinador a fim de que seja combinada a função de cada um e retiradas todas as possíveis dúvidas a respeito da aplicação dos instrumentos.



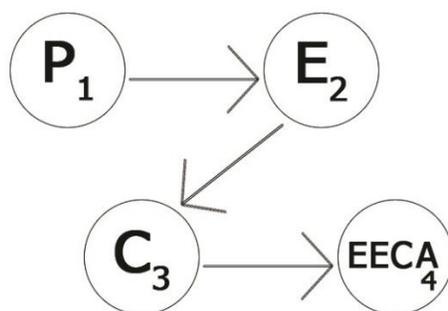
**Figura 36.** Modelo Inicial de Adaptação

Faz-se extremamente necessária essa reunião prévia para que os examinadores entendam completamente as instruções que terão que dirigir às crianças e, assim, não haja erros na comunicação e na realização das tarefas.

#### Fase 3: Aplicação e adaptação

As instruções para a realização das tarefas são, primeiramente, dirigidas pelo pesquisador (P1) aos examinadores (E2). Esse, por sua vez, as encaminha para a criança (C3). O objetivo disso é minimizar possíveis falhas de comunicação com a criança.

O registro das respostas da criança segue o caminho inverso. Ela se dirige diretamente ao *game* inteligente EECA (4) para que ele possa coletar as respostas em tempo real.



**Figura 37.** Modelo de administração dos testes

Fase 4: Adaptação/Aplicação Computadorizada Incremental

Concomitante, foi realizado o desenvolvimento das ferramentas de análise dos dados coletados pelo *game* inteligente, possibilitando assim a construção de gráficos para a análise de resultados co-variados com a inteligência não-verbal e com índices de avaliação pedagógica da criança na escola.

**4.4. Procedimentos de análise**

A principal meta da análise dos dados é dar subsídios às formulações teóricas e hipotéticas do trabalho, mas também em segunda instância, investigar todo fato novo que emergir do tratamento dos dados. O jogo das EECA transfere diversos dados auferidos dos jogadores através de uma API de coleta para um banco de dados instalado em uma nuvem pública gratuita. Foram usados diversos instrumentos, bibliotecas e algoritmos escritos na linguagem de programação Python para limpar, ordenar, processar e visualizar estes dados.

**4.4.1. A API de coleta geral**

Dentro do conceito de games inteligentes existe a especificação de uma *api* de coleta de dados que deve ser usada para que o jogo envie os resultados obtidos para o banco de dados. O formato para a interface padronizada para coleta de dados em sistemas inteligentes (Salgado 2015) é descrita na tabela 5.

Coluna/Quesito	Descrição	Relevância
Marcador	Objeto referenciado na interação	Seleção de um ou mais interadores

<b>Posição</b>	Localização terminal do objeto	Decisão do objetivo a ser alcançado
<b>Ação</b>	Modelo de interação usado	Regra generativa aplicada
<b>Pontuação</b>	Índice de sucesso calculado pelo crivo	Correlação da regra usada com a teórica
<b>Tempo</b>	Tempo usado para fazer a interação	Assinatura temporal do processo mental
<b>Resultado</b>	Estado cognitivo registrado pelo crivo	Assinatura espacial do processo mental

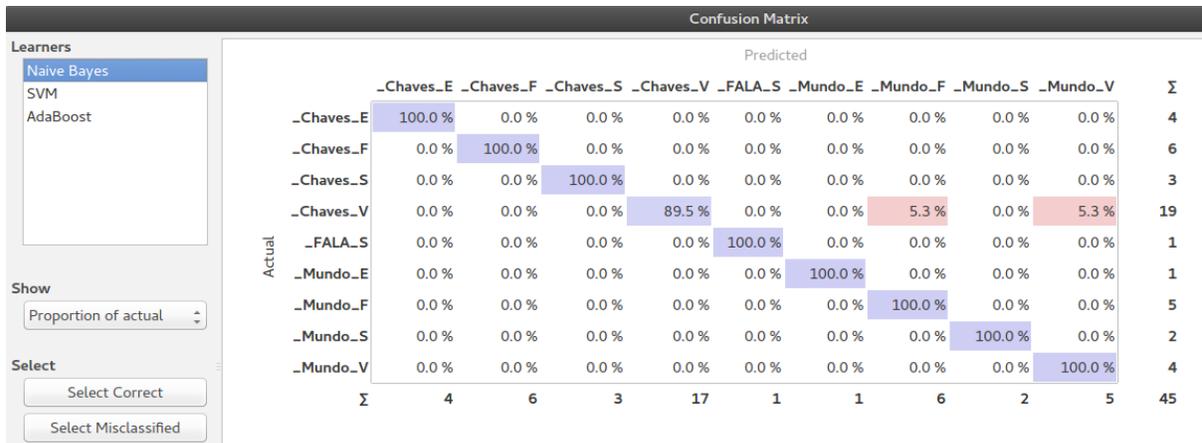
Tabela 5. Interface Padronizada de Coleta

No caso específico do jogo EECA o marcador é um índice numérico do objeto posicionado pelo jogador e a posição, as coordenadas x, y onde o objeto foi colocado. A ação representa qual dos três jogos está sendo jogado e a pontuação indica se a ação é pontuada (teleonômica) ou é uma ação intermediária. O tempo registra uma estampa de tempo onde a ação foi realizada. O campo resultado não foi usado nesta versão do jogo.

#### 4.4.2. Instrumentos usados para análise dos dados

A principal ferramenta de análise usada foi a linguagem Python. Diversos algoritmos foram desenvolvidos especificamente ou adaptados para minerar os dados do EICA. Um conjunto de bibliotecas de uso científico foram usadas para agilizar a computação de operações complexas.

A ferramenta Orange (Demšar 2004) foi o principal laboratório de experimentação em aprendizado de máquinas. Os diversos algoritmos disponíveis foram usados para avaliar os prognósticos através de uma matriz de confusão com os pontos de acerto e erro de cada algoritmo, como se pode ver na figura abaixo.



**Figura 38.** Matriz de confusão no *Orange*

As bibliotecas *scipy*, *numpy* e *matplotlib* (Varoquaux 2015) foram usadas para interpolações, processamento matricial e visualização de dados. Estas bibliotecas são referência no ambiente Python de processamento científico de dados.

A biblioteca *pywavelet* foi usada para detecção de minúcias harmônicas nas séries temporais coletadas. Esta biblioteca suporta a aplicação de diversas funções de transformada *wavelet*, que facilitou a interpretação do sinal cognitivo registrado pela API de coleta.

#### 4.4.3. Instrumento desenvolvido

O processo completo de um sistema educacional inteligente, ou mais especificamente de um game inteligente, requer uma avaliação dos dados coletados do game para entendimento dos processos cerebrais que forneçam subsídios para tomada de decisão nas oportunidades de intervenção. O pacote *eica/analysys* é um conjunto de módulos algoritmos escritos em Python para executar cada etapa do processo de mineração dos dados obtidos pela API de coleta.

O módulo *clean* realiza uma limpeza no banco de dados aglutinando usuários repetidos e remendando dados truncados devidos a falhas de conexão. Este módulo também transforma o formato do banco para facilitar a geração de séries temporais e de formato de dados para o laboratório *Orange*.

O módulo *stats* calcula algumas estatísticas básicas como número de jogadas, uso dos três jogos e dos objetos. Ele também calcula o dado de aceleração que é a variação do tempo

gasto para colocar um objeto em jogo. Este módulo gera os gráficos de aceleração, uso absoluto de objetos e de transitividade absoluta entre jogos.

O módulo *learn* incorpora dados obtidos manualmente como o rendimento escolar e prognóstico cognitivo para treinamento das máquinas aprendentes. Este módulo formata os dados de entrada para o laboratório Orange e também para o módulo *enplicaw*, que é uma rede neural sem peso. Este módulo trabalha o reconhecimento do estados EICA usando um discriminador baseado em *wavelets*. Ele gera um grafo de interconexão de estados em forma de ideograma e produz a tabela de predições feitas pela rede neural sem peso.

O módulo *ideogram* produz um grafo com arestas ponderadas. Os nós são representados como segmentos de um círculo que circunscreve o grafo. As arestas são arcos de círculos cuja largura é proporcional ao número de conexões. As arestas não são direcionadas, mas o arco é pintado com a cor do nó de onde parte a maior contagem de conexões direcionadas.

O módulo *enplicaw* implementa uma rede neural sem peso com alveijamento como descrito em (Danilo, 2013). Esta versão usa um parâmetro de alveijamento independente por classe e também acrescenta uma técnica de pré-lavagem. Esta técnica subtrai uma constante dos discriminadores ativados nas classes às quais a amostra não pertence.

O módulo *minutia* faz o tratamento das minúcias da curva de aceleração de jogadas. Estas curvas são representadas em um gráfico colorido com cada trecho pintado com a cor correspondente a um estado. Este módulo também elabora uma estatística acerca do uso dos estados gerando um conjunto de gráficos de violino com informação acerca da contagem, latência, intervalo e permanência de cada estado.

O módulo *language* investiga o autômato EICA como a sede de uma linguagem intrínseca aos processos mentais. Este módulo define quatro classes que modelam os sistemas de linguagem código morfogenética proposta por Seminério (1983) e expandida por Marques (2010).

#### **4.4.4. Processamento dos Dados**

Uma sessão do jogo EECA inicia requisitando um código de identificação ao servidor que autentica cada envio de dados para coleta. O primeiro recebimento do código envia de

volta um conjunto de dados demográficos para identificar o jogador. Cada jogada realizada envia um pacote de dados contendo os itens requeridos da API da coleta. Este pacote é enviado por um protocolo REST (Masse, 2011) e os dados são codificados em JSON para chamadas JSON-RPC (Shin, 2010). Os dados são recebidos por um aplicativo *web* programado em *python* baseado em uma PAAS compatível com o *Google Application Engine* (Varma, 2016), usando uma pilha de processamento *web* *gunicorn + bottle* (Hellcamp, 2016). Os dados são armazenados no banco *NOSQL* de código aberto *tinyDB*. O processamento dos dados é feito *offline* por execução *ad-hoc* dos instrumentos de pesquisa já citados.

#### 4.4.5. Limpeza e reformatação do banco de dados NOSQL-JSON

O sistema de coleta de dados é um aplicativo *web* que autentica as chamadas do jogo EICA e recebe as chamadas REST-JSON-RPC com o envio das informações da API de coleta. Estas informações são guardadas em um arquivo formatado em JSON mostrado no código abaixo.

```
{ "_default": {"13": {"jogada": [ {"tempo": "2016-08-08 13:10:44.204934", "carta": "fruta", "ponto": "_ABAS_", "casa": "80_500", "valor": "objeto", "move": "ok"} ], "sexo": "feminino", "user": "T M N", "ano": "ano7", "idade": "anos7", "key": "2fcc26d4-5d69-11e6-a757-22000b9a220a"}}
```

O banco de dados original contém diversas anomalias que devem ser tratadas antes de se proceder ao tratamento dos dados. A limpeza de dados realiza as seguintes operações:

- Remove usuários que se registram, mas não realizam jogadas
- Reconhece usuários duplicados com dados inconsistentes
- Reúne as jogadas de usuários que jogam em mais de uma sessão.
- Reajusta os selos de tempo de sessões descontínuas.
- Adiciona um campo calculado no banco contendo a aceleração cognitiva.

#### 4.4.6. Descrição do modelo de dados

Os dados disponíveis para análise são os que foram registrados pela API de coleta no banco de dados JSON. Nem todos os dados registrados foram analisados neste trabalho.

Apenas três campos de dados foram usados para avaliar os resultados oferecidos pelo instrumento: tempo, marcador e pontuação.

**Tempo:** Carimbo de tempo dado pelo relógio do computador registrado em  $\mu$ s. Este carimbo registra o instante de tempo em que o clique do mouse é recebido ao posicionar um determinado objeto no jogo.

**Marcador:** Registra o ícone escolhido para ser posicionado no jogo. O ícone é identificado com um número de 0 a 40. Os ícones são representações de objetos descritos no crivo computacional definido para cobrir o espaço dimensional do experimento.

**Pontuação:** Descreve a operação de escolha de um dos jogos internos do EECA. A pontuação pode assumir um dos seguintes valores:

**\_LINGUA\_:** Transição para o jogo da roda da linguagem.

**\_FALA\_:** Indica que o marcador foi usado na roda da linguagem.

**\_CHAVES\_:** Transição para o jogo das chaves lógicas

**\_Chaves\_:** Indica que o marcador foi usado nas chaves lógicas.

**\_ABAS\_:** Escolha de um novo conjunto de marcadores para chaves lógicas.

**\_MUNDO\_** ou **\_HOMEM\_:** Transição para o jogo do mundo.

**\_Mundo\_:** Indica que o marcador foi usado no jogo do mundo.

As variáveis usadas para o estudo da microgênese cognitiva foram derivadas dos dados acima. As seguintes variáveis foram consideradas para a análise:

**Tempo de permanência:** o tempo que o participante demora em uma jogada. Representa a velocidade que o jogador usa para fazer as suas jogadas. O tempo de permanência é calculado pela diferença entre carimbos de tempo consecutivos.

**Variação do tempo de permanência:** é a mudança de velocidade entre uma jogada e outra. Representa a aceleração que o jogador tem em decidir entre uma jogada e outra. A variação do tempo é calculada pela diferença entre tempos de permanência consecutivos.

**Contagem geral de objetos:** número de escolha de objetos em uma mesma partida.

Transitividade mundo/chaves: número de escolhas de um mesmo objeto nos jogos mundo e chaves.

Transitividade chaves/fala: número de escolhas de um mesmo objeto nos jogos chaves e fala.

Transitividade mundo/fala: número de escolhas de um mesmo objeto nos jogos mundo e fala.

Transitividade total: número de escolhas de um mesmo objeto nos jogos mundo, chaves e fala.

As variáveis relativas ao tempo são propostas para estudar o comportamento da reação do jogador ao se deparar com as propostas do jogo. A variação do tempo de resposta é postulada como consequência do processamento microgenético do raciocínio, submetido a diversas construções das estruturas internas cognitivas aprendentes. A avaliação destas variáveis deve conduzir a observações pertinentes à execução da máquina EICA proposta.

As variáveis relativas à escolha e posicionamento de ícones no jogo são propostas para estudar a transitividade

#### **4.4.6. Operações primárias nos dados**

As investigações nos dados visam a comprovar um modelo de engenharia útil para o entendimento, avaliação e intervenção no processo cognitivo. A fundamentação e propostas teóricas contidas nesta tese são a base para todas as decisões de projeto que norteiam todo o processo de investigação computacional. Algumas hipóteses específicas foram formuladas para guiar o processo de mineração de dados.

As hipóteses neurofisiológicas que embasam a mineração de dados

- A aceleração cognitiva como marcador do processo de aprendizagem
- O acoplamento entre processos mentais profundos e reações motoras observáveis
- Assinaturas harmônicas rastreáveis dos processos mentais profundos

Apesar da aceleração cognitiva ser um marcador do aprendizado conhecido em processos ontogenéticos (Langer, 1998), alguns subsídios nos levam a crer o mesmo para

processos microgenéticos. Processos que aceleram em sistemas elétricos como o cérebro, deixam assinaturas harmônicas que podem se propagar e serem capturadas em outros sinais que servem de portadoras.

Algumas investigações conseguem relacionar reação motoras observáveis com processos mentais profundos (Porter, 2008). Nesta hipótese acredita-se que este fato pode ser generalizado para vários outros processos incluindo a assinatura de processos cognitivos através de interações homem-máquina (Legget, 1991).

A reunião das hipóteses anteriores propõe que se possa investigar processos mentais cognitivos profundos através do estudo das interações homem-máquina. Acelerações no ritmo das interações estariam acopladas aos processos metacognitivos que controlam o processo de aprendizagem, diminuindo ou aumentando o ritmo de travessia da informação ao longo da máquina cognitiva. Estas operações se propagariam inconscientemente e reverberariam em microrreações musculares.

Este estudo então se baseia nesta ressonância microgenética do canal viso-motor agora denominada Ressonância de Marques (RM).

#### **4.4.7. O cálculo da aceleração a partir dos tempos de ativação das jogadas**

A Ressonância de Marques requer que se investigue as microrreações musculares em busca de vestígios de operações profundas cognitivas. A melhor chance está na avaliação de uma onda que represente as acelerações cognitivas refletidas no processo motor como ressaltado nas hipóteses neurofisiológicas. O módulo *clean* gera este metadado como simples diferenças entre dois selos de tempo consecutivos.

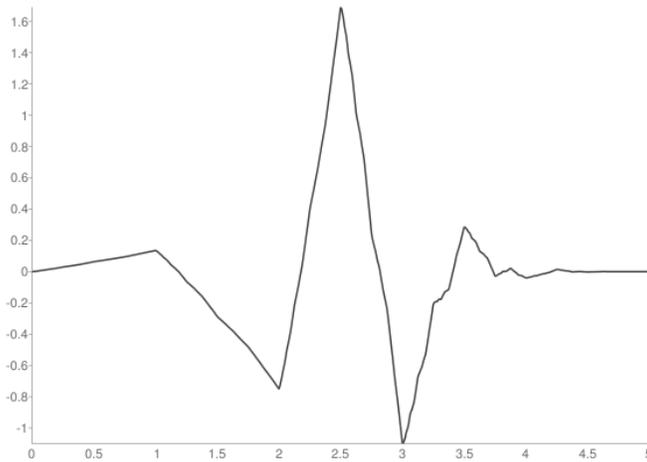
#### **4.4.8. O uso de rede neural sem peso na predição de perfis cognitivos a partir do prognóstico associado à uma amostra**

Uma primeira visualização dos dados do banco foi feita plotando os gráficos de transitividade absoluta e de aceleração para cada aluno. Um conjunto de dados escolares foram agregados a esta informação para gerar prognósticos cognitivos de cada aluno. O prognóstico consiste em quatro modelos cognitivos: Verdadeiro Sucesso, Sucesso Mínimo, Falso Sucesso e Exclusão Simbólica. Estes prognósticos foram aplicados à rede neural sem

peso implementada pelo módulo *enplicaw*. Os dados de treinamento foram 128 segundos do gráfico de aceleração inicial de cada aluno amostrado em cada segundo. O treinamento foi feito sobre uma amostra de vinte alunos e a rede treinada foi aplicada sobre todos os alunos. As previsões foram bastante satisfatórias, mas a confiabilidade foi baixa. O trabalho foi revalidado em uma matriz de confusão com cinco engenhos de aprendizado mecânico no laboratório Orange. O resultado foi bastante conclusivo com altas taxas de confiabilidade nos cinco engenhos. O gráfico de aceleração cognitiva se mostrou bastante promissor para classificar o modelo cognitivo dos alunos

#### **4.4.9. O uso de *wavelets* para discriminação do espectro de ondas não estacionárias das jogadas do jogo EECA**

O bom desempenho do gráfico de aceleração sugere que outros estudos podem ser feitos com ele. Seguindo os postulados da hipótese neurofisiológica, o estudo da aceleração procedeu à busca de minúcias na forma de onda que revelasse padrões ocultos nela. A intenção foi mapear na onda indícios da atuação dos estados EICA. Os estados deveriam se manifestar com perturbações na onda em intervalos regulares, segundo o modelo sequencial previsto. Para detectar os indícios foi aplicada uma transformada *wavelet* na forma de onda para revelar sua estrutura harmônica sem perder a informação temporal. Os *wavelets* são aplicados nestes casos onde se quer caracterizar minúcias de uma onda não estacionária (Senhadji, 2002). Foram experimentadas diversas janelas de recorte da onda que pudessem coincidir com o ritmo de transição entre os estados, mas que também resultasse numa contagem de estados compatível com o modelo formulado. Diversas funções *wavelets* foram experimentadas e investigadas na literatura. A função *wavelet* escolhida foi a Daubechies 3, plotada na figura 39.



**Figura 39.** Função *Wavelet* Daubechies 3

A janela escolhida foi de três segundos com um intervalo de um segundo. A saída da transformada *wavelet* foi escalonada e passada por um discriminador ternário de três tribits. Este discriminador encontrou apenas oito estados distintos em todas as ondas analisadas. Esta configuração foi o modelo adotado para reconhecimento dos estados EICA dentro das formas de onda de aceleração cognitiva. Os dados estatísticos das ocorrências dos estados assim modelados foram consistentes com o modelo de ocorrência sequencial dos estados. O primeiro estado é o mais abundante, tem a menor latência de ocorrência e o menor intervalo de repetição. O último estado é o menos abundante, tem a maior latência de ocorrência e o maior intervalo de repetição. Os outros estados vão variando linearmente estas características entre o primeiro e último estado. Estas estatísticas indicam que o modelo de máquina estabelecido não executa sempre até o final e nem sempre inicia no primeiro estado.

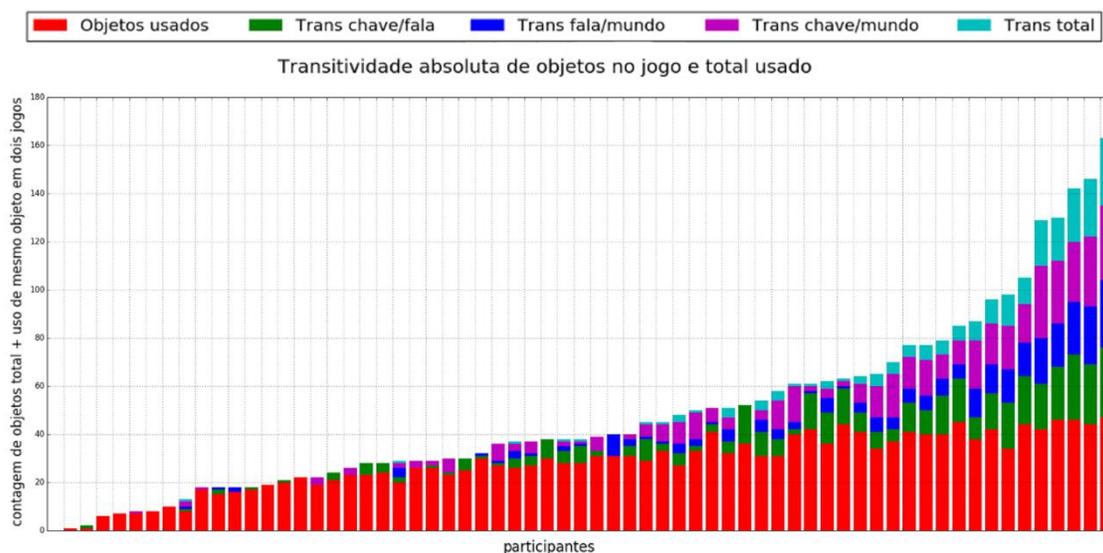
#### **4.4.10. Mapeamento dos estados e transições da máquina**

Para mapear a operação da máquina EICA os marcadores de estados foram mapeados em um grafo onde os nós representam os estados e as arestas as transições entre estados. Do estudo deste grafo foi constatado que a organização sequencial entre os estados proposta é apenas majoritária. A execução pode começar por qualquer estado, pode haver transições de qualquer estado para outro, inclusive de estados posteriores para anteriores. Este fato enriquece o modelo já previsto, dando um caráter mais dinâmico à operação da máquina cognitiva do cérebro.

#### 4.4.11. Reconhecimento do alfabeto de operação do autômato EICA a partir das minúcias do gráfico de aceleração

Esta nova configuração da máquina de estados abre o escopo do significado dos estados. Além de meros estados em uma operação sequencial fechada agora estes estados se caracterizam como um alfabeto com o qual a máquina cognitiva escreve suas operações. Assim posto, esta máquina acompanha o modelo querigmático proposto por Seminério. O alfabeto se organiza em palavras, as palavras se organizam em frases e as frases em ideias. A cognição fala uma língua própria com sua sintaxe e gramática exclusivas. As estatísticas observadas revelam que palavras, frases e ideias são comuns a diversos indivíduos, inclusive compartilhando uma distribuição semelhante no uso. No entanto, não existe apenas a linguagem comum, mas também uma específica para cada pessoa ou grupo que reservam palavras e frases exclusivas para seu próprio uso. O modelo EICA consegue ao mesmo tempo detectar uma universalidade na espécie humana e uma diversidade que torna cada um único e indispensável à riqueza da humanidade.

## 5. Resultados



**Figura 40.** Gráfico absoluto de transitividade entre as representações dos objetos

O gráfico acima indica o grau de transitividade do pensamento baseado no número de objetos de conhecimento utilizados e na quantidade de chaveamentos entre os jogos de ciências, matemática e linguagem. A partir dele, definimos a classificação de transitividade apresentada abaixo.

<b>Índice</b>	<b>Classificação</b>	<b>Descrição</b>
<b>1</b>	Transitividade Zero	Uso de objetos aleatórios- chaveamento zero
<b>2</b>	Baixa Transitividade	1 chaveamento entre os jogos
<b>3</b>	Média Transitividade	2 chaveamentos entre os jogos
<b>4</b>	Boa Transitividade	3 chaveamentos entre os jogos
<b>5</b>	Alta Transitividade	Chaveamento total entre os jogos

Tabela 6. Classificação de Transitividade

De acordo com a figura 40, há indícios de que quanto maior o número de objetos de conhecimento, mais alta é a transitividade entre as disciplinas.

A Transitividade do pensamento é uma operação cognitiva capaz de gerar novos pensamentos a partir de pensamentos originais procedentes de áreas epistêmicas específicas em direção a diversas outras. Isto significa que regras generativas próprias de um tipo de conhecimento, migram para outro tipo a fim de buscar a experiência psíquica do saber.

A transitividade compreende a categorização dos universais da cognição (metaregras) que é realizada através da dedução, indução (Pierce) e educação (Seminério), que é a capacidade de extrair regras de um objeto de conhecimento.

O conhecimento humano tem dois elementos básicos: um *sujeito* e um *objeto*. O sujeito é o homem, o ser racional que quer conhecer (sujeito cognoscente). O objeto é a realidade (as coisas, os fatos, os fenômenos). Compreende o ser na sua inesgotável riqueza, na sua totalidade. É o que ele é realmente.

Nesta figura o que chamamos de chaveamento das cores corresponde à mudança de área de conhecimento no *game* e representa a migração e constância no uso dos objetos de conhecimento.

### 5.1. Predição completa da segunda derivada do tempo de interatividade com as representações dos objetos

Sigla	Classificação	Descrição
V	Verdadeiro Sucesso	Alta transitividade independente da nota escolar
S	Mínimo Sucesso	Média transitividade e nota escolar mediana
F	Falso Sucesso	Nota escolar satisfatória, porém zero ou baixa transitividade
E	Expulsão Simbólica	Nota escolar insuficiente e zero ou baixa transitividade

Tabela 7. Legenda de prognósticos

Transitividade	Zero	Baixa	Média	Boa	Alta
Avaliação	Transitividade	Transitividade	Transitividade	Transitividade	Transitividade
<b>Insuficiente</b>	E Exclusão Simbólica	E Exclusão Simbólica	S Mínimo Sucesso	V Verdadeiro Sucesso	V Verdadeiro Sucesso
<b>Regular</b>	F Falso Sucesso	F Falso Sucesso	S Mínimo Sucesso	V Verdadeiro Sucesso	V Verdadeiro Sucesso
<b>Bom</b>	F Falso Sucesso	F Falso Sucesso	S Mínimo Sucesso	V Verdadeiro Sucesso	V Verdadeiro Sucesso
<b>Muito Bom</b>	F Falso Sucesso	F Falso Sucesso	S Mínimo Sucesso	V Verdadeiro Sucesso	V Verdadeiro Sucesso

Tabela 8. Critérios de elegibilidade para as classificações do prognóstico da transitividade

ID	Prognóstico	AdaBoost	SVM	Naive Bayes	Random Forest Classification	Classification Tree	Observações
Estudante 001	AUSENTE	V	V	V	V	V	
Estudante 002	S	S	S	S	S	S	
Estudante 003	AUSENTE	V	V	V	V	V	
Estudante 004	AUSENTE	F	V	V	V	E	
Estudante 005	AUSENTE	V	V	V	V	V	
Estudante 006	AUSENTE	F	V	F	F	F	CASO C
Estudante 007		F	V	V	V	F	
Estudante 008	AUSENTE	F	V	F	V	F	
Estudante 009	F	F	F	F	F	F	
Estudante 010	AUSENTE	F	V	E	V	E	
Estudante 011	AUSENTE	S	V	V	V	S	
Estudante 012	AUSENTE	V	V	V	V	V	CASO E

Estudiante 013	AUSENTE	V	V	V	V	V	
Estudiante 014	AUSENTE	F	V	V	V	F	
Estudiante 015	AUSENTE	F	V	V	V	E	
Estudiante 016	F	F	F	F	F	F	
Estudiante 017	E	E	E	E	E	E	
Estudiante 018	AUSENTE	E	V	V	V	V	
Estudiante 019	F	F	F	F	F	F	
Estudiante 020	AUSENTE	F	V	F	V	F	
Estudiante 021	AUSENTE	F	V	F	V	F	
Estudiante 022	AUSENTE	F	V	F	V	F	
Estudiante 023	AUSENTE	V	V	V	F	V	
Estudiante 024	AUSENTE	S	V	V	V	S	
Estudiante 025	AUSENTE	S	V	V	V	E	<b>CASO B</b>
Estudiante 026	AUSENTE	V	V	S	S	V	<b>CASO D</b>
Estudiante 027	AUSENTE	F	V	V	V	E	
Estudiante 028	AUSENTE	V	V	S	V	E	
Estudiante 029	E	E	E	E	E	E	
Estudiante 030	V	V	V	V	V	V	
Estudiante 031	AUSENTE	V	V	V	F	E	
Estudiante 032	V	V	V	V	V	V	
Estudiante 033	V	V	V	V	V	V	
Estudiante 034	F	F	F	F	F	F	
Estudiante 035	E	E	E	E	E	E	
Estudiante 036	V	V	V	V	V	V	
Estudiante 037	AUSENTE	S	V	V	E	E	<b>CASO A</b>
Estudiante 038	AUSENTE	F	V	E	S	E	
Estudiante 039	AUSENTE	V	V	V	V	V	
Estudiante 040	V	V	V	V	V	F	
Estudiante 041	AUSENTE	F	V	F	F	E	
Estudiante 042	AUSENTE	V	V	V	V	V	
Estudiante 043	AUSENTE	F	V	V	F	F	
Estudiante 044	E	E	E	E	E	E	
Estudiante 045	E	E	E	E	E	E	
Estudiante 046	S	S	S	S	S	S	
Estudiante 047	S	S	S	S	S	S	
Estudiante 048	S	S	S	S	S	S	
Estudiante 049	V	V	V	V	V	V	
Estudiante 050	F	F	F	F	F	F	
Estudiante 051	AUSENTE	F	V	V	V	F	
Estudiante 052	AUSENTE	V	V	V	V	V	
Estudiante 053	V	V	V	V	V	V	
Estudiante 054	AUSENTE	V	V	V	V	V	
Estudiante 055	AUSENTE	V	V	V	V	V	

<b>Estudante 056</b>	V	V	V	V	V	V
<b>Estudante 057</b>	AUSENTE	V	V	V	V	V
<b>Estudante 058</b>	V	V	V	E	V	V
<b>Estudante 059</b>	P	V	V	E	V	V
<b>Estudante 060</b>	V	V	V	V	V	V
<b>Estudante 061</b>	V	V	V	V	V	V
<b>Estudante 062</b>	V	V	V	V	V	V
<b>Estudante 063</b>	F	F	F	F	F	F
<b>Estudante 064</b>	V	V	V	V	V	V
<b>Estudante 065</b>	AUSENTE	E	V	S	V	V

Tabela 9. Prognósticos obtidos por *machine learning*.

De forma geral, os prognósticos derivados da análise da tabela absoluta de transitividade das representações de objetos, está fortemente correlacionada com os resultados da análise da qualidade da segunda derivada de tempo entre as jogadas. Alguns estudantes observados não dispõem de prognóstico inicial, porém as máquinas de *machine learning* geraram seus próprios prognósticos baseadas nos dados obtidos pelo jogo.

A segunda derivada de tempo entre as jogadas está relacionada com a aceleração do pensamento e com o uso das representações dos objetos nos três diferentes jogos (ciências, linguagem e matemática).

No CASO A, houve indicação de baixa transitividade no uso das representações dos objetos, porém três das cinco *machine learning* indicaram uma boa qualidade da análise da segunda derivada do tempo entre as jogadas. Este caso apresenta uma desconexão entre o grau de transitividade dos objetos e a segunda derivada do tempo na sequência de jogadas.

No CASO B, foi indicado no gráfico absoluto de transitividade, o uso de poucas representações de objetos e nenhum chaveamento entre os jogos de ciências, linguagem e matemática, isto é, o uso dos mesmos objetos nos diferentes jogos.

No CASO C, trata-se de uma criança diagnosticada como superdotada, portanto, é comum que este tipo de criança se relacione de forma diferente com objetos de conhecimento. Neste caso houve alto grau de uso de objetos com chaveamentos entre todos os jogos, configurando um verdadeiro sucesso de transitividade do pensamento. Apesar disso na análise temporal da segunda derivada apenas o sistema SVM foi capaz de concordar com o gráfico de transitividade absoluta.

No CASO D, houve baixa transitividade, mas os cinco sistemas de *machine learning* utilizados neste trabalho, apresentaram resultados acima do prognóstico baseado no chaveamento do uso das representações dos objetos.

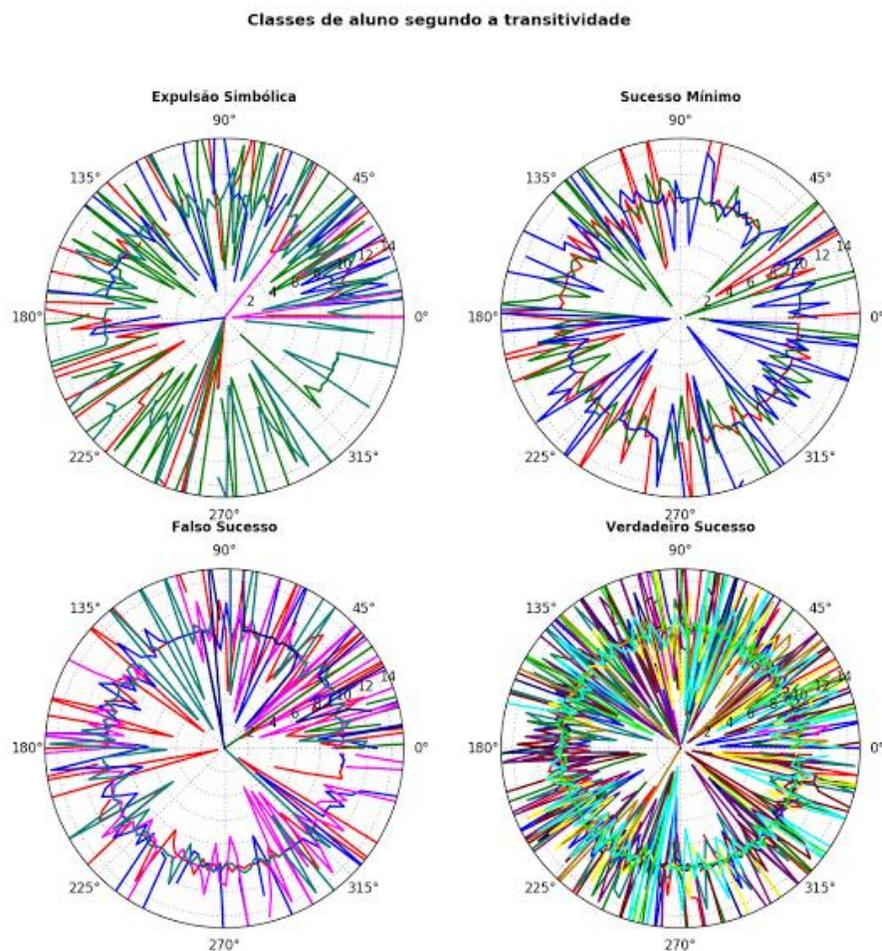
No CASO E, os cinco sistemas de *machine learning* concordaram entre atribuindo alto grau de qualidade na análise da segunda derivada do tempo. Entretanto, no gráfico de transitividade absoluta houve a indicação de baixo nível de transitividade absoluta das representações dos objetos.

ID	PG	C 0	Nota 0	C 1	Nota 1	C 2	Nota 2	C 3	Nota 3	Confiabilidade
RN0001	S	S	98866	V	96966	F	67414	E	-78573	1
RN0002	None	V	173212	F	60785	S	41628	E	-65754	64
RN0003	F	F	80263	S	-30609	V	-70742	E	-113902	100
RN0004	None	E	-179748	F	-196993	S	-290499	V	-654430	9
RN0005	None	V	88993	F	22976	S	-9883	E	-86767	74
RN0006	None	F	-89869	S	-113888	E	-145025	V	-253250	26
RN0007	F	F	95669	S	-44375	E	-119712	V	-125172	100
RN0008	E	E	47930	F	-93252	S	-191065	V	-428494	100
RN0009	None	V	152050	F	44927	S	22676	E	-73656	70
RN0010	F	F	112512	V	52117	S	-4327	E	-76128	53
RN0011	None	F	-463	S	-29565	V	-43178	E	-109543	100
RN0012	None	V	65174	F	33412	S	4973	E	-83845	48
RN0013	None	F	-32248	S	-69527	E	-120554	V	-143252	100
RN0014	E	E	-6201	F	-85413	S	-115841	V	-264485	100
RN0015	V	V	164661	F	28145	S	9430	E	-91985	82
RN0016	V	V	-3223	F	-43604	S	-64529	E	-129700	100
RN0017	V	V	150755	F	20427	S	2596	E	-88432	86
RN0018	F	F	54874	E	32462	S	-17315	V	-22905	40
RN0019	E	E	20263	F	-133310	S	-234582	V	-542169	100
RN0020	V	V	122223	F	15321	S	-10024	E	-103704	87
RN0021	None	F	-7623	S	-52858	V	-88350	E	-114493	100
RN0022	V	V	22044	F	-17895	S	-54511	E	-99571	100
RN0023	E	E	62069	F	31585	S	-39752	V	-69920	49
RN0024	E	E	-1851	F	-11227	S	-57346	V	-93280	100
RN0025	S	S	68407	F	6678	V	-27418	E	-110579	90
RN0026	S	S	79115	V	40308	F	21364	E	-79760	49
RN0027	V	V	174993	F	39361	S	11806	E	-77233	77
RN0028	F	F	-96962	E	-239740	S	-336897	V	-824298	100
RN0029	None	F	-4422	V	-9788	S	-33966	E	-109082	100
RN0030	V	V	134849	F	37229	S	22271	E	-87321	72
RN0031	V	V	3416	F	-7130	S	-44851	E	-95215	100

<b>RN0032</b>	V	F	48688	E	20199	S	-70844	V	-79745	-58
<b>RN0033</b>	V	E	-84869	F	-126169	S	-225846	V	-369933	-48
<b>RN0034</b>	V	V	195569	F	60379	S	24647	E	-70138	69
<b>RN0035</b>	F	F	80908	E	23247	S	-70227	V	-109184	71
<b>RN0036</b>	V	V	190069	F	47586	S	27987	E	-72765	74

Tabela 10. Tabela gerada por rede neural sem peso para derivada segunda do tempo com prognósticos

Através dos dados gerados pelas redes neurais acima, obtemos os seguintes gráficos:



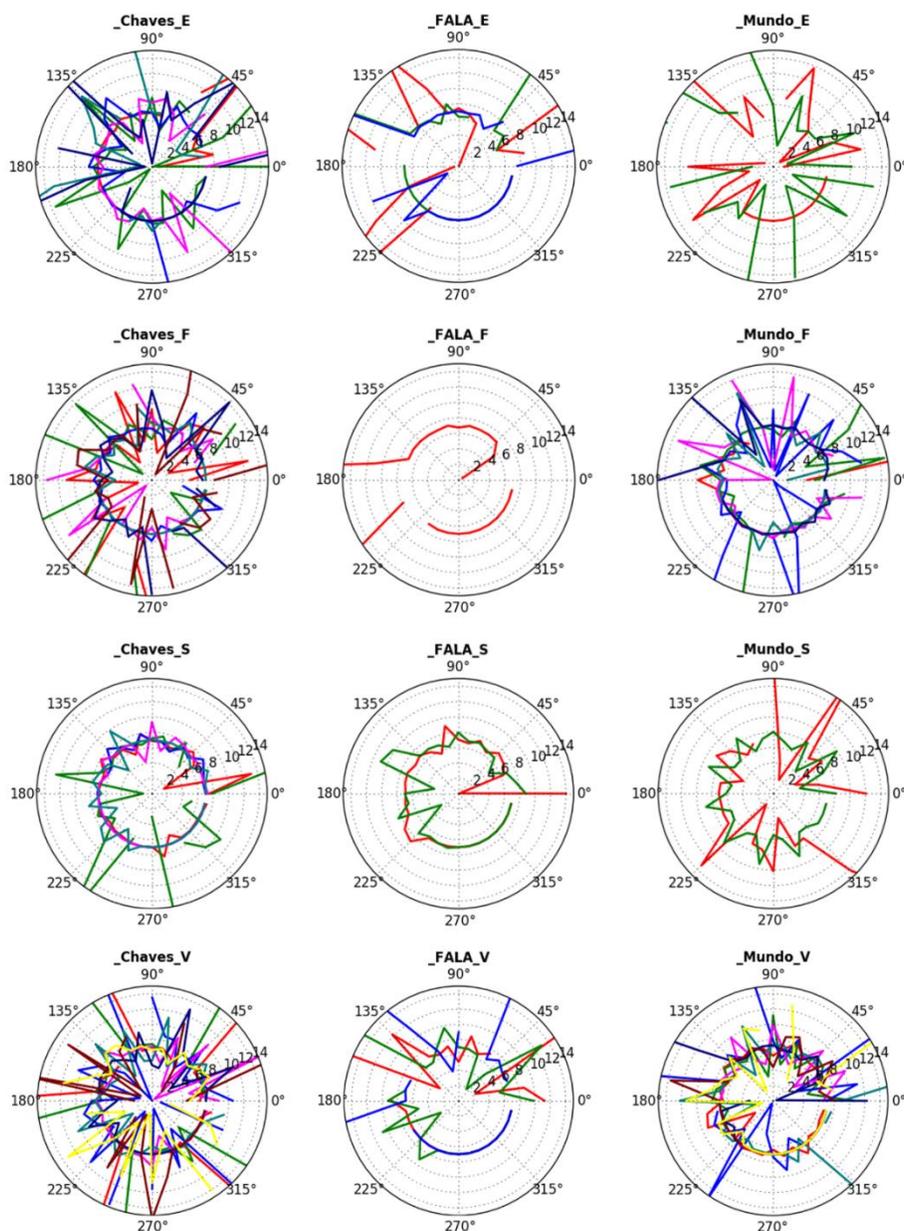
**Figura 41.** Diagramas da segunda derivada para os alunos na tabela classificados por prognóstico.

Os sistemas de *machine learning* confirmaram os quatro tipos de prognósticos previstos. Observamos a discrepância de jogadas no caso de V, na forma como preenche

todos os campos do gráfico. Isto não acontece nos outros tipos de prognósticos que apresentam falhas e menor número de jogadas.

## 5.2. Classes de minúcias derivativas temporais segundo o jogo e prognóstico de transitividade

**Classes de minúcias segundo jogo x transitividade**



**Figura 42.** Classes de minúcias segundo jogo e transitividade

No gráfico acima apresentam-se as minúcias temporais da segunda derivada, referentes aos três jogos (CHAVES= matemática, FALA= linguagem e MUNDO= ciências), combinados com os quatro possíveis prognósticos da análise absoluta do uso das representações dos objetos em seus graus de transitividade (V=verdadeiro sucesso, S=sucesso mínimo, F=falso sucesso e E= exclusão simbólica).

Observa-se claramente que o jogo mais jogado foi o das CHAVES (matemática). Este jogo exige a habilidade de ordenamento por classes e séries. O predomínio deste jogo indica uma resposta cognitiva preponderante para estas habilidades.

O segundo jogo mais jogado foi o jogo do MUNDO (ciências) e o menos jogado foi o jogo da FALA (linguagem).

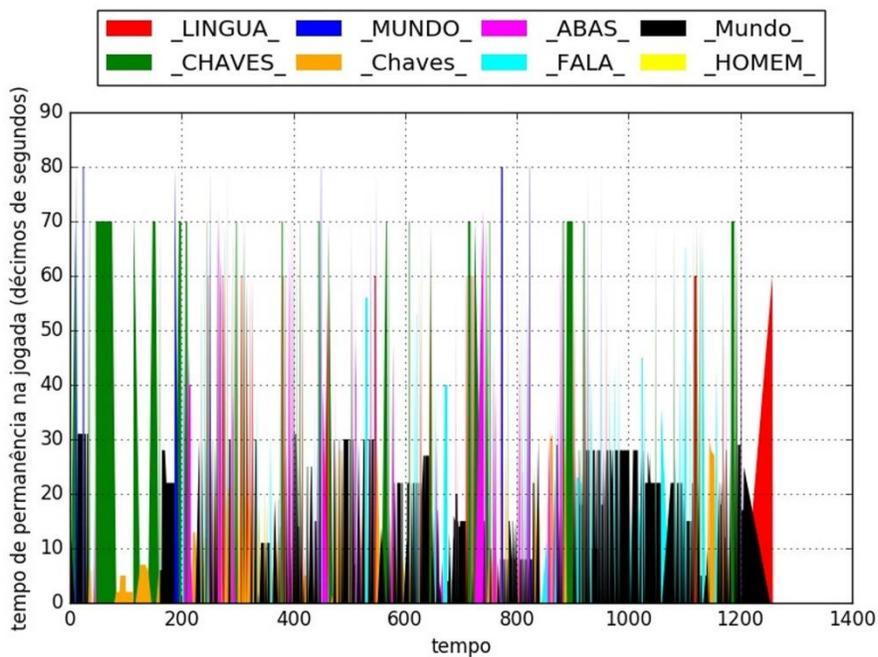
O jogo das chaves lógicas apresentou um maior aproveitamento do sujeito, estimulando a reflexão acerca de atribuição de classes e séries, isto é, da compreensão de regras ou invariâncias necessárias à interação com a linguagem matemática específica do design deste jogo.

### **5.3. Gráficos individuais típicos**

Apresentamos abaixo alguns casos típicos que observamos com os gráficos gerados pelos dados obtidos.

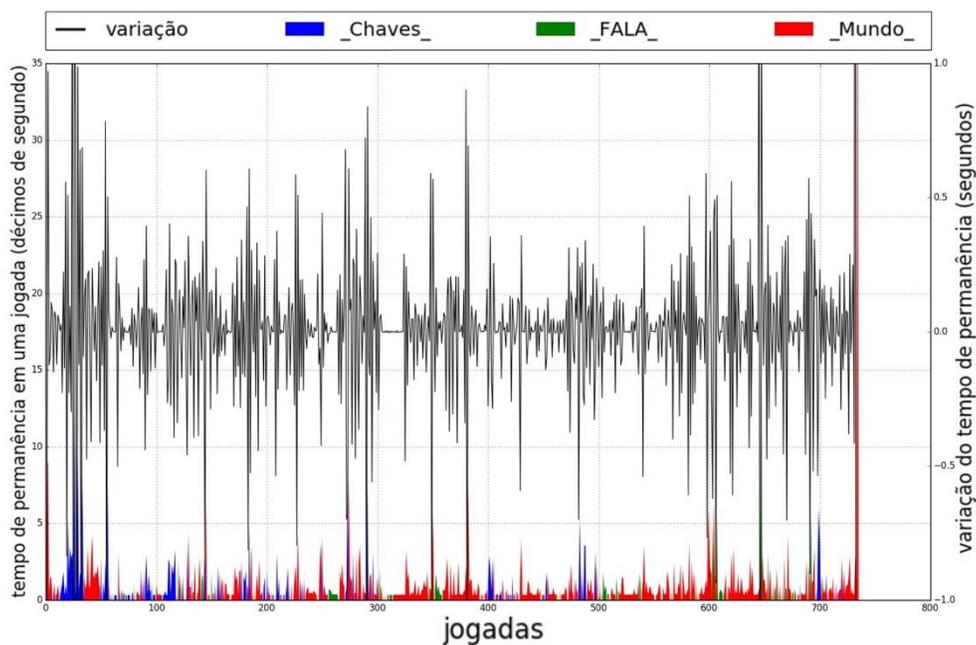
#### **5.3.1. Caso 01**

Nos gráficos apresentados, a criança obteve uma predição V= VERDADEIRO SUCESSO no prognóstico da análise absoluta da transitividade das representações dos objetos., assim como nos cinco sistemas de *machine learning* (calculados da segunda derivada de tempo) que concordaram com a mesma predição.

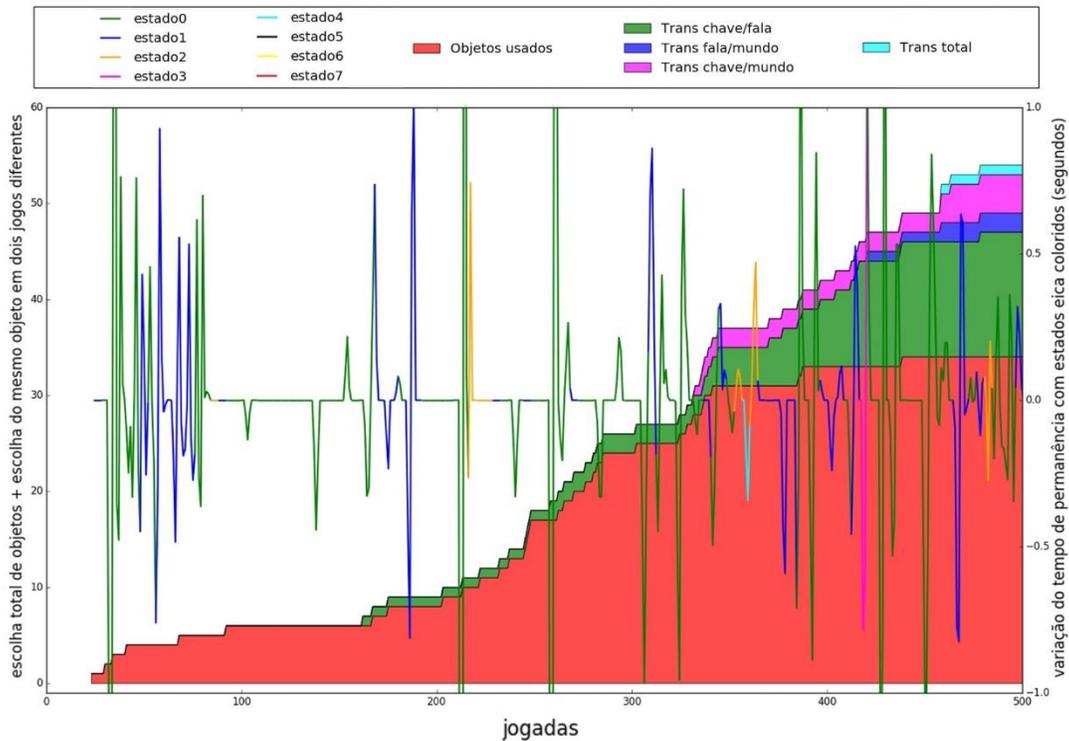


**Figura 43.** Gráfico individual de tempo nas jogadas

Observa-se aqui uma sequência de jogadas rápidas usando as representações dos objetos em diferentes jogos.

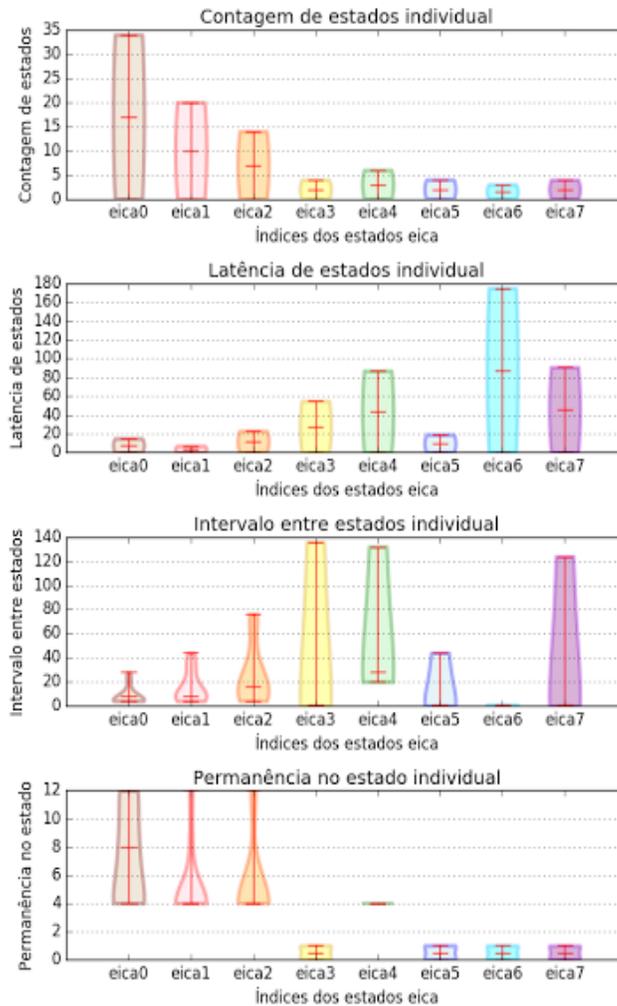


**Figura 44.** Gráfico do cálculo da segunda derivada do tempo das jogadas com predição de V= VERDADEIRO SUCESSO.



**Figura 45.** Sincronização e visualização das minúcias com os eventos de escolha dos objetos reais do conhecimento.

Gráfico da sequência de estados EICA, sincronizado com o gráfico de transitividade absoluta das representações dos objetos entre os jogos. Este indivíduo apresentou alta transitividade sincronizada com o aumento da troca de estados EICA.

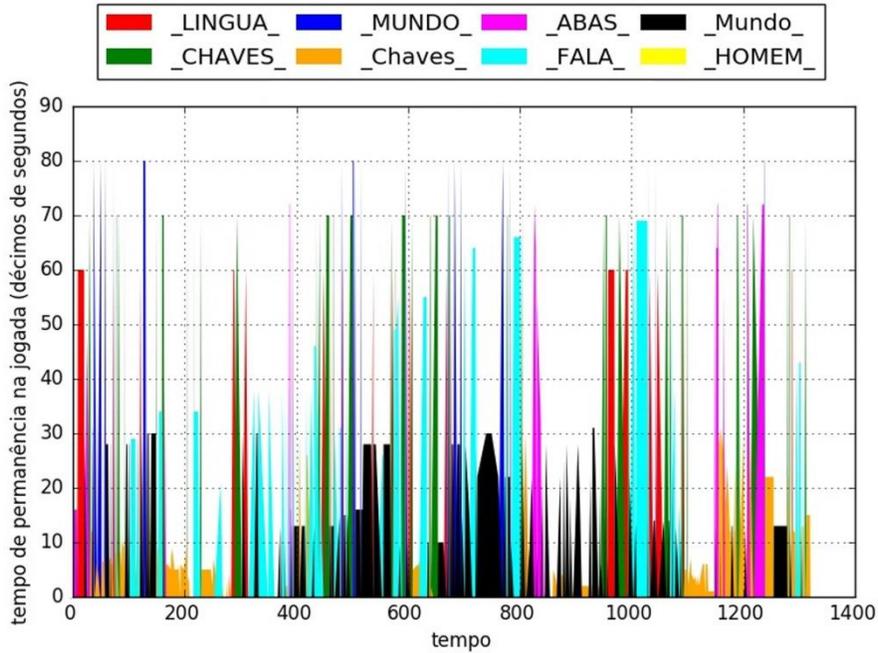


**Figura 46.** Diagrama de Estados EICA

O diagrama de estados EICA acima mostra que há uma grande reincidência (baixa latência e pequeno intervalo) do estado 5 (inovação), isto significa que o indivíduo alcança quase que imediatamente este estado e o reusa com mais frequência do que o esperado.

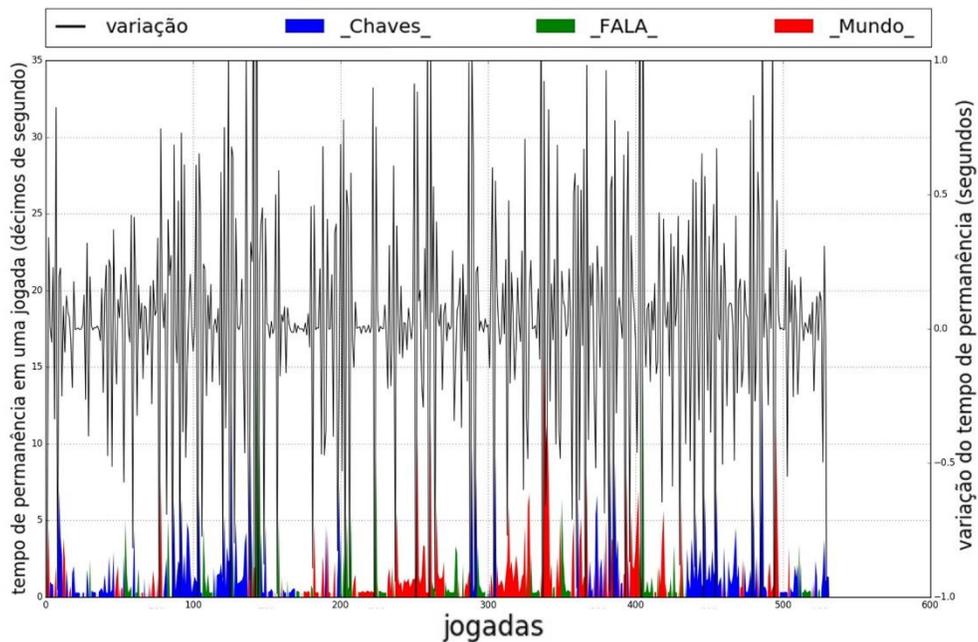
### 5.3.2. Caso 02

Nos gráficos apresentados, a criança obteve uma predição V= VERDADEIRO SUCESSO no prognóstico da análise absoluta da transitividade das representações dos objetos., assim como nos cinco sistemas de *machine learning* (calculados da segunda derivada de tempo) que concordaram com a mesma predição.

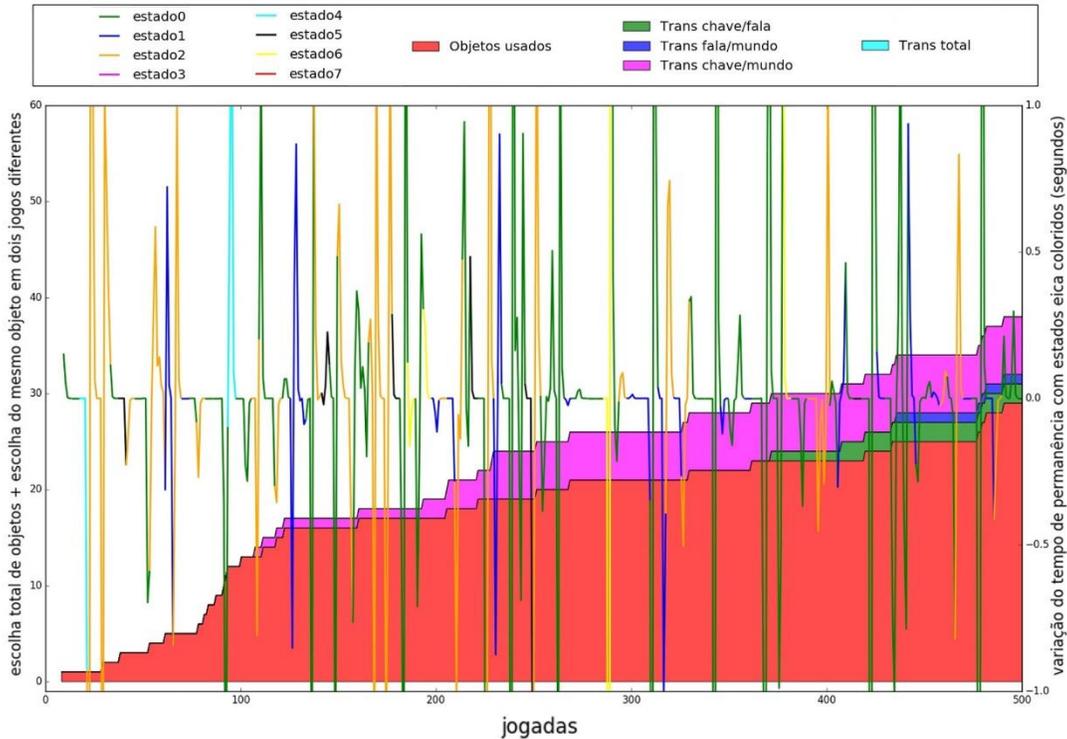


**Figura 47.** Gráfico individual de tempo nas jogadas

Observa-se aqui uma sequência de jogadas rápidas usando as representações dos objetos em diferentes jogos.



**Figura 48.** Gráfico do cálculo da segunda derivada do tempo das jogadas com predição de V= VERDADEIRO SUCESSO.

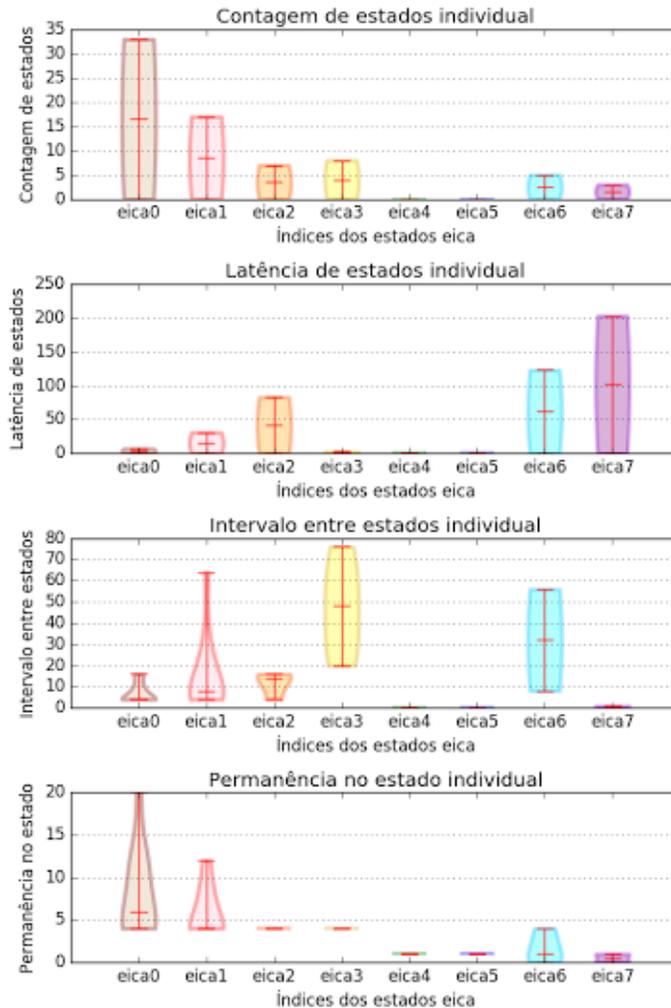


**Figura 49.** Sincronização e visualização das minúcias com os eventos de escolha dos objetos reais do conhecimento.

Gráfico da sequência de estados EICA, sincronizado com o gráfico de transitividade absoluta das representações dos objetos entre os jogos.

Depois do aparecimento do estado 4, o indivíduo começa a apresentar transitividade nos outros jogos.

Este indivíduo apresenta grande rapidez na mudança de estados EICA.

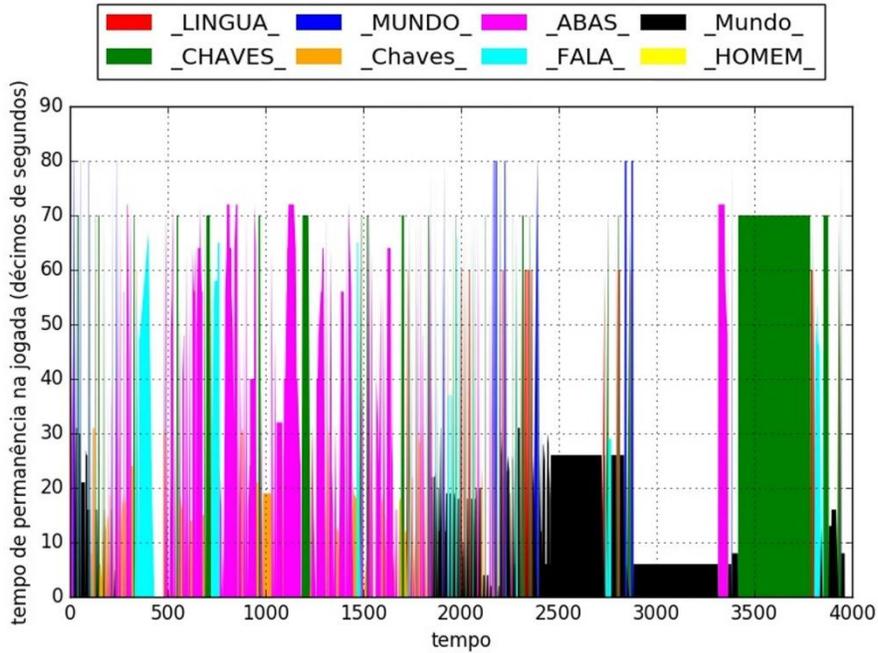


**Figura 50.** Diagrama de Estados EICA

Apesar deste indivíduo ser um verdadeiro sucesso, a falta dos estados 4 e 5 (inferência e inovação) prejudica o alcance de uma transitividade completa. No entanto o rápido alcance do estado 3 (prototipagem) significa uma dotação investigativo. Isto pode ser visto no diagrama de transitividade onde há o alcance de um platô elevado em menos de 130 jogadas.

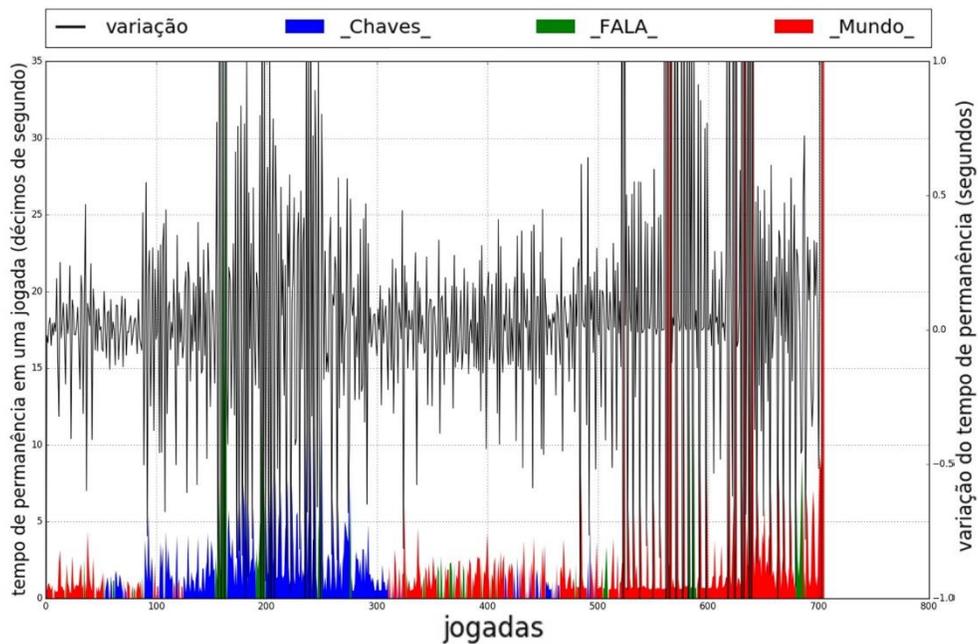
### 5.3.3. Caso 03

Nos gráficos apresentados, a criança obteve uma predição V= VERDADEIRO SUCESSO no prognóstico da análise absoluta da transitividade das representações dos objetos., assim como nos cinco sistemas de *machine learning* (calculados da segunda derivada de tempo) que concordaram com a mesma predição.

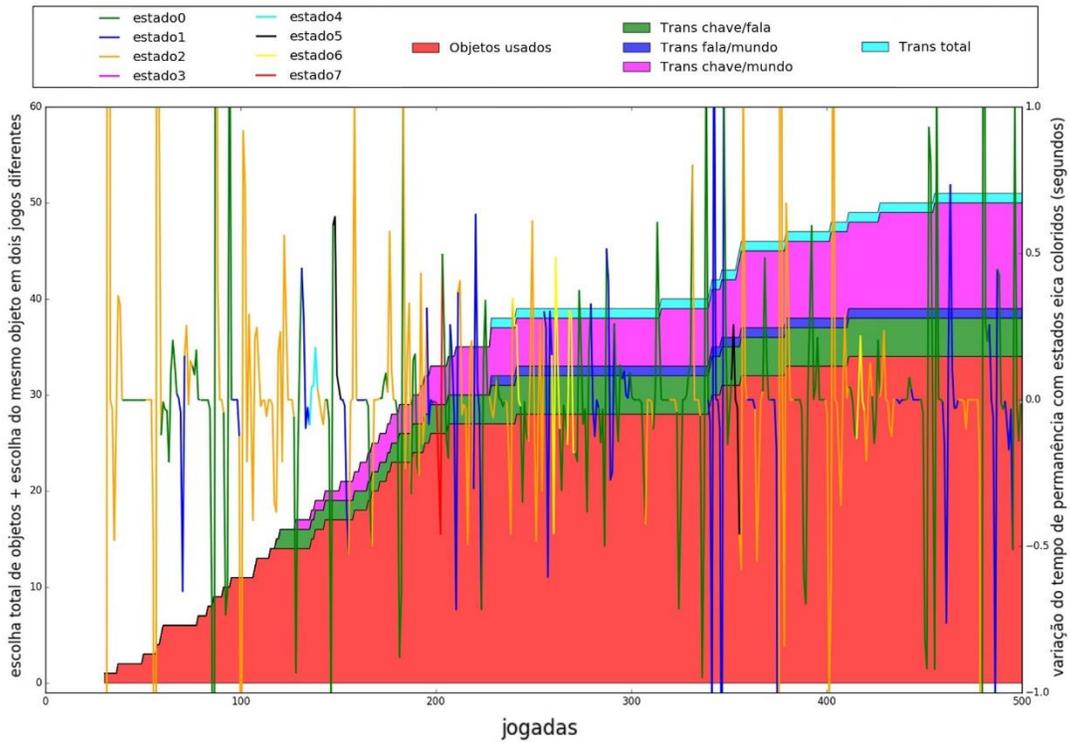


**Figura 51.** Gráfico individual de tempo nas jogadas

Observa-se aqui uma sequência de jogadas rápidas usando as representações dos objetos em diferentes jogos. Este indivíduo apresentou pequenos atrasos que significa paradas no jogo. Apesar disso os sistemas de *machine learning* consideraram o caso como verdadeiro sucesso.

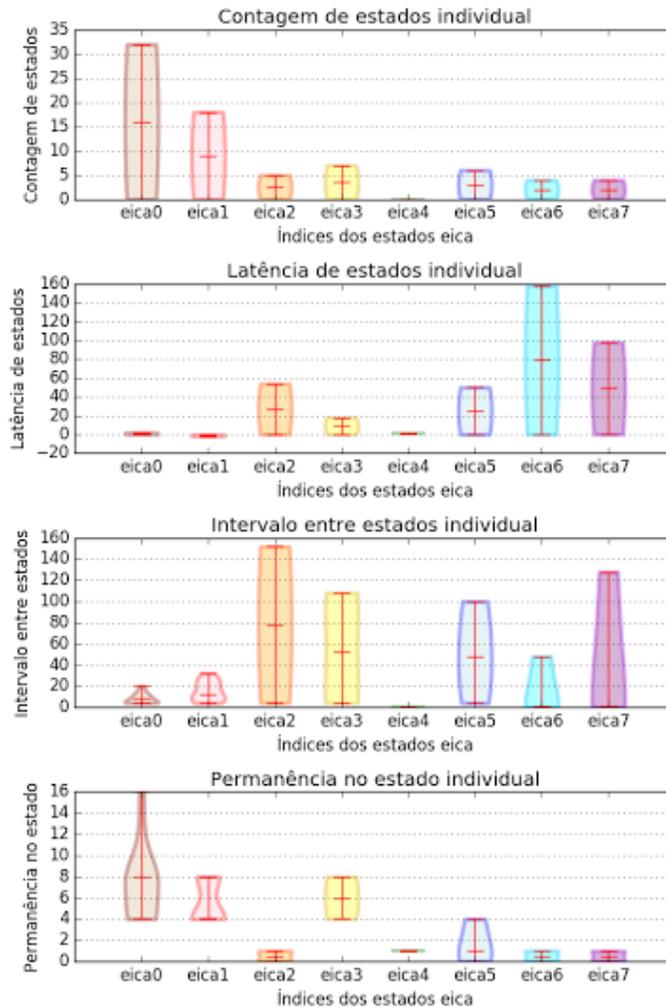


**Figura 52.** Gráfico do cálculo da segunda derivada do tempo das jogadas com predição de V= VERDADEIRO SUCESSO.



**Figura 53.** Sincronização e visualização das minúcias com os eventos de escolha dos objetos reais do conhecimento.

Gráfico da sequência de estados EICA, sincronizado com o gráfico de transitividade absoluta das representações dos objetos entre os jogos. Após o aparecimento do estado 7 (maior complexidade), inicia-se a transitividade total entre os jogos.

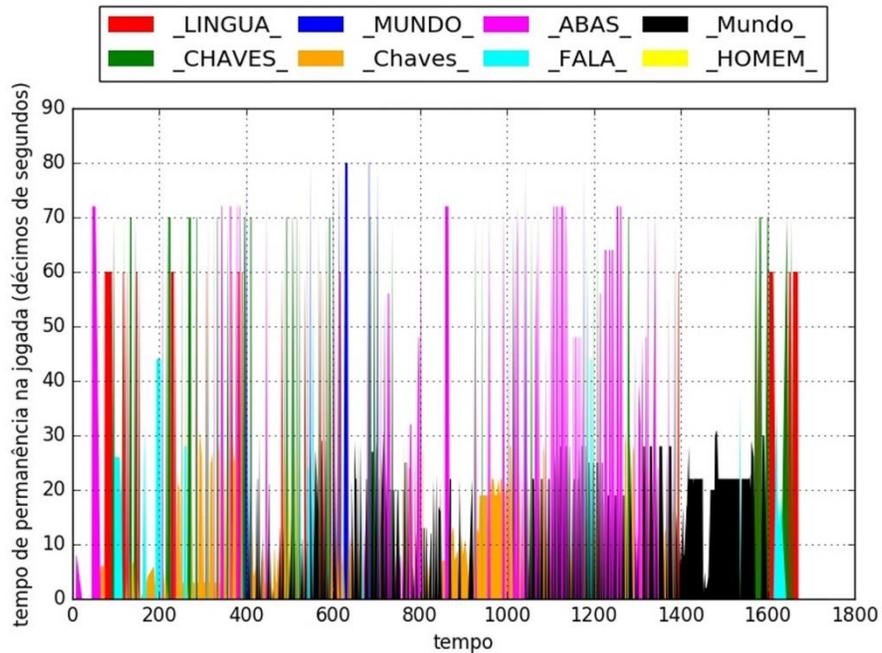


**Figura 54.** Diagrama de Estados EICA

Observamos a ausência do estado 4 (inferência), no entanto apresenta uma grande variação no estado 6 (expansão pioneira). Isto significa que a ativação frequente da sua dotação pioneira resulta numa ascensão rápida na transitividade, atingindo a transitividade plena em menos de 300 jogadas.

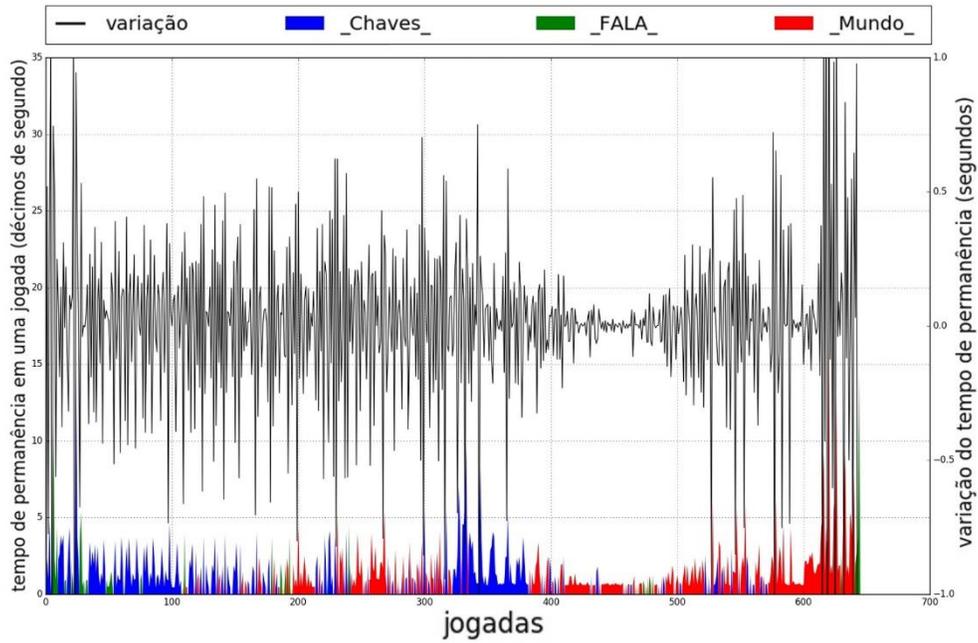
#### 5.3.4. Caso 04

Nos gráficos apresentados, a criança obteve uma predição V= VERDADEIRO SUCESSO no prognóstico da análise absoluta da transitividade das representações dos objetos., assim como nos cinco sistemas de *machine learning* (calculados da segunda derivada de tempo) que concordaram com a mesma predição.

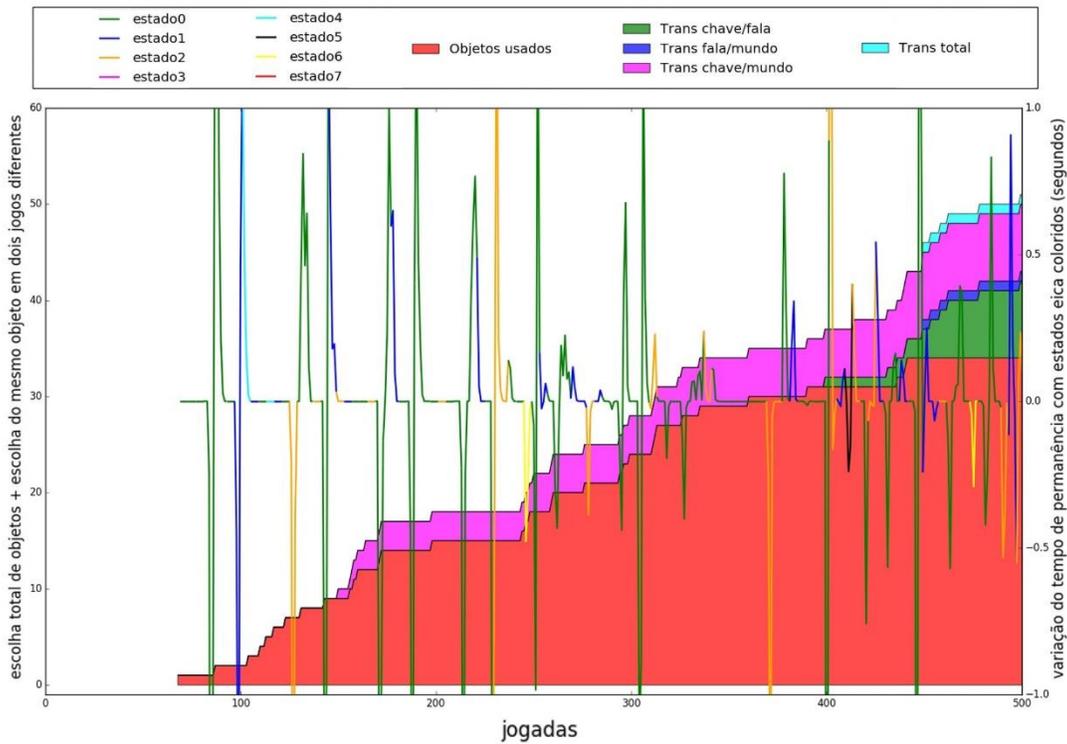


**Figura 55.** Gráfico individual de tempo nas jogadas

Observa-se aqui uma sequência de jogadas rápidas usando as representações dos objetos em diferentes jogos, porém também apresenta um intervalo que representa o abandono do jogo. Este indivíduo é diagnosticado como problema de aprendizagem, apesar disso os sistemas de *machine learning* consideram o caso como V= VERDADEIRO SUCESSO.



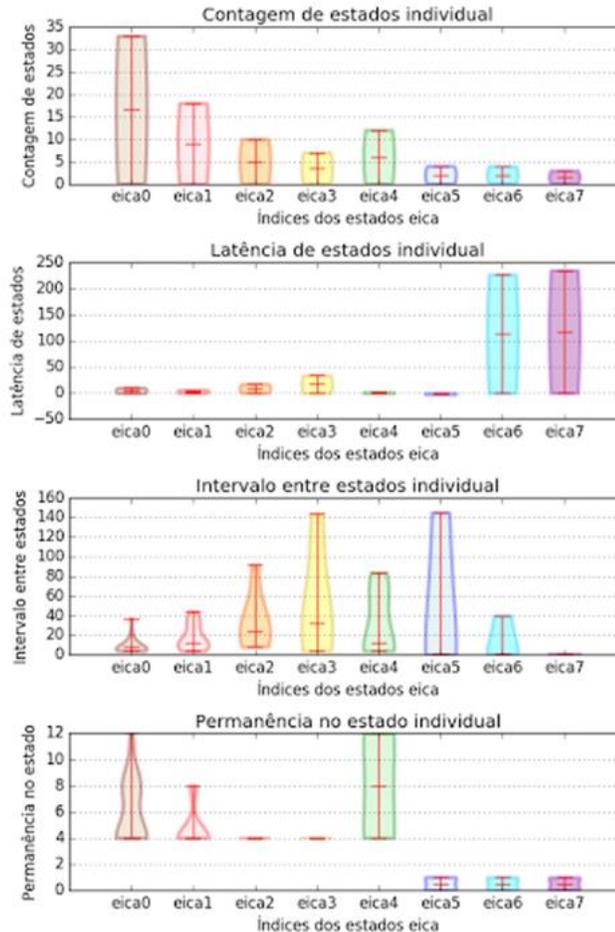
**Figura 56.** Gráfico do cálculo da segunda derivada do tempo das jogadas com predição de V= VERDADEIRO SUCESSO.



**Figura 57.** Sincronização e visualização das minúcias com os eventos de escolha dos objetos reais do conhecimento.

Gráfico da sequência de estados EICA, sincronizado com o gráfico de transitividade absoluta das representações dos objetos entre os jogos.

Este indivíduo apresentou alta transitividade após o surgimento do estado 5.

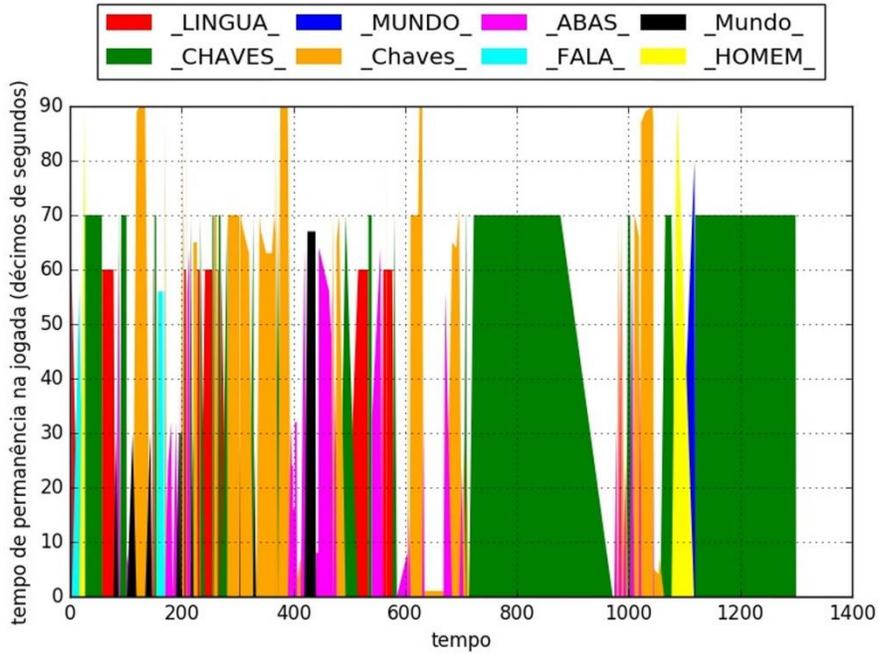


**Figura 58.** Diagrama de Estados EICA

Este indivíduo praticamente salta do estado 0 para os estados 6 e 7 em latência. Isto significa que existe uma grande competência para atingir altos padrões cognitivos com facilidade expressiva nos estados iniciais da máquina EICA.

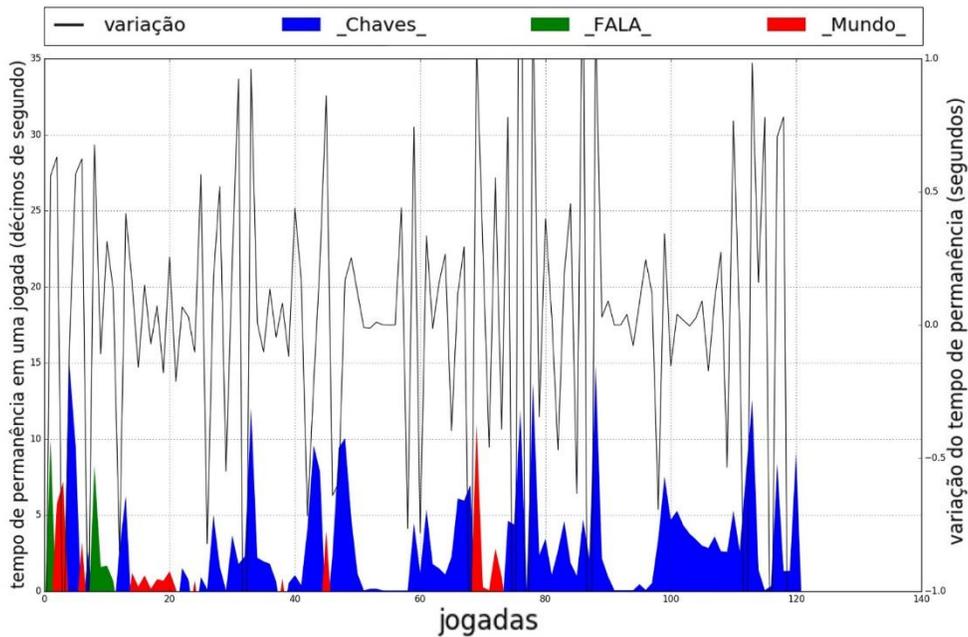
### 5.3.5. Caso 05

Nos gráficos apresentados, a criança obteve uma predição S= MÍNIMO SUCESSO no prognóstico da análise absoluta da transitividade das representações dos objetos., assim como nos cinco sistemas de *machine learning* (calculados da segunda derivada de tempo) que concordaram com a mesma predição.

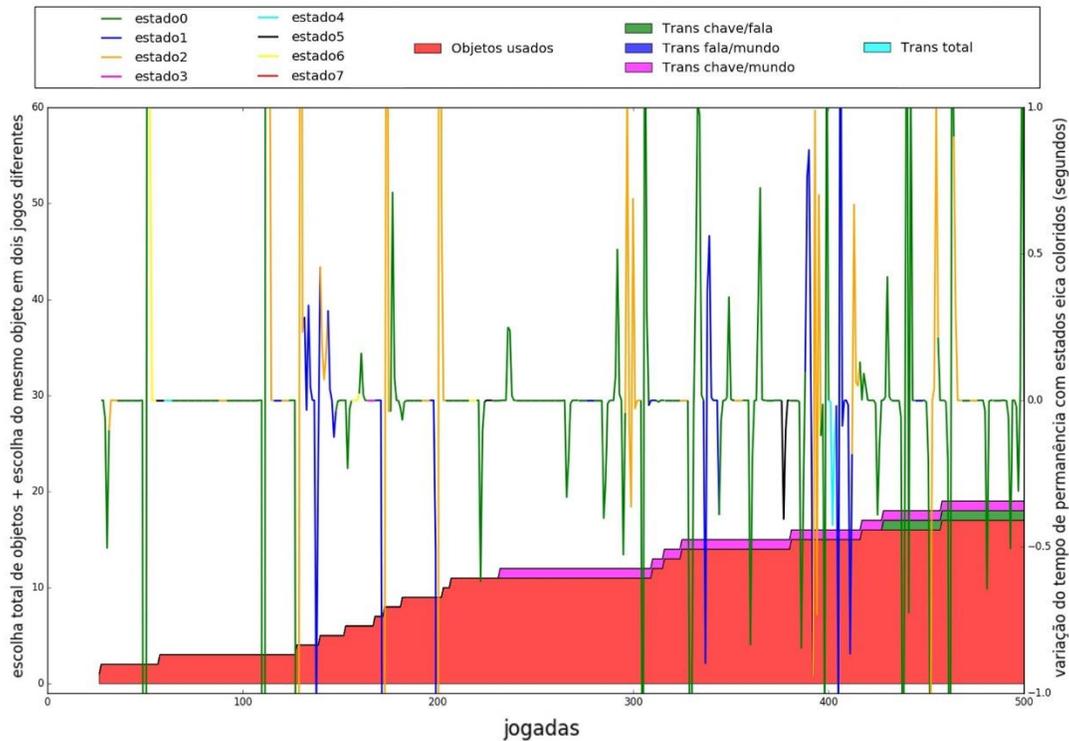


**Figura 59.** Gráfico individual de tempo nas jogadas

Observa-se aqui uma sequência de jogadas rápidas usando as representações dos objetos em diferentes jogos, porém apresenta dois atrasos que significam o abandono do jogo. Este indivíduo apresentou dois atrasos que significam parada no jogo.



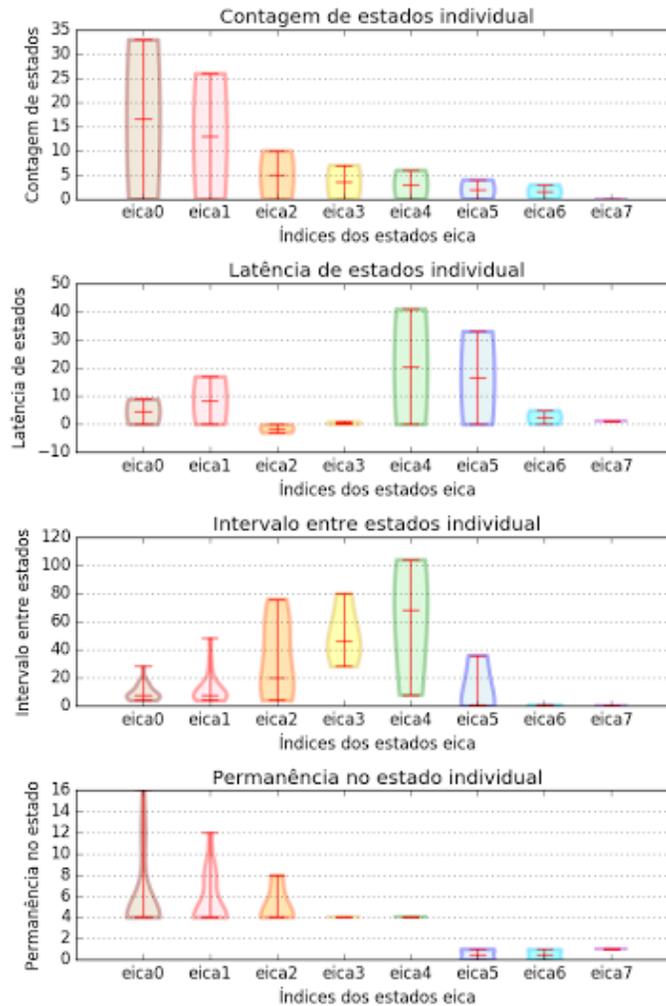
**Figura 60.** Gráfico do cálculo da segunda derivada do tempo das jogadas com predição de S= MÍNIMO SUCESSO.



**Figura 61.** Sincronização e visualização das minúcias com os eventos de escolha dos objetos reais do conhecimento.

Gráfico da sequência de estados EICA, sincronizado com o gráfico de transitividade absoluta das representações dos objetos entre os jogos.

Apesar deste indivíduo ter apresentado os estados 4 e 5, sua transitividade foi mediana, transitando apenas em 2 jogos.

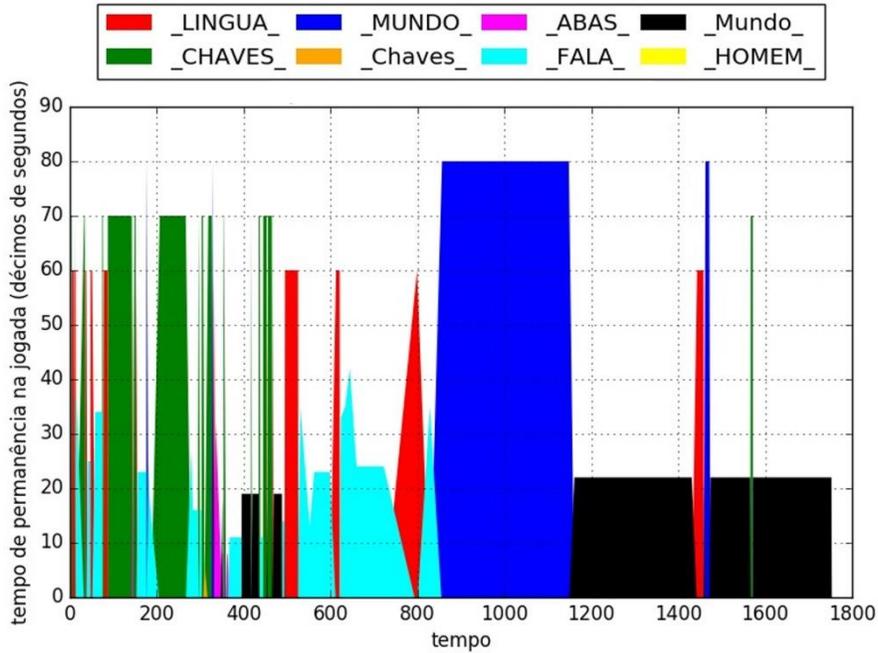


**Figura 62.** Diagrama de Estados EICA

As distorções no estado 4 (inferência) com alta latência, baixa frequência e permanência, indica um indivíduo pouco reflexivo, ainda agravado pela ausência do estado 7 (conteúdo processo). Isto indica uma baixa elaboração epistêmica e operativa. No gráfico de transitividade pode ser observado uma transitividade limitada.

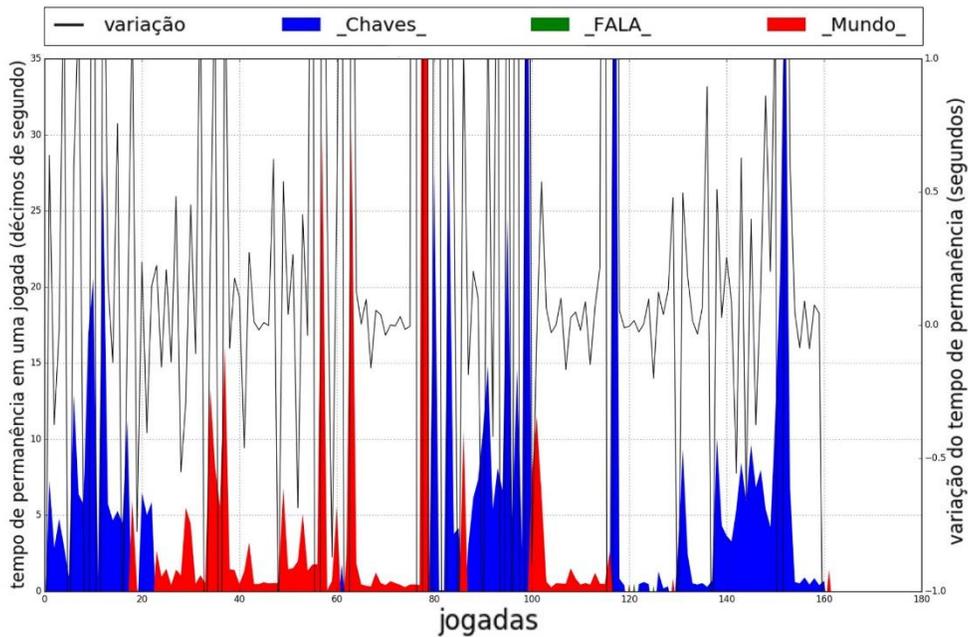
### 5.3.6. Caso 06

Nos gráficos apresentados, a criança obteve uma predição S= MÍNIMO SUCESSO no prognóstico da análise absoluta da transitividade das representações dos objetos., assim como nos cinco sistemas de *machine learning* (calculados da segunda derivada de tempo) que concordaram com a mesma predição.

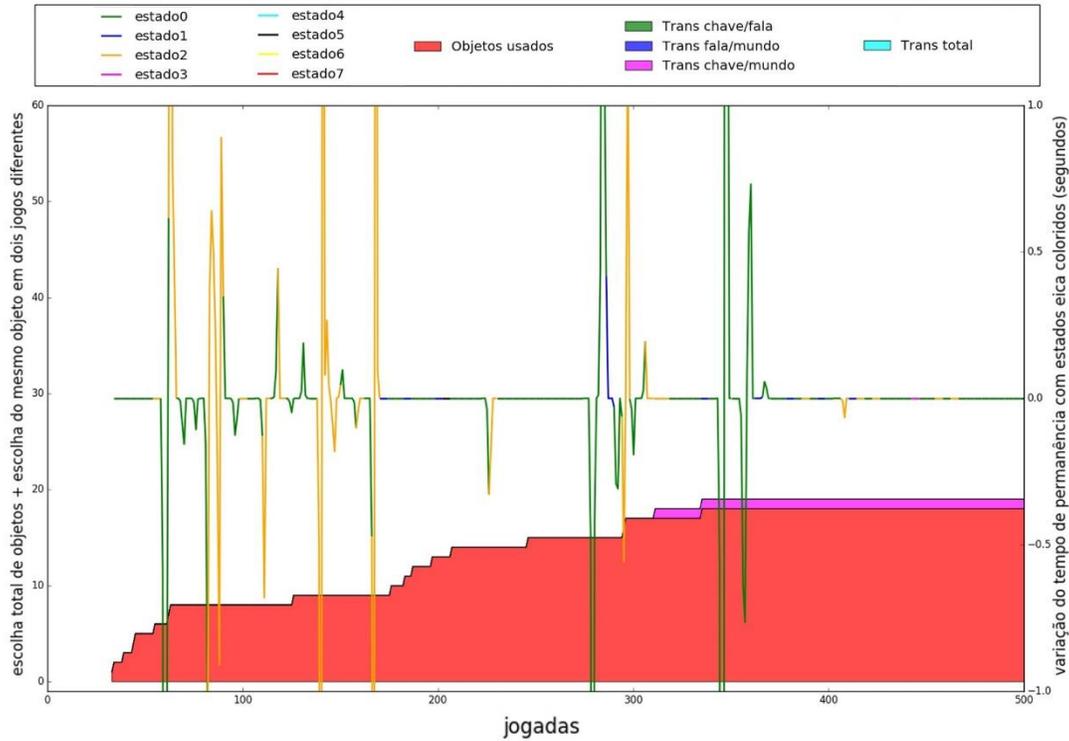


**Figura 63.** Gráfico individual de tempo nas jogadas

Observa-se aqui uma sequência de jogadas rápidas e moderadas de forma intercalada, usando as representações dos objetos em diferentes jogos. Além disso apresenta dois grandes atrasos que significam o abandono do jogo em dois diferentes jogos.



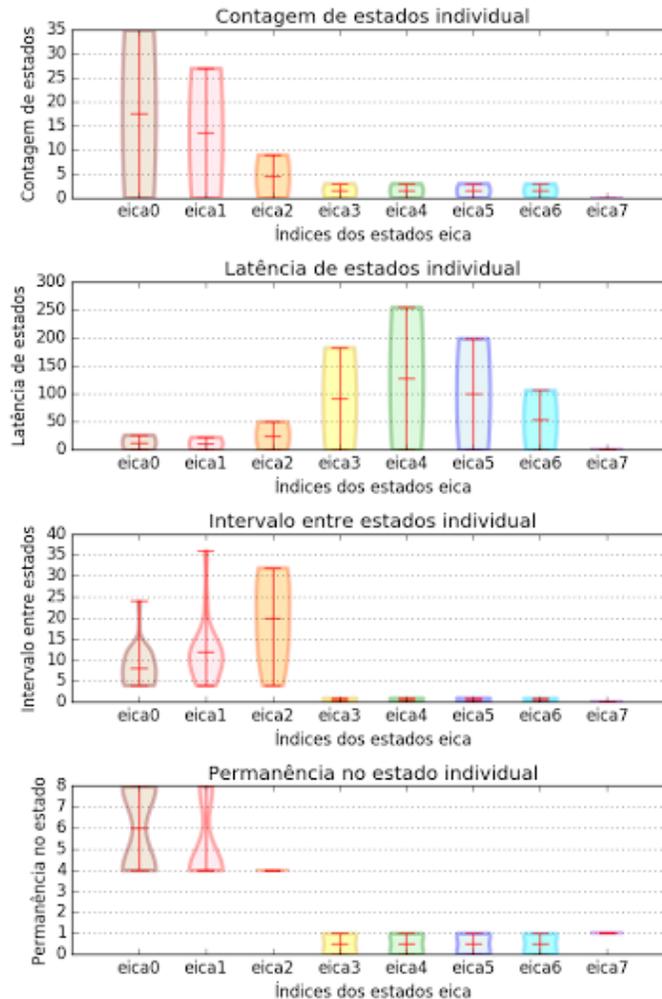
**Figura 64.** Gráfico do cálculo da segunda derivada do tempo das jogadas com predição de S= MÍNIMO SUCESSO.



**Figura 65.** Sincronização e visualização das minúcias com os eventos de escolha dos objetos reais do conhecimento.

Gráfico da sequência de estados EICA, sincronizado com o gráfico de transitividade absoluta das representações dos objetos entre os jogos.

Este indivíduo apresentou transitividade em apenas um jogo, considerando o corte de 500 segundos.

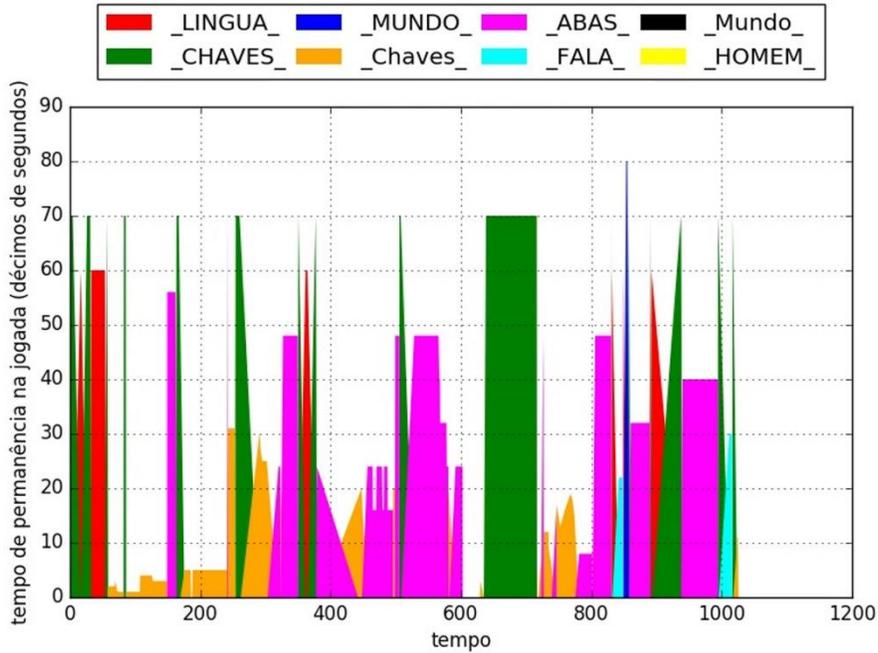


**Figura 66.** Diagrama de Estados EICA

O diagrama de estados EICA acima mostra que há uma ausência do estado 7 (conteúdo processo), compensada com latências menores no estado 5 e 6 (). O diagrama de transitividade deste caso é muito parecido com o caso anterior. Isto indica que podemos ter diversos tipos de anomalias na máquina EICA, resultando em padrões de transitividade semelhante.

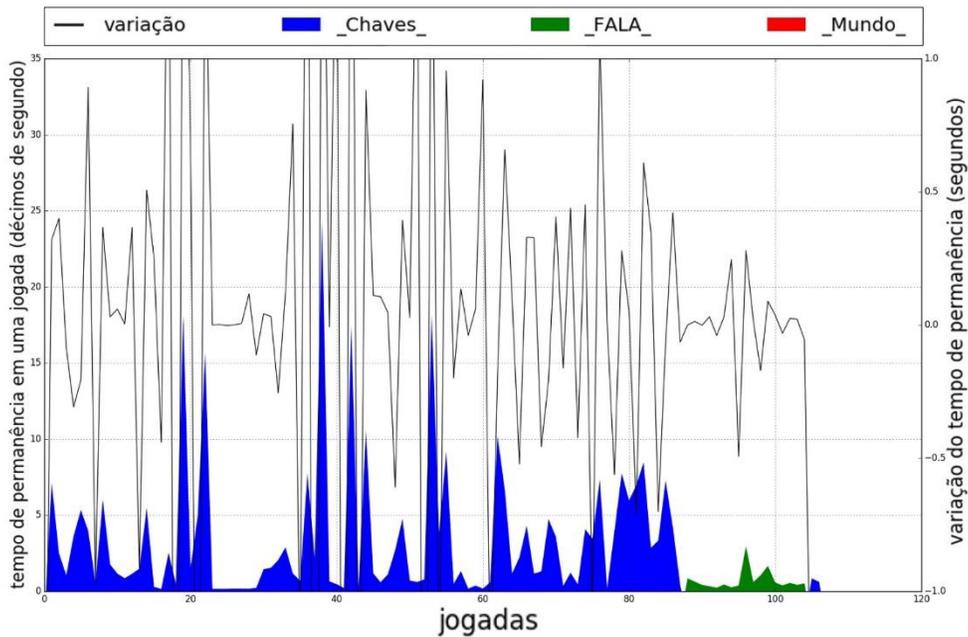
### 5.3.7. Caso 07

Nos gráficos apresentados, a criança obteve uma predição F= FALSO SUCESSO no prognóstico da análise absoluta da transitividade das representações dos objetos., assim como nos cinco sistemas de *machine learning* (calculados da segunda derivada de tempo) que concordaram com a mesma predição.

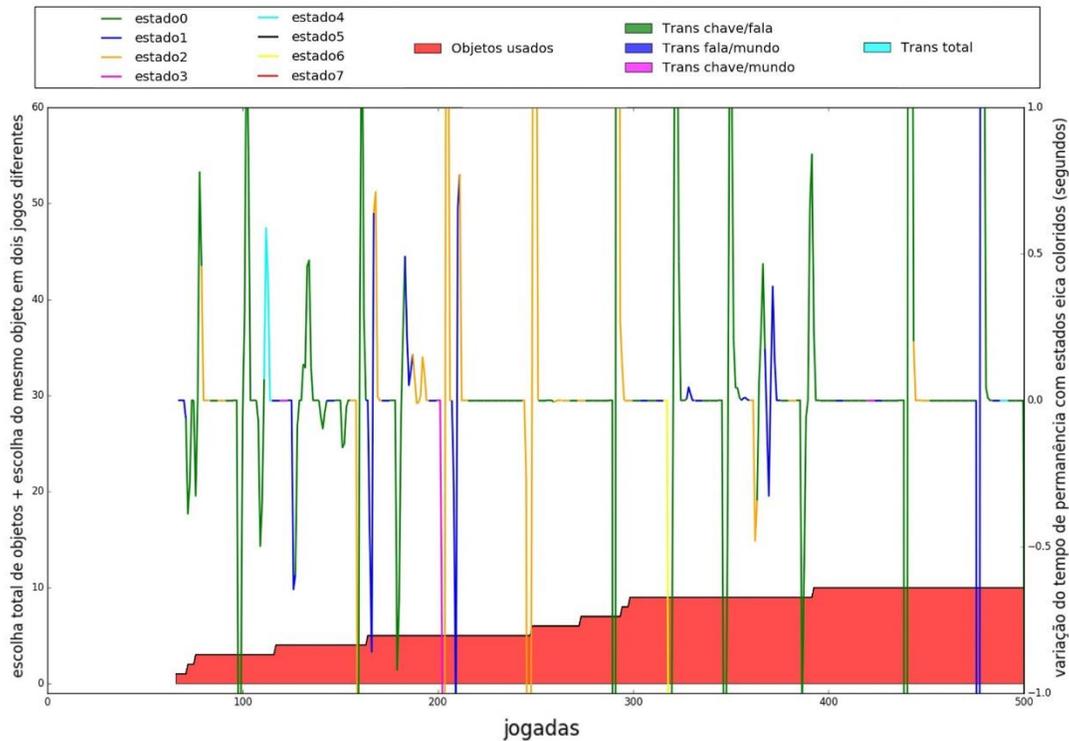


**Figura 67.** Gráfico individual de tempo nas jogadas

Observa-se aqui uma sequência de jogadas rápidas e moderadas de forma intercalada, usando as representações dos objetos em diferentes jogos. Além disso apresenta alguns atrasos que significam o abandono do jogo em diferentes jogos.



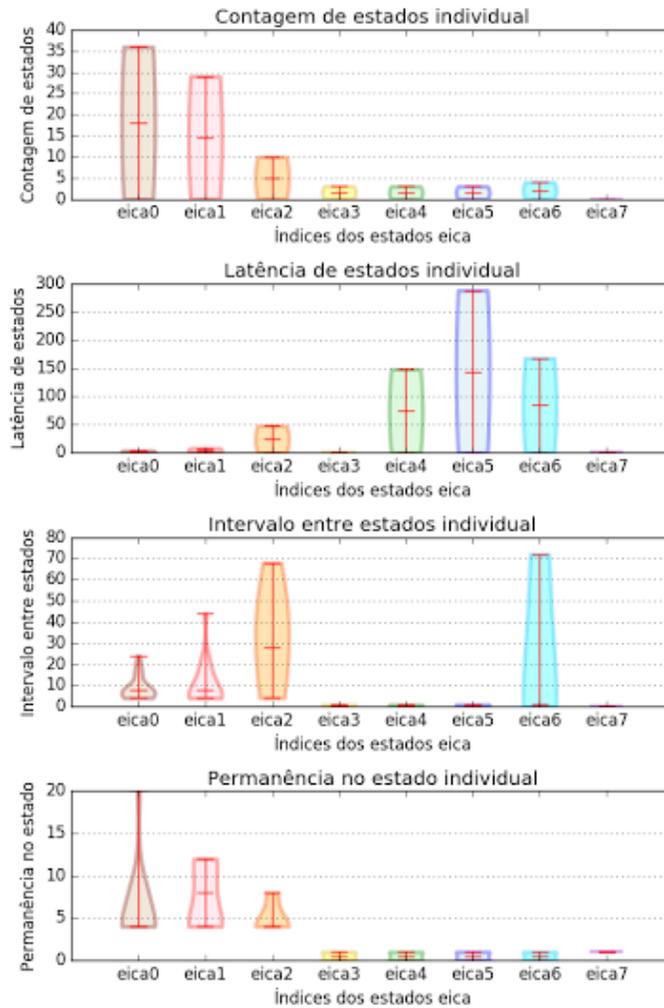
**Figura 68.** Gráfico do cálculo da segunda derivada do tempo das jogadas com predição de F= FALSO SUCESSO.



**Figura 69.** Sincronização e visualização das minúcias com os eventos de escolha dos objetos reais do conhecimento.

Gráfico da sequência de estados EICA, sincronizado com o gráfico de transitividade absoluta das representações dos objetos entre os jogos.

Este indivíduo chega até o estado 4 e retorna aos estados anteriores, também não apresenta transitividade de jogadas em diferentes jogos.

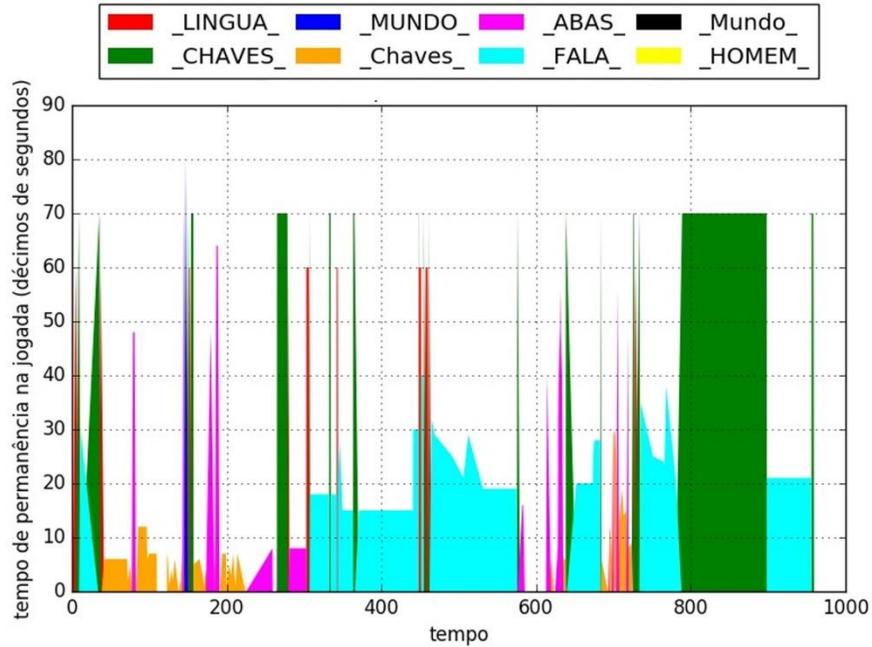


**Figura 70.** Diagrama de Estados EICA

O diagrama de estados EICA acima mostra que há uma baixa contagem de estados a partir do estado 2.hierarquia entre estados, isto indica um uso parcial da elaboração cognitiva.

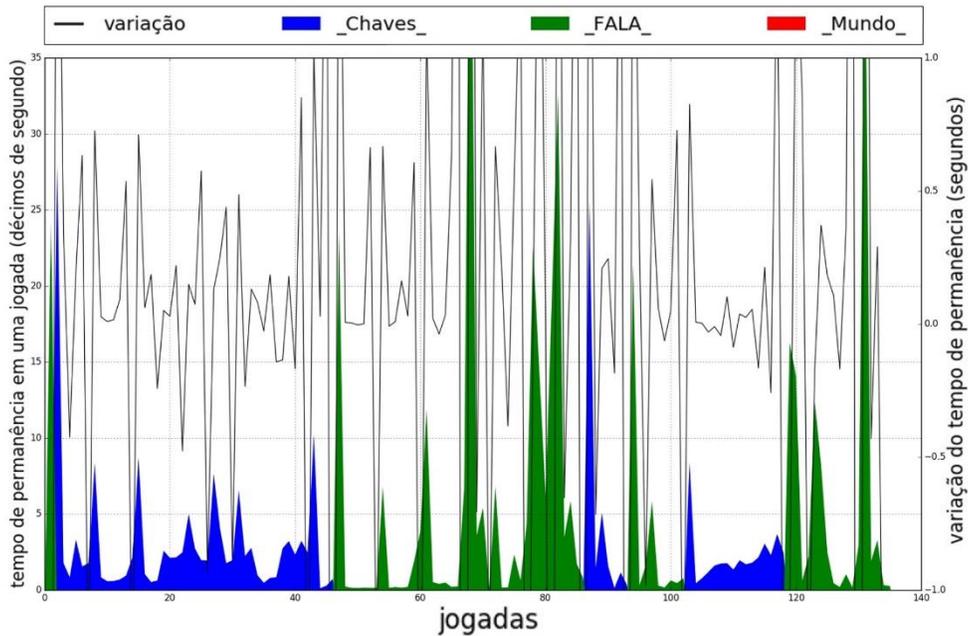
### 5.3.8. Caso 08

Nos gráficos apresentados, a criança obteve uma predição F= FALSO SUCESSO no prognóstico da análise absoluta da transitividade das representações dos objetos., assim como nos cinco sistemas de *machine learning* (calculados da segunda derivada de tempo) que concordaram com a mesma predição.

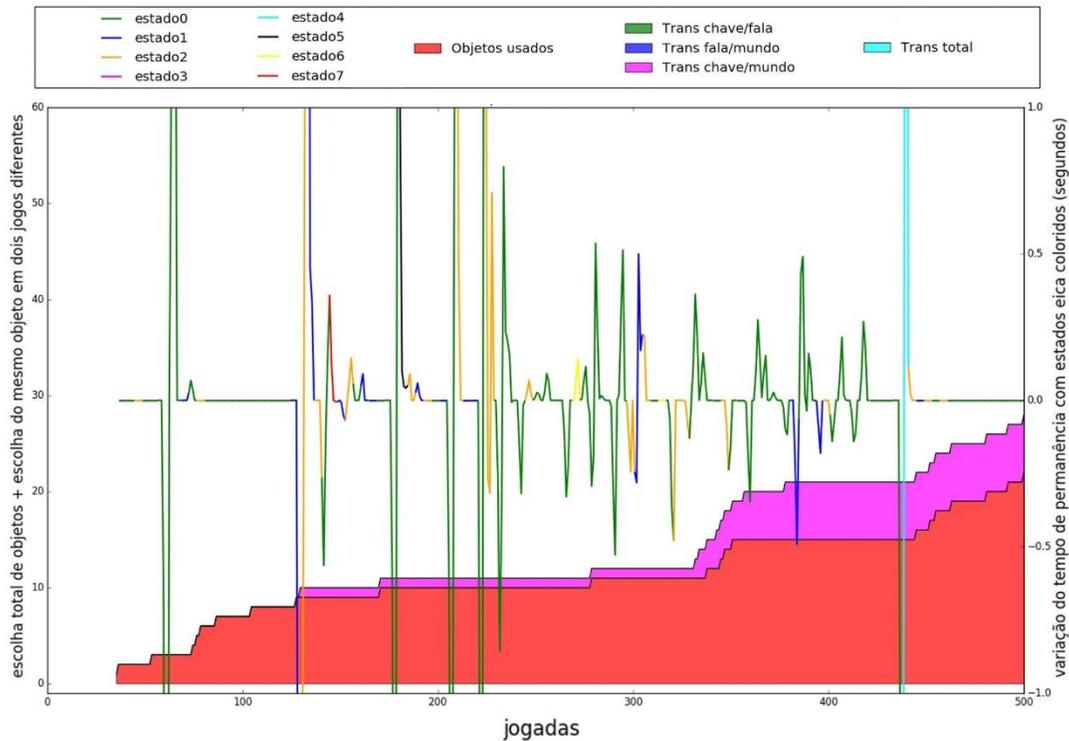


**Figura 71.** Gráfico individual de tempo nas jogadas

Observa-se aqui uma sequência de jogadas moderadas e lentas de forma intercalada, usando as representações dos objetos em diferentes jogos. Além disso apresenta alguns atrasos que significam o abandono do jogo em diferentes jogos.



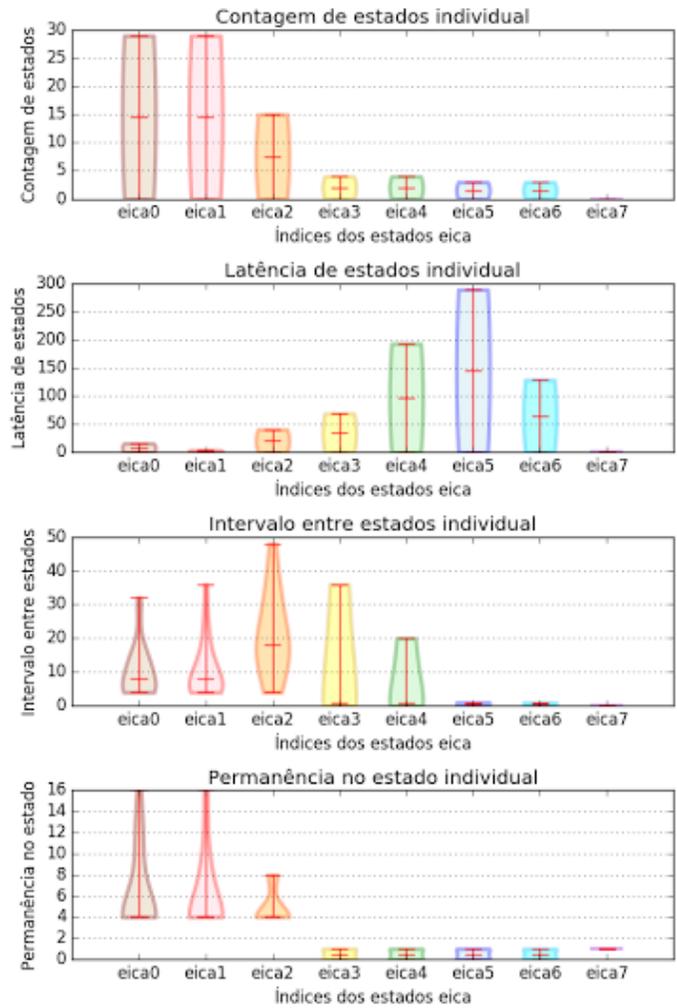
**Figura 72.** Gráfico do cálculo da segunda derivada do tempo das jogadas com predição de F= FALSO SUCESSO.



**Figura 73.** Sincronização e visualização das minúcias com os eventos de escolha dos objetos reais do conhecimento.

Gráfico da sequência de estados EICA, sincronizado com o gráfico de transitividade absoluta das representações dos objetos entre os jogos.

Observa-se aqui um pequeno atraso no tempo de reação, iniciando a resposta com uma sequência pequena de jogadas rápidas nos estados 1 e 2, usando as representações dos objetos com transitividade em um jogo diferente, até o corte de 500 segundos.

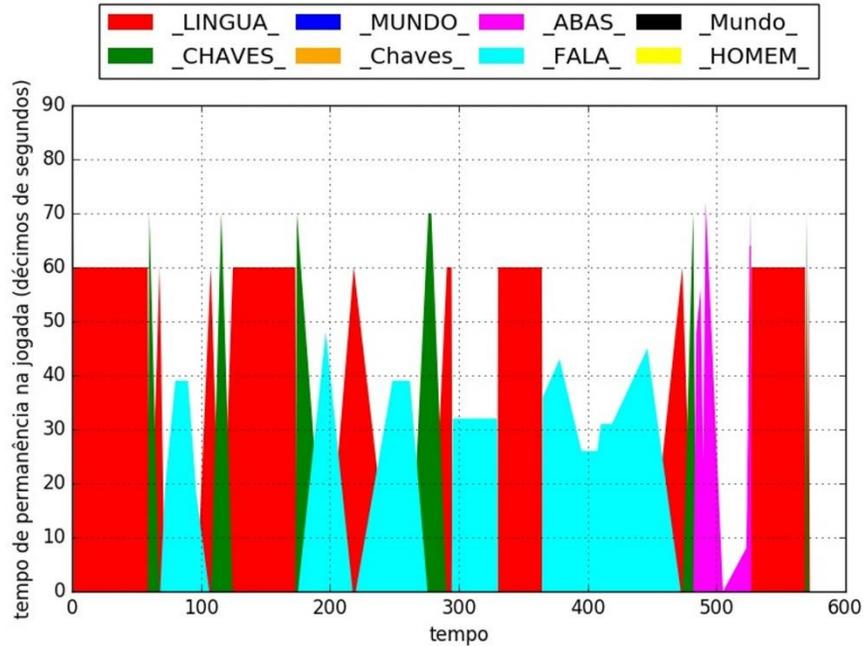


**Figura 74.** Diagrama de Estados EICA

O diagrama de estados EICA acima mostra que há uma baixa contagem de estados a partir do estado 3. Isto indica uma ligeira melhora em relação ao caso anterior.

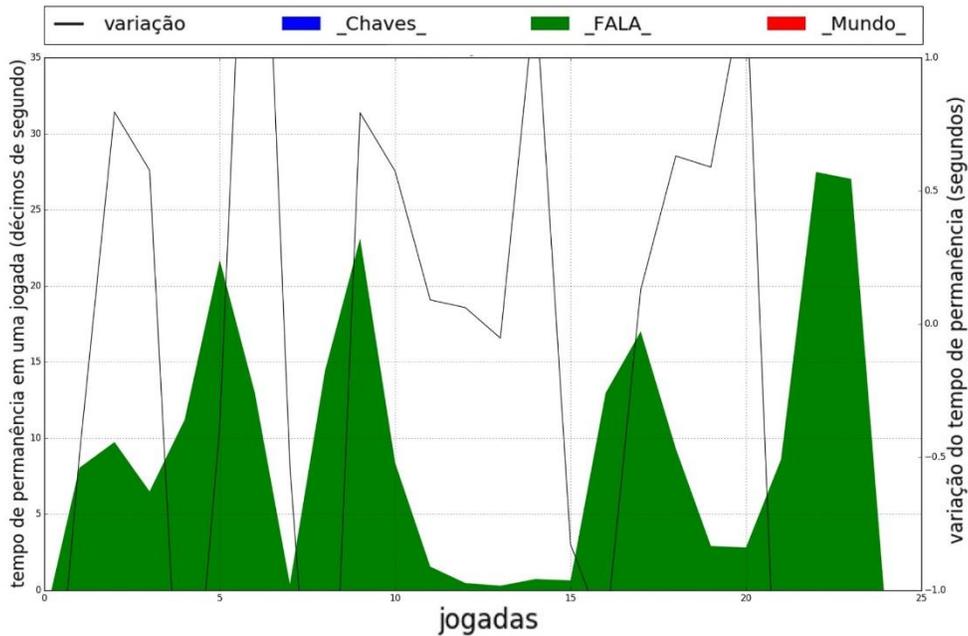
### 5.3.9. Caso 09

Nos gráficos apresentados, a criança obteve uma predição E= EXCLUSÃO SIMBÓLICA no prognóstico da análise absoluta da transitividade das representações dos objetos., assim como nos cinco sistemas de *machine learning* (calculados da segunda derivada de tempo) que concordaram com a mesma predição.

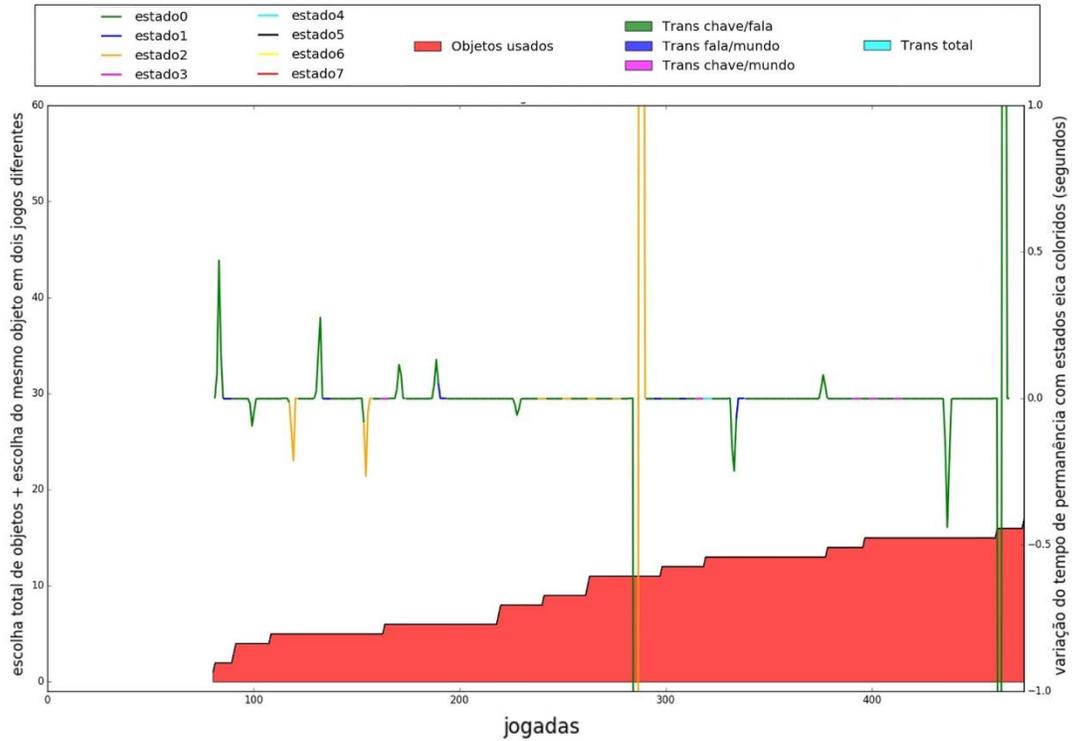


**Figura 75.** Gráfico individual de tempo nas jogadas

Observa-se aqui uma sequência de jogadas moderadas e lentas de forma intercalada, usando as representações dos objetos em diferentes jogos. Além disso apresenta alguns atrasos que significam o abandono do jogo em diferentes jogos.

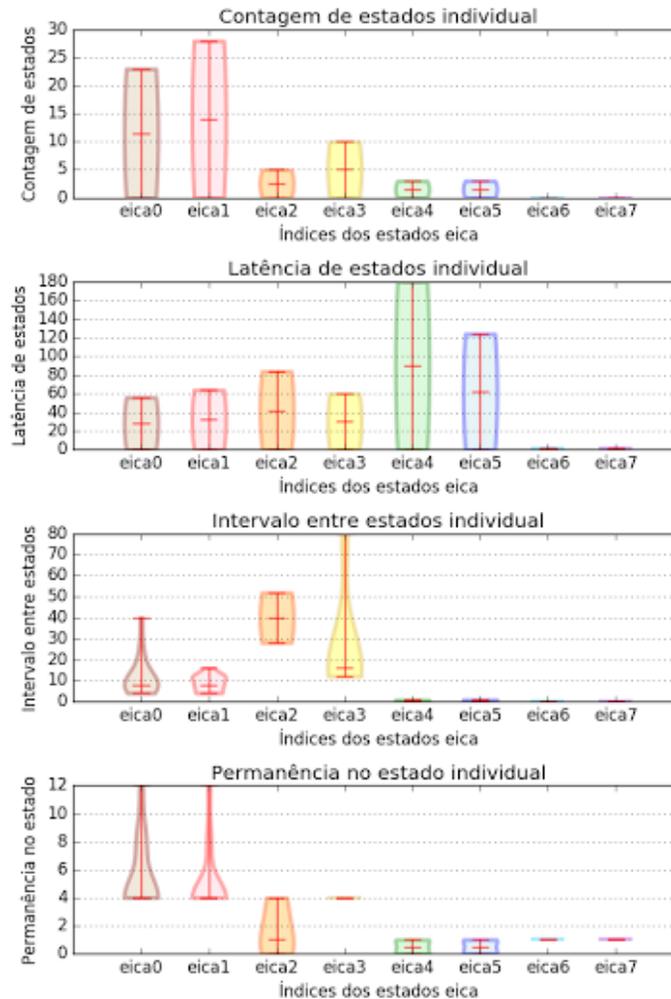


**Figura 76.** Gráfico do cálculo da segunda derivada do tempo das jogadas com predição de E= EXCLUSÃO SIMBÓLICA.



**Figura 77.** Sincronização e visualização das minúcias com os eventos de escolha dos objetos reais do conhecimento.

Gráfico da sequência de estados EICA, sincronizado com o gráfico de transitividade absoluta das representações dos objetos entre os jogos. Este indivíduo apresentou tempo de reação lento e não apresentou transitividade entre os diferentes jogos.

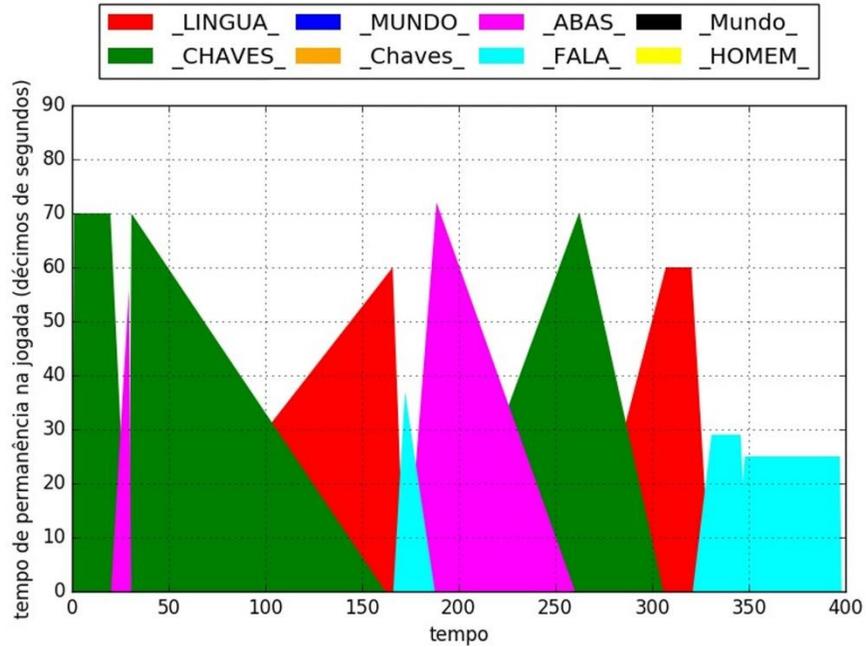


**Figura 78.** Diagrama de Estados EICA

O diagrama de estados EICA acima mostra que há uma ausência dos estados 6 e 7, com baixa contagem nos estados 2, 3, 4 e 5. Apresentando também uma latência acima do normal nos estados iniciais. Isto indica pouco engajamento e motivação para a tarefa. Pode-se também observar no gráfico de transitividade o grande espaçamento entre as jogadas.

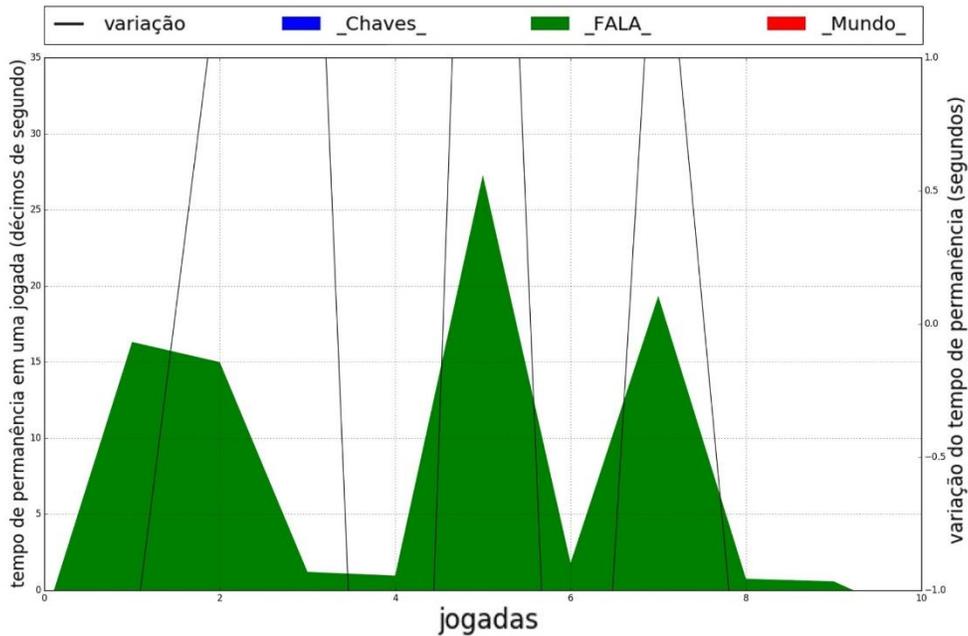
### 5.3.10. Caso 10

Nos gráficos apresentados, a criança obteve uma predição E= EXCLUSÃO SIMBÓLICA no prognóstico da análise absoluta da transitividade das representações dos objetos., assim como nos cinco sistemas de *machine learning* (calculados da segunda derivada de tempo) que concordaram com a mesma predição.

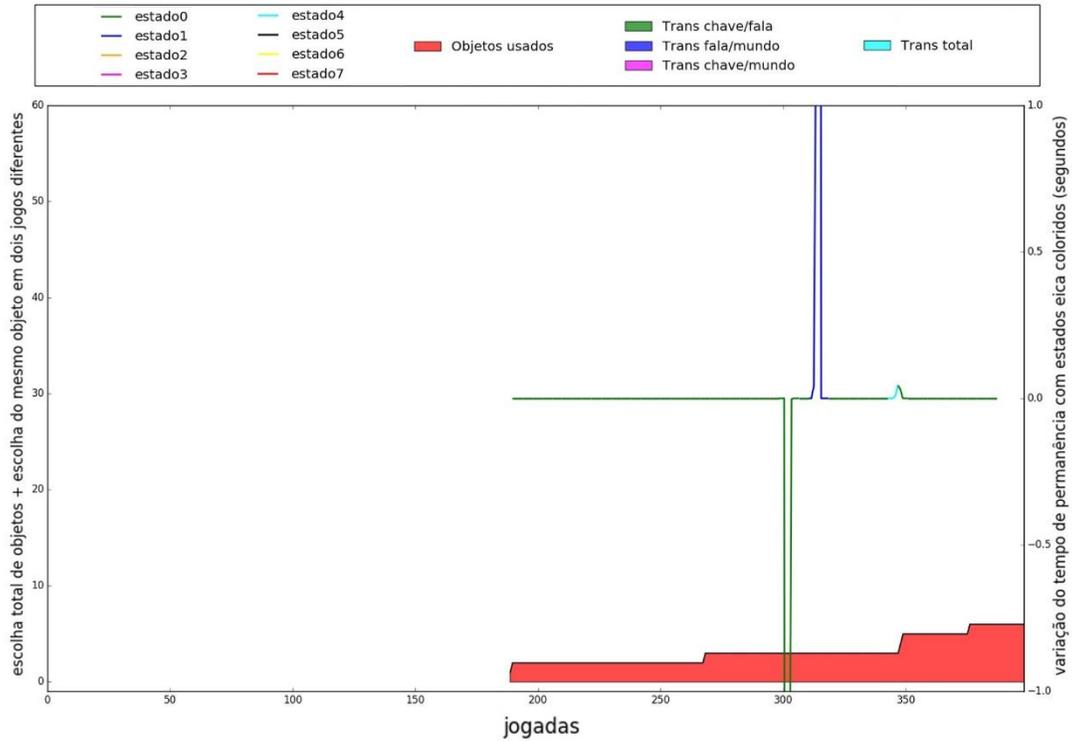


**Figura 79.** Gráfico individual de tempo nas jogadas

Observa-se aqui uma sequência de jogadas lentas usando as representações dos objetos em diferentes jogos. Além disso apresenta alguns atrasos que significam o abandono do jogo em diferentes jogos.

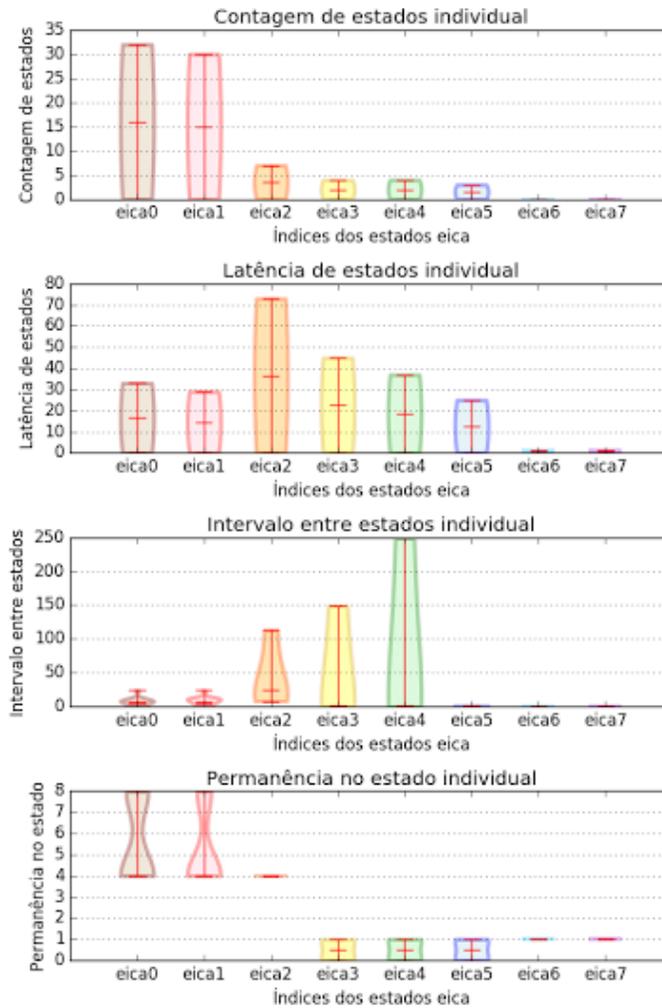


**Figura 80.** Gráfico do cálculo da segunda derivada do tempo das jogadas com predição de E= EXCLUSÃO SIMBÓLICA. Este indivíduo apresenta baixíssima aceleração.



**Figura 81.** Sincronização e visualização das minúcias com os eventos de escolha dos objetos reais do conhecimento.

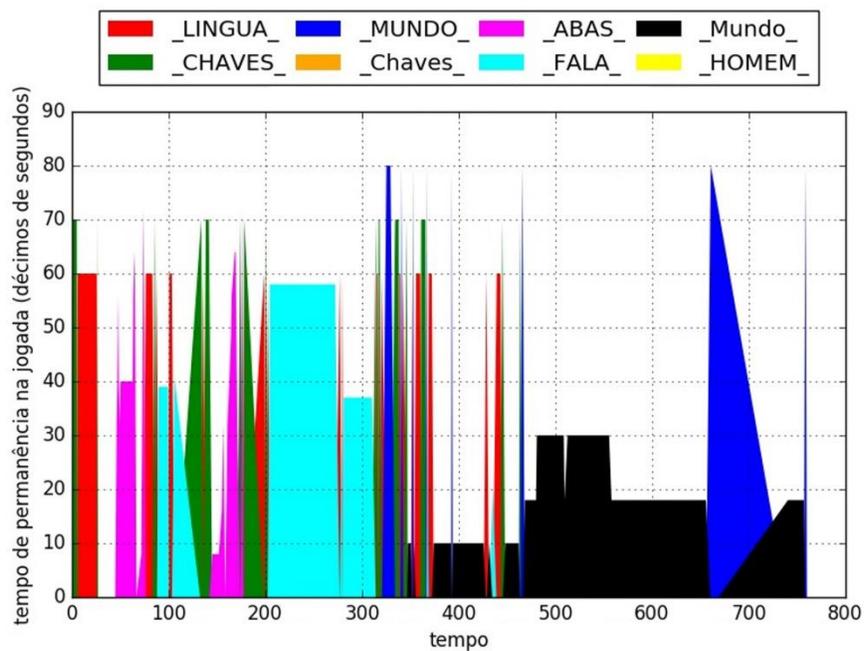
Gráfico da sequência de estados EICA, sincronizado com o gráfico de transitividade absoluta das representações dos objetos entre os jogos. Este indivíduo apresenta tempo de reação muito lento, usando um ciclo de poucos estados e nenhuma transitividade entre os diferentes jogos.



**Figura 82.** Diagrama de Estados EICA

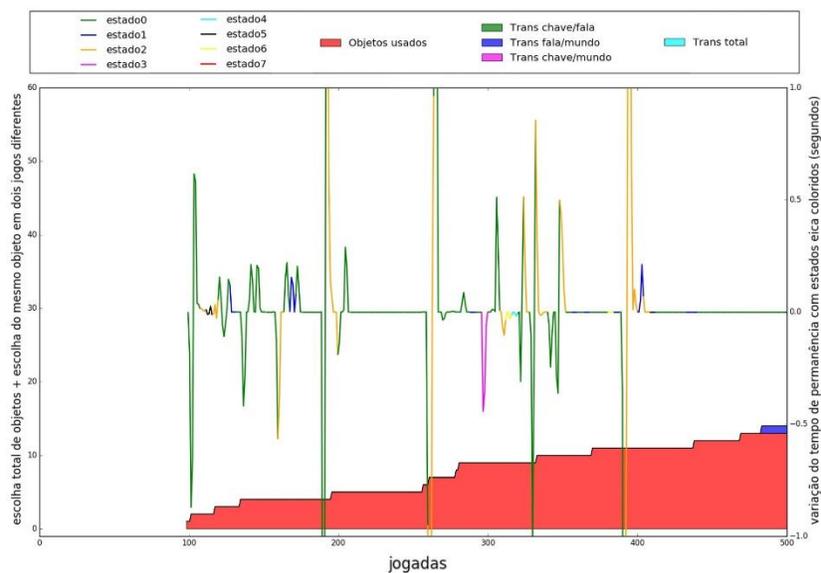
O diagrama de estados EICA acima mostra que há uma ausência dos estados 6 e 7, com baixa contagem nos estados 2, 3, 4 e 5. Apresentando também uma latência acima do normal nos estados iniciais, como no caso anterior. Isto indica pouco engajamento e motivação para a tarefa. Pode-se também observar no gráfico de transitividade o grande atraso entre as jogadas.

### 5.3.11. Caso 11



**Figura 83.** Gráfico individual de tempo nas jogadas

Observa-se que este indivíduo varia as jogadas em tempos diversos, sem manter nenhum padrão fixo.

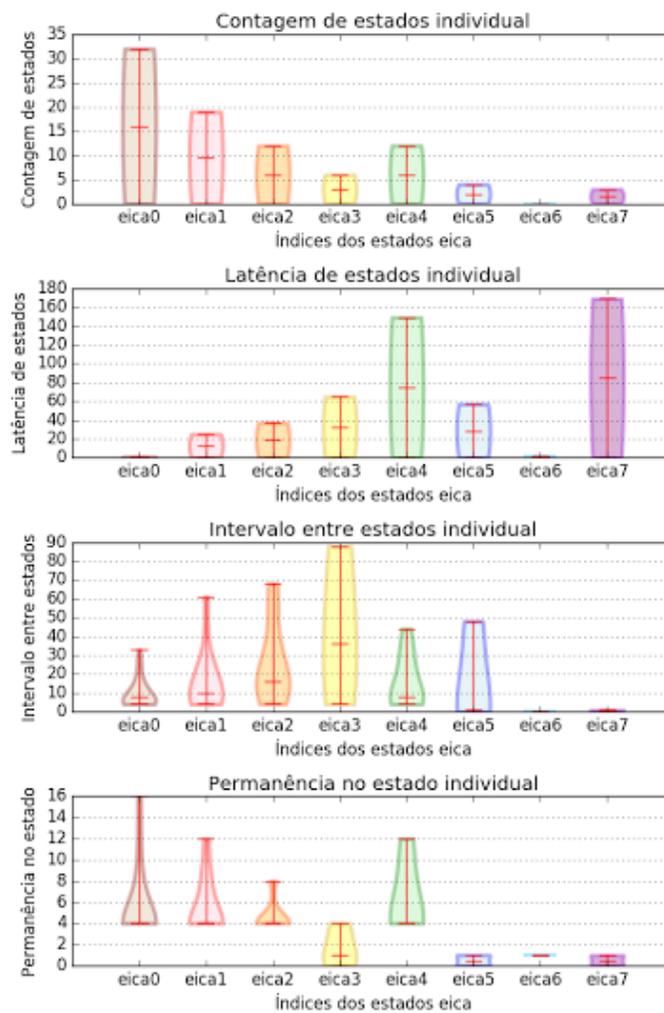


**Figura 84.** Sincronização e visualização das minúcias com os eventos de escolha dos objetos reais do conhecimento.

Gráfico da sequência de estados EICA, sincronizado com o gráfico de transitividade absoluta das representações dos objetos entre os jogos.

Este indivíduo foi diagnosticado como superdotado. O importante aqui é observar é que apesar do estado 4 ser de difícil acesso na maioria dos casos, aqui foi alcançado, mesmo que rapidamente.

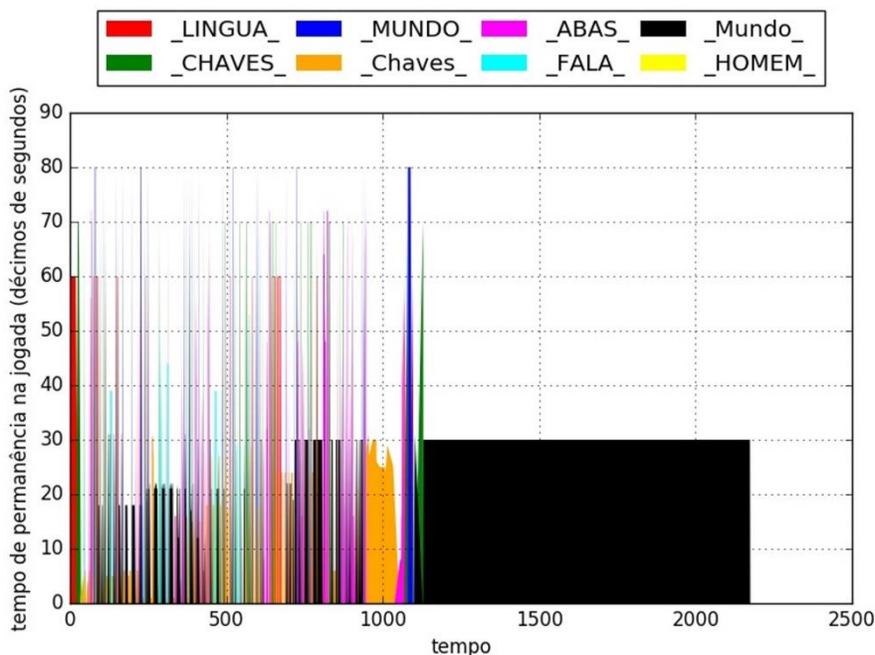
Apesar do diagnóstico de superdotado, apresentou transitividade em apenas um jogo diferente. Isto significa que não se encontra nenhum padrão específico de identificação da superdotação através da análise de dados aqui realizada neste caso.



**Figura 85.** Diagrama de Estados EICA

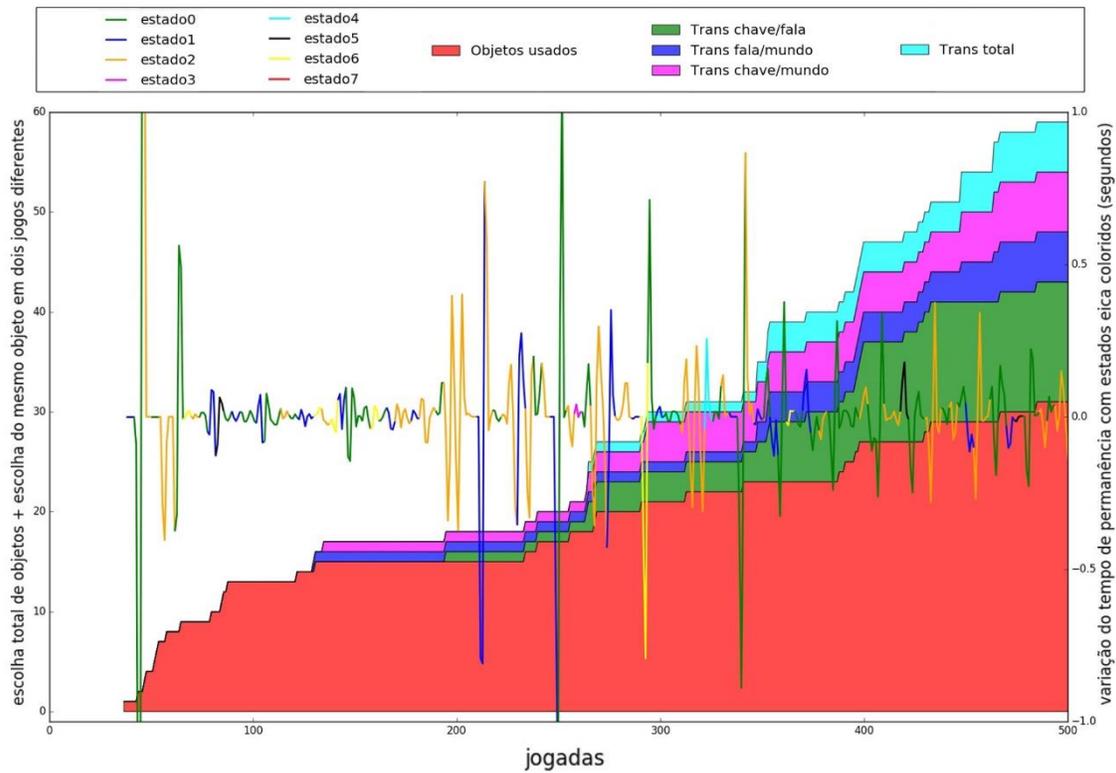
O diagrama de estados EICA acima mostra que há uma hierarquia entre estados, diminuindo em contagem, aumentando em latência, o que demonstra o aumento da complexidade dos estados avançados.

### 5.3.12. Caso 12



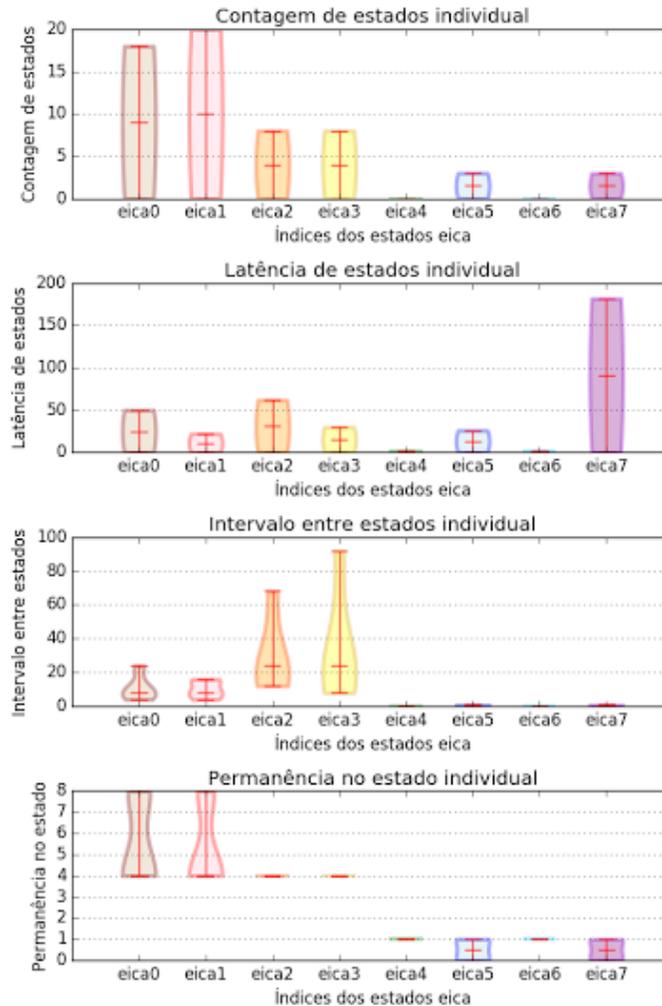
**Figura 86.** Gráfico individual de tempo nas jogadas

Observa-se aqui uma sequência de jogadas rápidas usando as representações dos objetos em diferentes jogos, de forma semelhante ao desempenho do tipo verdadeiro sucesso. Apesar disso também observamos o abandono do jogo logo após as primeiras jogadas.



**Figura 87.** Sincronização e visualização das minúcias com os eventos de escolha dos objetos reais do conhecimento.

Gráfico da sequência de estados EICA, sincronizado com o gráfico de transitividade absoluta das representações dos objetos entre os jogos. Este indivíduo possui o diagnóstico de superdotação e apresenta boa variabilidade nos estados EICA, apresentando também alta transitividade entre os diferentes jogos. Resultado semelhante ao tipo verdadeiro sucesso. Neste caso podemos observar uma correlação do diagnóstico de superdotação com a análise de dados aqui apresentada.



**Figura 88.** Diagrama de estados EICA

Este indivíduo foi diagnosticado como superdotado. O importante aqui é observar a rapidez com que o estado 7 (complexo) é alcançado.

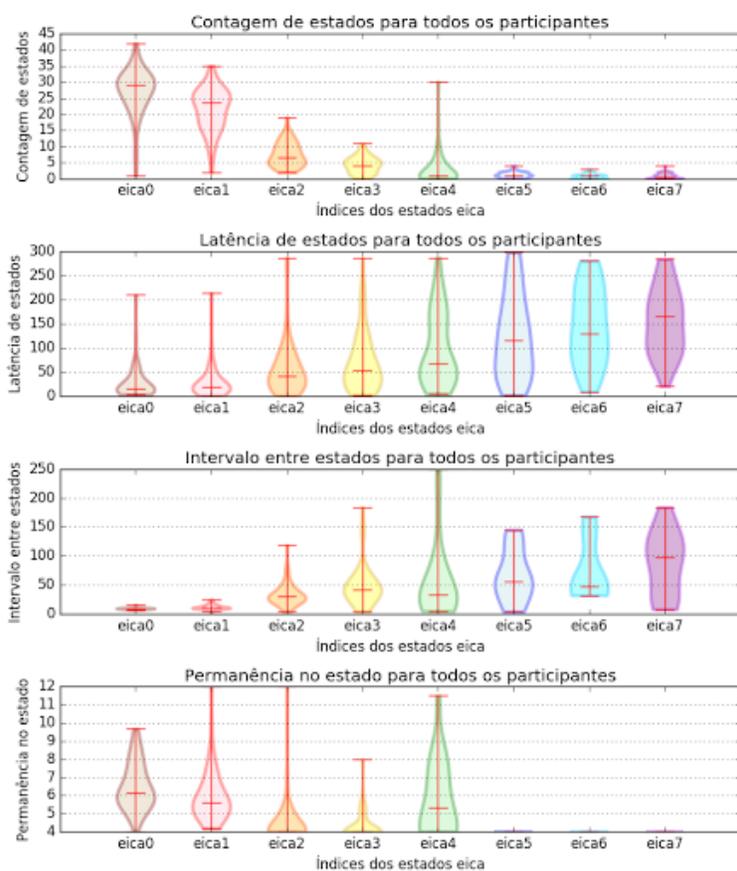
#### 5.4. Diagrama de estados EICA geral

O diagrama de estados EICA de toda a população estudada mostra que há uma hierarquia entre estados, diminuindo em contagem e aumentando em latência e repetição.

A arquitetura da máquina EICA corresponde aos dados coletados em que os estados mentais são sub máquinas sequenciais. Assim, a informação sofre o menor atraso para chegar no primeiro estágio e o maior atraso para chegar no último estágio. Isto significa que os estados iniciais da máquina EICA são mais simples e os seguintes são mais complexos. O fato de existir os universais da cognição que aparecem no tratamento de dados da população

em geral, não suprime as particularidades dos indivíduos. Estes universais fornecem réguas científicas e objetivas para a avaliação da cognição de maneira isenta do *setting tradicional de avaliação do pensamento*.

Desta forma os dados aqui encontrados apresentam indícios de que a mente funciona como uma máquina de estados, assim como o proposto no modelo citado.

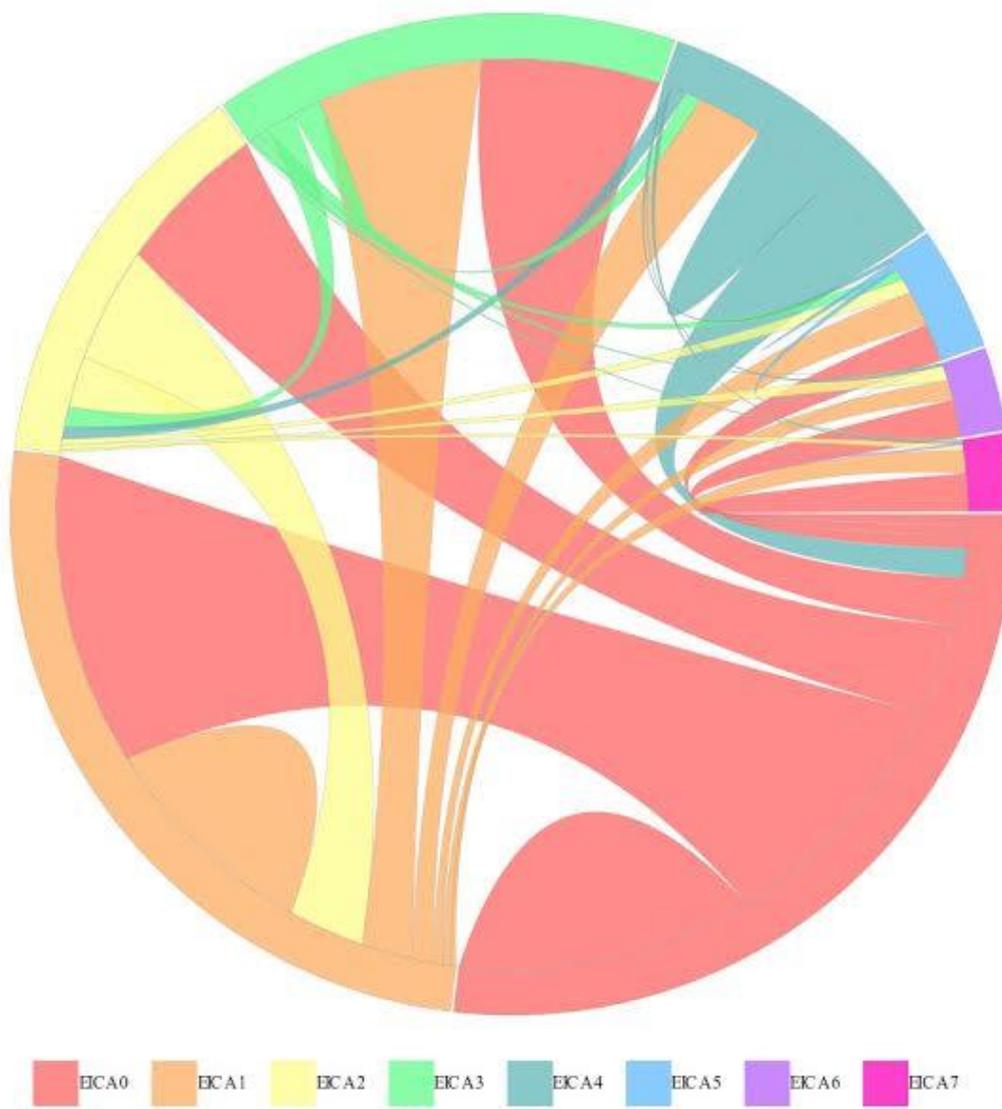


**Figura 89.** Diagrama de Estados EICA geral

O diagrama de estados EICA acima mostra que há uma hierarquia entre estados, diminuindo em contagem, aumentando em latência, o que demonstra o aumento da complexidade dos estados avançados.

### 5.5. Ideograma geral da máquina EICA

O ideograma abaixo mostra como a máquina EICA de toda a população estudada transita de um estado para o outro, de acordo com movimentos pendulares já mencionados no modelo teórico que apresenta transições entre vários estados:



**Figura 90.** Ideograma geral da máquina EICA

O ideograma mostra todas as relações entre os estados encontrados pela máquina EICA para a população estudada na pesquisa. Encontramos 8 estados distintos, dos 12 estados previstos, numerados de 0 a 7. Temos duas possibilidades nesta leitura: ou a população não apresentou a totalidade de estados previstos, o que seria compatível com o

desenvolvimento cognitivo da faixa etária observada, ou a máquina está identificando estados que apresentamos como distintos em um só estado, e só seria possível distinguir entre eles com maior refinamento. O décimo segundo estado teórico, de Patamares Superiores, não é encontrado pois ele seria a conexão com o próximo período histórico, ainda não implementado. Ou seja, temos ou 3 estados não encontrados na população, ou que se apresentam em conjunto aos demais.

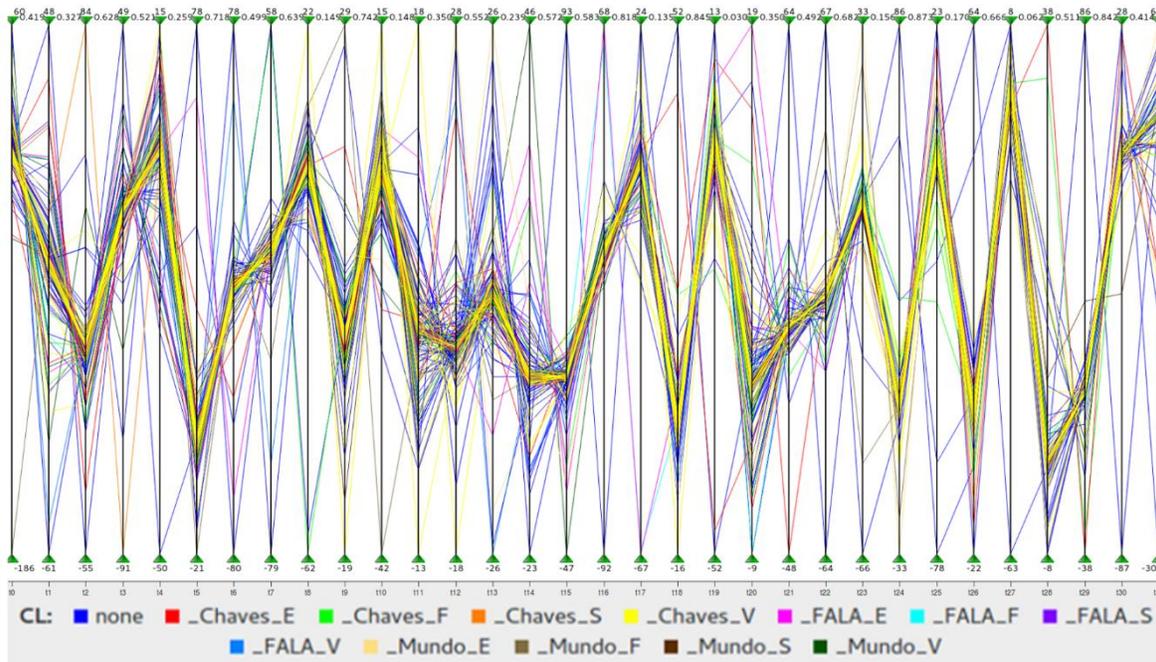
As ligações entre os estados representam a transitividade entre eles, onde a base da ligação em cada um dos estados indica sua saída em direção ao outro estado, e a cor representa o estado predominante como origem. A maioria dos estados apresentam uma relação reflexiva, indicada por uma montanha que inicia e se encerra no próprio estado, mostrando ou a reflexibilidade do mesmo. Apenas os estados 6 e 7 não apresentam reflexibilidade na população pesquisada.

O movimento indicado pelas ligações mostra que a sequencialidade dos estados mentais não é linear, porém pendular. Toda relação é transitiva e reversiva em maior ou menor grau, e todos os estados se relacionam a todos os demais, em maior ou menor grau, enquanto os dois estados iniciais são os principais eixos deste movimento.

De acordo com a proposta teórica apresentada, o estado zero representa a interação inicial do jogador com um Objeto Real do Conhecimento. A partir deste contato, e nas relações livremente estabelecidas pelas crianças em cada um dos jogos, progride-se para cada um dos demais estados, conforme o perfil cognitivo de cada indivíduo. Apenas na relação com o estado quatro é que há predominância deste como origem - e não destino - em relação ao estado zero.

Apesar de ser possível identificar os estados através da análise dos dados de cada jogador, bem como a relação direta do estado zero com o modelo teórico, ainda não foi possível identificar precisamente os demais estados. Porém, ao menos para a população da pesquisa, este seria o modelo mental completo, com todas as possibilidades de interações entre estados distintos que efetivamente ocorreram.

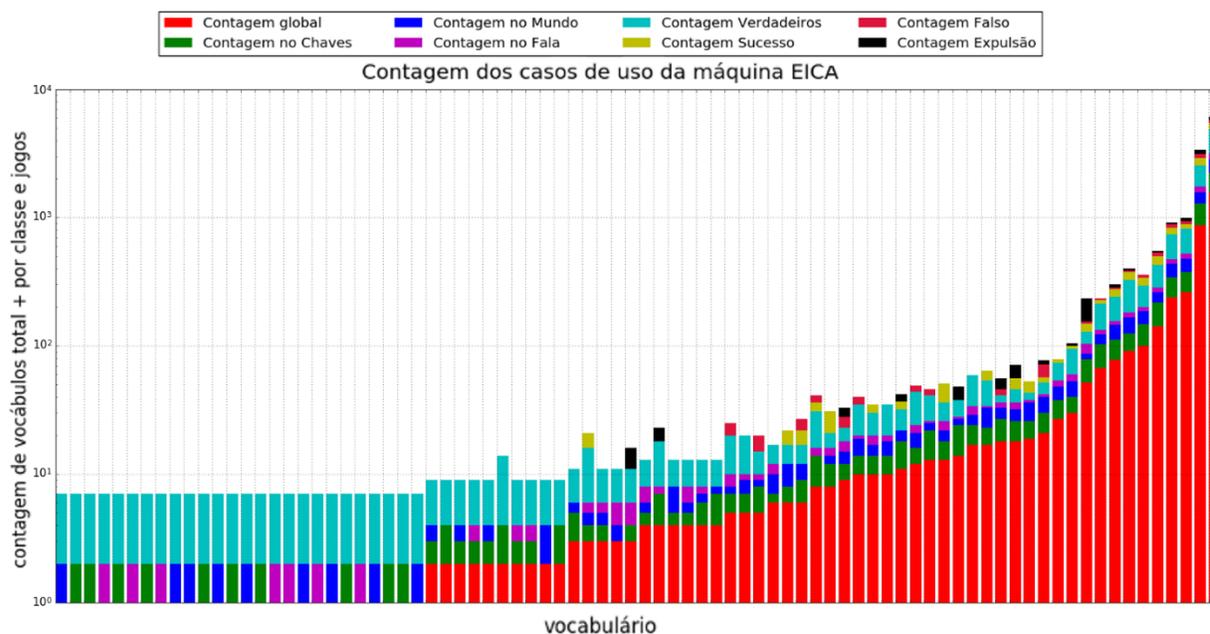
## 5.6. Gráfico de Coordenadas Paralelas



**Figura 91.** Gráfico de Coordenadas Paralelas

O gráfico de coordenadas paralelas representa cada dimensão do dado em um conjunto de eixos verticais paralelos. A interpretação é dada pela ortogonalidade dos segmentos. Se os segmentos se cruzam, então os dados têm correlação negativa, mas segmentos paralelos indicam correlação positiva. As coordenadas paralelas estão apresentadas no gráfico de coordenadas paralelas, onde cada cor representa a aceleração cognitiva de um aluno diferente no período inicial de trinta segundos de jogo. Os dados que seguem rotas praticamente coincidentes indicam uma forte correlação da cognição entre todos os jogadores neste intervalo. Esta correlação aponta fortemente para uma universalidade da cognição humana. Neste trabalho, esta universalidade está justificada pela existência de uma máquina de estados cognitiva padrão que é usada por todos os indivíduos, sem distinção.

## 5.7. Casos de uso da Máquina EICA



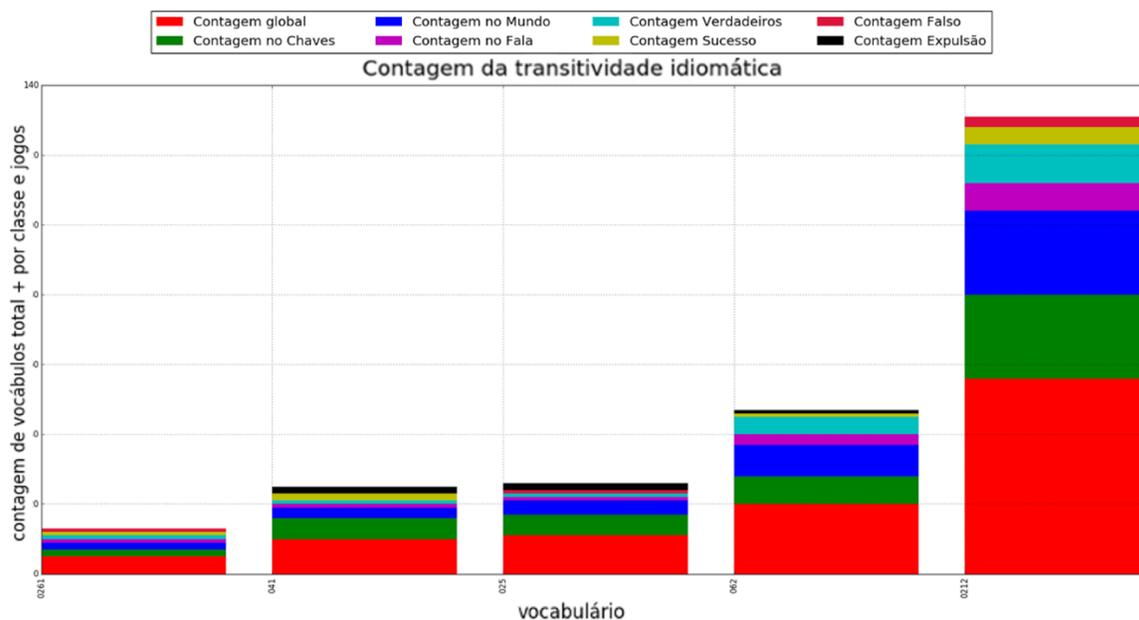
**Figura 92.** Contagem dos casos de uso da Máquina EICA

Investigação dos casos de uso da máquina EICA. Os algoritmos de rastreamento de rajadas. Os níveis léxico, sintático, idiomático e semântico.

Uma vez discriminados no gráfico de aceleração cognitiva, podemos fazer um levantamento dos casos de uso destes estados. O modelo adotado foi usar o estado zero, que tem a maior contagem e menor intervalo de repetição. O estado zero foi usado como um marcador de caso de uso, sendo contabilizado como o primeiro de uma sequência que é encerrada quando o próximo estado zero é encontrado. Esta análise então computa o perfil estatístico do vocabulário EICA discriminado pelos casos de uso encontrados. No gráfico acima, os vocábulos estão ordenados da menor contagem para a maior contagem observada em toda a população amostrada. A contagem também está computada para cada classe cognitiva e para cada jogo em separado. Pode-se observar que à direita do gráfico se encontram vocábulos de largo uso por toda a população, classe ou jogo. À esquerda vão surgindo vocábulos que são mais restritos nos três critérios. Na extrema esquerda temos vocábulos que foram encontrados uma única vez, usado por um único indivíduo, para um único jogo e o indivíduo é da classe Verdadeiro Sucesso. Este perfil dos vocábulos indica

que se possa fazer diagnósticos baseados nestas contagens e até mesmo em trabalhos futuros eles possam ser triangulados por jogos específicos para determinar o seu valor cognitivo.

### 5.8. Transitividade Idiomática



**Figura 93.** Contagem da transitividade idiomática

Na investigação do uso da máquina EICA se parte do estado, passa pelo vocábulo e se chega a frases idiomáticas. Na figura acima mostramos as frases encontradas que transitam em diversos jogos. Como estas frases denotam um nível de complexidade a nível de regra, o gráfico dá indícios que regras codificadas na máquina, mesmo com uma mesma representação, apresentam transitividade entre áreas de conhecimentos distintas.

## 6. Discussões

A cognição é um patrimônio universal da humanidade que garante o acesso à felicidade. Baseado nesta convicção, este trabalho apresenta um modelo mental cognitivo que foi comprovado através de um instrumento de captura cognitiva, na forma de *game* inteligente.

A H1: é possível inferir processos cognitivos, não diretamente observáveis, a partir da captura refinada de comportamentos operativos observáveis, foi plenamente confirmada nos dados encontrados.

A H2: é possível capturar nas séries temporais, soluções canônicas na forma de gradiente, que partem da área de força em direção a área de fraqueza. Esta hipótese ainda não foi confirmada.

A H3: é possível verificar a transitividade através da reaplicação das regras de um conhecimento em outro. Foi encontrado indícios de transitividade de regras ou estados mentais semelhantes entre os diferentes jogos das diferentes disciplinas.

H4: é possível comprovar a máquina EICA. Esta hipótese foi comprovada através dos estudos estatísticos das ocorrências, latência e correspondência dos estados EICA em toda a população estudada.

Os dados indicam um encadeamento processual do comportamento que é passível de apresentar caráter preditivo, nas proposições do modelo EICA.

O encadeamento processual das EICA é constituído de conexões de nexos de significação detectados nas atuações sobre o *game* EICA. Este encadeamento indica um sistema determinado que age sobre a organização cognitiva do sujeito caracterizada por saltos cognitivos em movimentos pendulares.

De acordo com isto, vislumbramos que é possível levantar pré-requisitos para condições processuais e decisórias para compreender, prever e programar a conduta humana em direção a uma cognição mais socialmente distribuída.

Neste trabalho, percebemos relações sistemáticas codificadas em um resultado observável, do processo decisório que compõe uma mensagem composta de atos psíquicos,

como efeitos de causas subjacentes. Um ato psíquico é uma unidade processual evidenciando momentos distintos das operações cognitivas que podem claramente ser discriminados. Estes momentos são nexos estruturais que decorrem da interação entre relações num dado campo de significação dialética, aberta e renovadora (movimentos pendulares entre os estados EICA). Estes movimentos apontam para a noção de reversibilidade e autorregularão.

Desta forma, a determinação estrutural promove um carácter de regra generativa de um sistema em particular e entre sistemas, transferindo todas as relações quando todos os elementos de significação são modificados. Esta organização efetua-se por estágios de invariantes, assim a atividade mental progride através do princípio da equilibração organizada em estruturas sucessivas de nexos fundamentais de dados informacionais que se apresentam em momentos observáveis no desenvolvimento mental dos seres humanos.

Piaget (1967) criou o conceito de sujeito epistêmico que possui um esquema cognitivo universal natural do ser humano, denominado “Universais da Cognição”. Este esquema que é dialético e circular foi encontrado neste trabalho através da análise de ciclos de respostas, de sequências de estados, que aparecem nos gráficos da segunda derivada de tempo. Estes ciclos são originados de momentos de abstração e significação coordenadas.

De acordo com isto, o *game* EECA foi programado para oferecer estímulos e capturar respostas sobre os nexos. Foram, portanto, estabelecidos dados invariantes que correspondem ao postulado teórico da máquina EICA. Sua simplicidade epistemológica é enunciada por um constructo crucial: o de aprendizagem, isto é, o potencial do sistema semântico subjacente para formar novos nexos no tempo, de acordo com a natureza da transitividade própria de cada sujeito em direção a um modelo de leis universais completo.

Nestas condições este trabalho contribui em muito para a metapsicologia cumprindo indiscutivelmente uma função na previsão e controle no vasto trabalho de investigações principalmente ligadas à educação. De fato, a tramitação dos significados através dos esquemas cognitivos é expressa em nexos entrelaçados que adquirem nexos secundários. Abre-se a oportunidade de identificar aspectos lógico-gramaticais do pensamento cíclico aprendente da representação da significação.

Os resultados apontam para a existência de uma semântica fundamental que atua como uma metagemagem subjacente à conduta de representação de significados, para

construir uma mensagem de polimorfa variedade de signos percebidos exteriormente. Assim, a cognição tramita sob um código universal próprio da sintaxe do inconsciente cognitivo que é constituído de uma organização epistemológica dinâmica e estrutural.

A investigação aqui realizada se volta para a análise da intencionalidade que são os dados que decorrem de relações de significações.

Isolou-se assim, o comportamento considerado em sua universalidade que evolui ontogeneticamente no sujeito através de ciclos e saltos de estados cognitivos em sequências superpostas de formação. Assim um vasto repertório de entrelaçamentos de nexos é organizado em uma dinâmica cujo cerne está relacionado à natureza do prognóstico.

Este trabalho buscou avançar no entendimento das transformações implícitas nos fenômenos. Estamos, portanto, diante de uma generalização que permite aproximar o trabalho científico em qualquer campo.

Da psicologia à engenharia, ficaram revelados os fundamentos genuínos das passagens que vão das ações às operações, evidenciadas na atividade do sujeito. A sucessão de estados capturadas pelo *game* inteligente apresenta progressivas coordenações entre ações, como formação de esquemas onde o sujeito substitui um tipo de coordenação por outro.

Os problemas de desenvolvimento cognitivo nas crianças e adolescentes é uma fatalidade comum que afeta milhões no mundo inteiro, todos os anos. Por causa da taxa alarmante de propagação dela, particularmente em países pobres, os profissionais de educação e saúde se esforçam para criar estratégias para seu diagnóstico, atendimento e contenção.

A taxa de atrasos de aprendizagem atinge a população mais pobre que não possui acesso facilitado aos bens socioculturais que a população mais abastada possui. A escola tradicional conteudista, baseada na técnica da repetição, na aula expositiva e no uso exacerbado das funções da memória, promove de forma geral a exclusão simbólica (presença física na escola, porém sem produtividade cognitiva), falso sucesso (notas razoáveis pelo estrito uso da memória sem o desenvolvimento cognitivo), mínimo sucesso (notas medianas com desenvolvimento cognitivo mediano). Apesar disso a grande maioria das crianças avaliadas nesta pesquisa apresentou verdadeiro sucesso (independente da nota escolar e da

produtividade em memorizar conteúdos em testes, o potencial cognitivo mantém a plenitude). A escola tradicional, modelo vigente na educação brasileira não oferece acesso à avaliação da cognição. As políticas públicas de educação no Brasil ainda não priorizaram o desenvolvimento cognitivo como principal objetivo: isto é, a distribuição democrática da cognição. Este fator contribui para a propagação da pobreza. Apesar disso, os dados apresentados neste trabalho, revelam universais da cognição que estão presentes em todas as crianças testadas, independente da sua situação sócio econômica e cultural. Isto significa que o potencial de desenvolvimento cognitivo é comum a todos, isto é, a escola precisa urgentemente se transformar para reconhecer as operações cognitivas que estão subliminares às ações para formular suas avaliações e atividades de aprendizagem. Neste sentido a pesquisa científica acerca do assunto necessita de grandes investidas por parte dos cientistas e seus governos para vislumbramos um futuro de adultos mais dotados em suas competências humanas.

## **7. Trabalhos futuros**

Esta pesquisa abre oportunidade para estudos mais específicos acerca de cada estado da máquina EICA. Levanta a necessidade de investigar uma “língua” natural do processamento cognitivo humano, sua natureza e significado. Entende-se aqui que pesquisas que envolvam a decifração dos códigos cérebro-mentais sejam realizadas de acordo com um modelo metalinguístico.

Em um primeiro momento, é necessário atentar para a hipótese H2, pois ainda falta comprová-la através da análise dos dados. De acordo com os resultados obtidos até o momento, sua comprovação é provável, demandando apenas um maior refinamento sobre os algoritmos de análise que usamos.

Da mesma forma pesquisas aplicadas serão necessárias para além de avaliar, intervir de forma adaptativa e evolutiva no campo do desenvolvimento cognitivo humano. Assim, novos games deverão ser inventados para interferir de forma otimizada promovendo os universais da cognição, através da implementação das EECA (Estruturas Externas Cognitivas Aprendentes) na inteligência artificial do computador.

Na área da interface homem-máquina, a máquina EICA deve ser desenvolvida para checar a máquina cognitiva em operação durante uma tarefa de risco e responsabilidade que envolvam as funções mentais superiores.

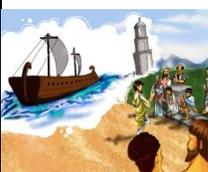
De maneira geral, é preciso formar um banco de regras generativas deduzidas da utilização das máquinas computacionais, para servir de revisor de conceitos científicos identificados nas pesquisas científicas.

A continuação do *GAME* EECA é proposto neste trabalho a partir do seu desenvolvimento e aplicação nos contextos históricos seguintes ao paleolítico.

A seguir, estão previstos todos os detalhes para a continuidade nas disciplinas de linguagem, matemática e ciências.

Tela	Contexto histórico	Objeto de tecnologia	Descrição	Objeto de linguagem	Descrição	Objeto de notação matemática	Descrição	Música	Descrição
	12000 a.C. – Mesolítico	 Palafita	Utilizadas em regiões pantanosas ou sujeitas a alagamento	 Marcação de pertencimento de habitações	Necessária para garantir a propriedade privada de habitações	 Sistemas de contagem de animais	Necessário para garantir a propriedade privada de animais	Rufem os Tambores	Percussividade pulsante, se mantém espaçada e repetitiva para manter a harmonia com a atmosfera de descoberta e criação por parte do jogador. Na segunda instância, a música evoca uma sensação de passar do tempo, com o som de folhas balançando a um vento forte, característico de mudança de tempo.
	10000 a.C. – Neolítico – Revolução agrícola	 Instrumentos de agricultura	Feitos de pedra, madeira, chifre e osso, antes da descoberta do ferro	 Representações gráficas de área a plantar	Usadas para o planejamento da agricultura	 Contagem de grãos/área	Necessário para evitar o desperdício na agricultura	Rufem os Tambores	Percussividade pulsante, se mantém espaçada e repetitiva para manter a harmonia com a atmosfera de descoberta e criação por parte do jogador. Na segunda instância, a música evoca uma sensação de passar do tempo, com o som de folhas balançando a um vento forte, característico de mudança de tempo.

	3400 a.C. – Mesopotâmia – Invenção da escrita	 Cestos	Usados desde 8000 a.C. para fins utilitários; técnicas de entrelaçamento de fios se desenvolveram por volta de 3000 a.C.	 Escrita	Inventada na Mesopotâmia por volta de 3400 a.C.	 Dualidade	A noção de dupla se desenvolve ao longo do período pré-escrita, opondo-se ao “um” e ao “muito”	O vento do Leste	A percussão que antes era espaçada se torna mais constante, agitada, abrindo espaço para dissonância dos instrumentos de corda guarem o jogador por uma série de descobertas.
	2900 a.C. – Mesopotâmia – Olaria e cerâmica	 Tijolos de adobe	Na Mesopotâmia, eram comumente usados tijolos secos ao sol na arquitetura	 Escrita cuneiforme	Escrita logográfica utilizada na Mesopotâmia	 Serição	Usada na imagem para completar séries de figuras; no caso, tipos de cerâmica	O vento do Leste	A percussão que antes era espaçada se torna mais constante, agitada, abrindo espaço para dissonância dos instrumentos de corda guarem o jogador por uma série de descobertas.
	2700 a.C. – Alto Egito – Construção de pirâmides	 Carregamento das pedras	Diversas teorias foram criadas para explicar a construção de pirâmides; a mostrada na imagem considera a utilização de “trenós” sobre toras de madeira circulares	 Escrita logográfica	A escrita logográfica é aquela onde os símbolos representam ideias e não fonemas, como a <i>hieroglífica</i>	 Cálculo dos ângulos de um triângulo	Usado na imagem para calcular os ângulos de uma face da pirâmide	O eco das pirâmides	Com mais instrumentos, a música egípcia se torna mais complexa e divide seu tempo em contagens diferentes, que acompanham a evolução matemática do jogador.
	2000 a.C. – Baixo Egito – Vida rural	 Picota (shaduf)	Utilizado para tirar água de poços	 Aprendizado visual	Na imagem, um dos agricultores aprende a realizar sua tarefa a partir da observação dos movimentos do outro.	 Escambo	Depende dos cálculos de equivalência de valor para seu funcionamento	O eco das pirâmides	Com mais instrumentos, a música egípcia se torna mais complexa e divide seu tempo em contagens diferentes, que acompanham a evolução matemática do jogador.
	1800 a.C. – Alto Egito – Construção de tumba	 Nível de fio de prumo	Inventado por astrônomos em 3000 a.C.; usado para verificar a verticalidade de uma construção	 Escrita hieroglífica	Desenvolveu-se a partir de 3200 a.C.; usada principalmente em textos religiosos	 Cálculo de ângulo reto	Usado na imagem para calcular as dimensões do objeto funerário	O som dos números	Com mais instrumentos, a música egípcia se torna mais complexa e divide seu tempo em contagens diferentes, que acompanham a evolução matemática do jogador. Em segunda instância, uma nova camada de instrumentos de sopro se agrega e torna mais densa e misteriosa a complexa música egípcia.

	1500 a.C. – Mesopotâmica – Comércio fenício	 Moeda	Inventada por volta de 2000 a.C.; o dinheiro era originalmente utilizado para representar mercadorias estocadas	 Linguagem gestual	Usado no comércio entre pessoas com idiomas diferentes	 Divisão	Usada na imagem para calcular as equivalências de valor entre objetos trocados	O som do progresso	O progresso chega nessa música de forma sutil, aumentando a dissonância de suas notas e pressionando a percussão de formas mais intensas.
	1200 a.C. – Alto Egito – Construção de monumento	 Pedra de polimento	Existente desde o Neolítico; usada para gerar/reativar o brilho de uma superfície.	 Escrita hierática	Desenvolveu-se ao lado da escrita hieroglífica; usada em textos administrativos.	 Cálculo de circunferência	Usado na imagem para calcular o tamanho do monumento	O som dos números	Com mais instrumentos, a música egípcia se torna mais complexa e divide seu tempo em contagens diferentes, que acompanham a evolução matemática do jogador. Em segunda instância, uma nova camada de instrumentos de sopro se agrega e torna mais densa e misteriosa a complexa música egípcia.
	700 a.C. – Mesopotâmica – Nobreza	 Tecelagem com algodão	O algodão foi introduzido na região no século VII a.C., assim como a seda	 Representação visual	Na imagem, as roupas e o aspecto dos personagens comunicam o seu status social	 Padronagem	Cálculos utilizados na tecelagem, para a criação de padrões	O som do progresso	O progresso chega nessa música de forma sutil, aumentando a dissonância de suas notas e pressionando a percussão de formas mais intensas.
	600 a.C. – Mesopotâmica – Jardins Suspensos	 Vasos de plantas	Usados desde o Egito para mover plantas de um lugar para outro	 Escrita fonética	A escrita cuneiforme era originalmente logográfica, passando a incluir elementos fonéticos com o tempo	 Cálculo de área do quadrado	Usado na imagem para calcular a área dos Jardins Suspensos	O som do progresso	O progresso chega nessa música de forma sutil, aumentando a dissonância de suas notas e pressionando a percussão de formas mais intensas.
	350 a.C. – Grécia – Teatro	 Guindaste	Introduzido na Grécia para o uso na construção civil	 Teatro clássico	Os gregos desenvolveram os grandes gêneros de tragédia e comédia	 Teorema de Pitágoras	Pitágoras (séculos VI-V a.C.) é creditado pela descoberta do cálculo dos lados de um triângulo retângulo	Viver é saber	A adição do naipe de metais traz a música um ar contemplativo, aumentando a imersão do jogador nas discussões filosóficas sobre o conhecimento adquirido.
	250 a.C. – Grécia – Épicos	 Farol	Usado para ajudar navios a encontrar o litoral; um dos mais famosos foi o Farol de Alexandria	 Métrica poética	A poesia épica grega tem na Ilíada e na Odisseia seus principais expoentes	 Semelhança de triângulos	Usado por Tales de Mileto para medir a distância de navios no mar	Viver é saber	A adição do naipe de metais traz a música um ar contemplativo, aumentando a imersão do jogador nas discussões filosóficas sobre o conhecimento adquirido.

	150 a.C. – Grécia – Vida rural	 Roda d'água	Inventadas pelos gregos para irrigação e geração de energia	 Alfabeto grego	Desenvolvido por volta do século VIII a.C.; derivado do fenício	 Duplicação do cubo	Origem lendária no século V a.C. em Delos; usado na imagem no celeiro cúbico	Conhecimento o é poder	A adição do naipe de metais traz a música um ar contemplativo, aumentando a imersão do jogador nas discussões filosóficas sobre o conhecimento adquirido. Em segunda instância a percussão se altera e se alonga, acompanhando a síntese de novos conhecimentos.
	50 a.C. – Grécia – Ágora	 Biruta	A Torre dos Ventos é considerada uma das primeiras birutas	 Retórica	Técnica/arte de usar a linguagem para comunicar de forma persuasiva; nascida na Grécia	 Razão áurea	Usada para construir o Parthenon; concebida por Fídias	Conhecimento o é poder	A adição do naipe de metais traz a música um ar contemplativo, aumentando a imersão do jogador nas discussões filosóficas sobre o conhecimento adquirido. Em segunda instância a percussão se altera e se alonga, acompanhando a síntese de novos conhecimentos.
	125 d.C. – Roma – Biblioteca	 Livro	Desenvolvidos pelos romanos em substituição aos pergaminhos	 Alfabeto latino	Desenvolvido por volta do século 7 a.C., a partir do alfabeto etrusco	 Numerais romanos	Desenvolvidos a partir de numerais etruscos	Quem vai a Roma tem boca	A música se segue com notas alongadas, permitindo espaço para que o jogador se comunique com o mundo ao seu redor sem grandes interrupções, enfatizando a importância da comunicação.
	300 d.C. – Roma – Balneário	 Balneário	Locais de higiene e socialização	 Jornal	A <i>Acta Diurna</i> foi criada em 69 a.C., para divulgar os principais acontecimentos da República	 Calendário Juliano	Implantado em 46 a.C.; base para os calendários atuais	Cidade das mil línguas	A música se segue com notas alongadas, permitindo espaço para que o jogador se comunique com o mundo ao seu redor sem grandes interrupções, enfatizando a importância da comunicação. Com uma abertura muito mais pronunciada, a segunda instância deste tema consegue com mais peso-cortesia da adição de percussões - deixar a música mais leve e bem definida.

Tabela 11. Filogênese da Linguagem, Matemática e Ciências

## Referências Bibliográficas

- ATKINSON, R.C.; SHIFFRIN, R.M. Human memory: A proposed system and its control processes. In Spence, K.W.; Spence, J.T. *The psychology of learning and motivation* (Volume 2). New York: Academic Press, 1968, p. 89–195.
- AVERBACH, E.; CORIELL, A. S. Short-term memory in vision. *Bell System Technical Journal*, n. 40 v.1, p 309-328, 1961.
- AVERBACH, E.; SPERLING, G. Short-term storage of information in vision. In CHERRY, C. (ed.), *Information Theory: Proceedings of the Fourth London Symposium*. Londres: Butterworth, 1961.
- BACHELARD, G. *O novo espírito científico*. Rio de Janeiro: Tempo brasileiro, 2000.
- BINDER, D.A. Bayesian cluster analysis. *Biometrika*, v. 65(1), p. 31-38, 1978.
- BRUNER, J. *Uma nova teoria da aprendizagem*. Rio de Janeiro: Edições Bloch, 1971.
- CARVALHO, D. S., et al. "B-bleaching: Agile Overtraining Avoidance in the WiSARD Weightless Neural Classifier." *ESANN*. 2013.
- CATERINA, G.; GANGLE, R. Consequences of a Diagrammatic Representation of Paul Cohen's Forcing Technique Based on CS Peirce's Existential Graphs. In CARNIELLI, W.,MAGNANI, L. (ed.) *Model-Based Reasoning in Science and Technology*, 2010, p. 429-443.
- CHATER, N., BROWN, G. D. From universal laws of cognition to specific cognitive models. *Cogn Sci*. 2008 Jan 2; 32(1) pp. 36-67. doi: 10.1080/03640210701801941.
- COMMONS, M., RICHARDS, F., KUHN, D. Systematic and Metasystematic Reasoning: A Case for Levels of Reasoning beyond Piaget's Stage of Formal Operations. *Child Development*,53(4), 1982, pp. 1058-1069, DOI:10.2307/1129147.
- COUTINHO, C. N. *Gramsci*. Porto Alegre: L&PM, 1981.
- DELBEM, E. *Metodologia para analisar o desenvolvimento inter-relacional em alunos do ensino médio utilizando jogos*. Dissertação de Mestrado. UFRJ - NCE, Rio de Janeiro, 2014.

- DEMŠAR, J, *et al.* Orange: From experimental machine learning to interactive data mining. *European Conference on Principles of Data Mining and Knowledge Discovery*. Springer Berlin Heidelberg, 2004.
- ELMAN, J. L. "Systematicity in the Lexicon: On Having Your Cake and Eating It Too." In *The Architecture of Cognition: Rethinking Fodor and Pylyshyn's Systematicity Challenge*, edited by Paco Calvo, and John Symons. The MIT Press, 2014. MIT Press Scholarship Online, 2014. DOI: 10.7551/mitpress/9780262027236.003.0005.
- EVANS, E. *Domain-Driven Design: Tackling Complexity in the Heart of Software*. Boston: Addison-Wesley, 2004.
- FLAVELL, J. H. Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist*, 34, p. 906 – 911, 1979.
- FRANCASTEL, P. *Pintura e Sociedade*. São Paulo: Martins Fontes, 1990.
- \_\_\_\_\_. *A Realidade Figurativa*. São Paulo: Perspectiva Fontes, 1993.
- FREIRE, P. *Pedagogia do Oprimido*. 13.ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983.
- FURST, P. *Fontes para a origem dos universais da cognição*. Tese de Doutorado. UFRJ - IP, Rio de Janeiro, 2003.
- GADOTTI, M. *A educação contra a educação*. Rio de Janeiro: Paz e terra, 1984.
- \_\_\_\_\_. *Educação e poder, introdução à pedagogia do conflito*. São Paulo: Editora Cortez, 2001.
- \_\_\_\_\_. A boniteza de um sonho: aprender e ensinar com sentido. *Abceducatio*. Ano III, n. 17, p. 30-33, 2002.
- GALILEI, G. *Il Saggiatore* (em italiano) (Roma, 1623); *The Assayer*, tradução ao inglês Stillman Drake and C. D. O'Malley, em *The Controversy on the Comets of 1618* (University of Pennsylvania Press, 1960).
- GANGLE, R. Collective Self-Organization in General Biology. In Deleuze, G.; Peirce, C., Kauffman, S. (org.) *Zygon*, v. 42, n. 1, p. 223-239, 2007.

- \_\_\_\_\_. Renovating Philosophical Practice through Diagrammatic Reasoning. *World Congress of Philosophy* (WCP 2008), n. 22, vol. 4, 2008.
- GRAMSCI, A. *Os intelectuais e a organização da cultura*. Tradução de Carlos Nelson Coutinho. 4ª Ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1982.
- GUILFORD, J.P. Creativity. *American Psychologist*, v. 5, n. 9, p. 444–454, 1950.
- \_\_\_\_\_. *The nature of human intelligence*. McGraw-Hill, 1967
- HEINER, C.; HEFFERNAN, N.; BARNES, T. (co-chairs). Supplementary Proceedings of the 13th International Conference of Artificial Intelligence in Education (AIED-2007). Marina del Rey, 2007. Disponível em: <[http://web.cs.wpi.edu/~nth/pubs\\_and\\_grants/papers/2007/AIED-EDM/AIED-EDM\\_proceeding\\_full2.pdf](http://web.cs.wpi.edu/~nth/pubs_and_grants/papers/2007/AIED-EDM/AIED-EDM_proceeding_full2.pdf)>. Acesso em: 30 jan. 2015.
- HELLKAMP, M. *Bottle: Python Web Framework* <https://bottlepy.org/docs/dev/deployment.html> Acesso em: 06 Nov. 2016.
- HESS, W. R. Causality, consciousness and cerebral organization. *Science*, v. 158, p. 1279-1283, 1967.
- HUNTER, J. D. Matplotlib: A 2D graphics environment. *Computing In Science & Engineering*, v. 9, n. 3, p. 90-95, 2007
- JONES, E., OLIPHANT, T., PETERSON, P. "Open source scientific tools for Python" (2001).
- KESNER, R. A neural system analysis of memory storage and retrieval. *Psychological Bulletin*, v. 80, p. 177-203, 1973.
- KETAMO, H., KIILI, K. "Exploring the Learning Mechanism in Educational Games," *2007 29th International Conference on Information Technology Interfaces*, Cavtat, 2007, pp. 357-362. DOI: 10.1109/ITI.2007.4283796.
- KETAMO, H., KIILI, K., KOIVISTO, A., FINN, E. "Studying the User Experience of a Tablet Based Math Game," *International Journal of Game-Based Learning (IJGBL)* 4, 2014. DOI:10.4018/IJGBL.201401010

- LAKOFF, G.; JOHNSON, M., *Philosophy in the Flesh: the Embodied Mind and its Challenge to Western Thought*. New York: Basic Books, 1999.
- LANGER, J. Phylogenetic and ontogenetic origins of cognition: Classification. *Piaget, evolution, and development* (1998): 33-54.
- LASHLEY, K. S. The problem of serial order in behavior. In JEFFRESS, L. A. (ed.), *Cerebral Mechanisms in Behavior*. New York: Wiley, 1951.
- LEGGETT, J., WILLIAMS, G., USNICK, M., LONGNECKER, M. Dynamic identity verification via keystroke characteristics, *International Journal of Man-Machine Studies*, Volume 35, Issue 6, 1991, pp. 859-870, ISSN 0020-7373, [http://dx.doi.org/10.1016/S0020-7373\(05\)80165-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0020-7373(05)80165-8).
- LEMOS, M. K. *Modelo fractal das microgêneses cognitivas: uma metodologia para a mediação metacognitiva em jogos computacionais*. Dissertação de Mestrado. UFRJ - NCE, Rio de Janeiro, 2014.
- LURIA, A. R.; TSVETKOVA, L. S. Les troubles de la resolution des problems. Paris: Gauthier-Villars, 1967.
- LURIA, A. R. *Higher Cortical Functions in Man*. New York; Basic Books, 1966a.
- LURIA, A. R. *Human Brain and Psychological Processes*. New York, Harper, 1966b.
- LURIA, A. R. Towards the problem of the historical nature of psychological processes. *International Journal of Psychology*, v. 6, p. 259-272, 1971.
- MANDELBROT, B. B. *The Fractal Geometry of Nature*. San Francisco: Freeman, 1982.
- MAHONEY, A. A, ALMEIDA, L. R. *Henri Wallon. Psicologia e Educação*. São Paulo: Edições Loyola, 2012.
- MARQUES, C. V. M. A Neurocognitive Protocol System to Support Health and Care of Abused Children. In *International Conference of Health Informatics*, Fubchal, Portugal, 2007.
- \_\_\_\_\_. *O significado da linguagem visual e da produção plástica na construção da língua escrita por pessoas adultas surdas*. Dissertação de mestrado – UFRJ - EBA, 1997.

- MARQUES, C. V. et al. Templates Cérebro-Mente: Um Modelo Diagramático Aplicado a Jogos Inteligentes. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (TISE), 19., 2014, Fortaleza. Anais... Chile: Universidad de Chile, 2014, p. 922-927.
- MASSE, M. *REST API design rulebook*. " O'Reilly Media, Inc.", 2011.
- MAXWELL, A. E. Factor analysis: Thomson's sampling theory recalled. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, v. 25, p. 1-21, 1972.
- MOTTA, L. C.; OLIVEIRA, C. E. T; MEIRELLES, M. S. P.; BERROIR, J.P.; HERLIN, I. *The Implementation of a web-based System for Automatic Classification of land use and covering changes*. IADIS International Conference Applied Computing: Salamanca, 2007.
- NEISSER, U. *Cognitive psychology*. New York: Appleton-Century-Crofts, 1967.
- NELSON, T. O.; NARENS, L. Metamemory: A theoretical framework and some new findings. In BOWER, G.H. (Ed). *The Psychology of Learning and Motivation*, v. 26, p. 125-173. New York: Academic Press, 1990.
- PEIRCE, C. S. Excerpts from Letters to Lady Welby, 1906-08, in *The Essential Peirce, Selected Philosophical Writings, Volume 2 (1893–1913)*, Peirce Edition Project, eds., Indiana University Press, Bloomington and Indianapolis, 1998.
- PIAGET, Jean. *Recherches sur l'abstraction réfléchissante*. Paris, Presses Universitaires de France, 1977.
- PIMENTEL, A.P.C. Uma proposta de identificação de assinaturas cognitivas com padrões de pensamento criador. Dissertação de Mestrado. NCE – UFRJ, 2015.
- PORTER, S., BRINKE, L. T.. Reading between the lies identifying concealed and falsified emotions in universal facial expressions. *Psychological Science* 19.5, 2008, pp. 508-514.
- ROSA, J. G. *Grande Sertão: Veredas*. Rio de Janeiro: Livraria José Olympio, 1956.

- SALGADO, A. C. S., MOTTA, C. L. R., SANTORO, F. M. "Grandes Desafios da Computação no Brasil, Relatos do 3º Seminário –2006–2016." *São Paulo: Sociedade Brasileira de Computação*, 2015.
- SEMINÉRIO, F. L. P. *Infra-estrutura da cognição: fatores ou linguagens?* Rio de Janeiro : FGV; ISOP, 1984.
- \_\_\_\_\_. *Metaprocesso: a chave do desenvolvimento cognitivo: uma reavaliação da pedagogia contemporânea*. Rio de Janeiro: FGV; ISOP, 1988.
- \_\_\_\_\_. A natureza sistêmica das linguagens na cognição humana: uma visão kerigmética do real. *Arquivos Brasileiros de Psicologia*, Rio de Janeiro, v. 35, n. 1, pp. 3-10, jan. 1983. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/abp/article/view/18881/17627>. Acesso em: 06 Nov. 2016.
- SENHADJI, L., WENDLING, F. Epileptic transient detection: wavelets and time-frequency approaches, *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology*, Volume 32, Issue 3, June 2002, pp. 175-192, ISSN 0987-7053, DOI: 10.1016/S0987-7053(02)00304-0.
- SHIN, S. Introduction to JSON (javascript object notation). *Presentation at www.javapassion.com* (2010).
- SPEARMAN, C. *Abilities of Man: their nature and measurement*. Londres: Macmillan and Co., 1927.
- SPERLING, G. The information available in brief visual presentations. *Psychological Monographs: General and Applied*, v. 74 (11, n. 498), p. 1-29, 1960.
- SHIMAMURA A. e METCALFE, J. *Metacognition: Knowing about Knowing*. Cambridge: Massachusset Institute of Tecnology, 1992.
- SMITH, G. M. Group factors in mental tests similar in material and in structure. *Arch psychol*. N.Y., 1933, No 156.
- SOARES, M. R. *Modelo Computacional evolutivo, adaptativo e preditivo para avaliação de funções cognitivas*. Dissertação de Mestrado. UFRJ - NCE, Rio de Janeiro, 2014.

- THOMSON, G. H. *The Factorial Analysis of Human Ability*. Boston: Houghton Mifflin, 1951.
- THUSTONE, L. L. Primary mental abilities. *Psychometric Monographs*, n. 1, 1938.
- TORNDIKE, E. L. Intelligence and its uses. *Haper's Mag*, 1920, 140, 227-235.
- \_\_\_\_\_, et al. *The measurement of intelligence*. New York: Teachers Coll, 1927.
- VARMA, M. K., CHOI, E. Comparative study of various platform as a service frameworks. *International Journal on Cloud Computing: Services and Architecture (IJCCSA)* Vol. 6, No. 1, February 2016.
- VAROQUAUX, G. *et al.* "Scipy Lecture Notes.", 2015.
- WALLON, H. P. H. *Les origines du caractère chez l'enfant*. Les préludes du sentiment de personnalité. Paris: Boisvin, 1934.
- XAVIER, G. A *Condição Eletrolúdica: Cultura Visual Nos Jogos Eletrônicos*. Teresópolis: Novas Ideias, 2010.
- XAVIER, J. *Psicogenética Educacional*. São Paulo: Vesper Editora, 2004.
- YAU, J.M., DEANGELIS, G.C., ANGELASKI, D.E., *Review Article: Dissecting neural circuits for multisensory integration and crossmodal processing*. *Phil. Trans. R. Soc.* B 2015 370 20140203; DOI: 10.1098/rstb.2014.0203. Published 3 August 2015.

## Glossário

Affordance - é a qualidade de um objeto que permite ao indivíduo identificar sua funcionalidade sem a necessidade de prévia explicação, o que ocorre intuitivamente

Assinatura cognitiva – é transcrita a partir de um procedimento de ações sucessivas

Autômato – uma máquina que é capaz de transitar por diversos estados

Canal áudio-fonético– integração do canal sensorial morfogenético da cognição

Canal áudio-motor– integração do canal sensorial morfogenético da cognição

Canal viso-motor – integração do canal sensorial morfogenético da cognição

Chaveamento - chaveamento das cores corresponde à mudança de área de conhecimento no *game* e representa a migração e constância no uso dos objetos de conhecimento.

Cognoscente - é aquele que conhece ou que tem a capacidade de conhecer. O sujeito cognoscente, por conseguinte, é quem realiza o ato do conhecimento.

Filogênese – Desenvolvimento humano e Cultura (Antropologia cultural)

Glifos - é uma manifestação da unidade mais abstrata de um conhecimento específico

Homocinese – um movimento em um eixo é replicado em outro eixo

Intersemiótico – implicação de um sistema semiótico em outro

Majorante – Equilibração majorante: mecanismo de evolução ou desenvolvimento cognitivo

Metagradientes – gradientes de hierarquia de regras generativas

Metamultiprocessador – Autômato cérebro-mente de processos abstratos simultâneos

Metavértices – vértices de grafos de regras generativas

Microgênese - transformações qualitativas nas funções psíquicas

Minúcias – são detalhes relevantes

Ontogênese – Refere-se ao desenvolvimento do indivíduo, inicia-se com a fecundação e prolonga-se por toda a vida.

Pensamento conceitual – Na formação de conceitos, fundamental no desenvolvimento das funções mentais superiores, a criança interage com os atributos presentes nos elementos do mundo real, sendo essa interação direcionada pelas palavras que designam categorias culturalmente organizadas.

Pensamento sincrético – Nesse estágio a criança forma amontoados de objetos sem nenhuma relação factual ou concreta real. Os objetos se aproximam de um significado comum, pela semelhança que entre eles se estabelece nas impressões da criança.

Perfil cognitivo – todas as possíveis assinaturas cognitivas que um participante pode fazer durante todas as sessões de jogo

Prognóstico - é uma previsão baseada em fatos ou dados reais e atuais, que pode indicar o diagnóstico final

Proteoma – proteína na forma ideal de combinação de abordagens de fracionamento

Proto-mediador – é um mediador que inicia o processo de mediação (pode ser uma máquina)

Querigmático – aquilo que diz respeito ao conteúdo principal da mensagem

Regras generativas – leis universais do conhecimento

Teleonômica – que se ajusta a um determinado fim

Templates – esquemas e diagramas que aportam estruturas lógicas e funções semânticas

Transmoglificação – transformação de glifos de um conhecimento em glifos de conhecimento de natureza diferente

## **ANEXO**

# GDD JogoEICA

## Game Develop Document

### [Sobre este documento](#)

[Para que serve este documento?](#)

[O que não é este documento?](#)

### [Changelog](#)

[2016 - Julho - Ver 2.0](#)

[2016 - Maio - Ver 1.7](#)

[2015 - Setembro - Ver 1.6](#)

[2015 - Abril - Ver 1.5](#)

[2015 - Janeiro - Ver 1.4](#)

[2014 - Dezembro - Ver 1.3](#)

[2014 - Novembro - Ver 1.2](#)

[2014 - Agosto - 27 - Ver 1.0.1](#)

[2014 - Agosto - 26 - Ver 1.0.0](#)

### [Introdução](#)

[Definições do JogoEICA](#)

[JogoEICA - definição geral](#)

[Implementação e público alvo](#)

### [O Crivo](#)

[Especialistas e fluxo de trabalho da equipe](#)

[Líder de Projeto](#)

[Especialistas de Conteúdo - Elaboração dos Crivos](#)

[Especialistas de Implementação - Historiador, Game Designer,](#)

[Programador](#)

### [Jogabilidade](#)

[Sensação / "Feeling"](#)

[Câmera](#)

[Controle](#)

[Mecânica](#)

[Modos](#)

[Mundo](#)

[Modo Chaves Lógicas](#)

[Modo Roda da Linguagem](#)

## Sobre este documento

### Para que serve este documento?

O Relatório de Game Design JogoEECA é um documento em constante transformação que irá acompanhar o desenvolvimento da plataforma JogoEECA. Sua função é ser um guia para que todas as partes envolvidas estejam atualizadas sobre o que é o JogoEECA, suas características, sua meta e seu funcionamento. Ele se organiza de maneira progressiva, do mais geral até detalhes técnicos, porém sem se aprofundar neles.

### O que não é este documento?

Este relatório não é um projeto acadêmico, mas é parte integral de um. Ele é uma ferramenta para a equipe e demais interessados no projeto. Ele não é guia passo-a-passo para a criação da plataforma, nem o principal repositório de descrições técnicas detalhadas para programadores. Seu conteúdo não são regras imutáveis, e repito, estará aberto à atualizações constantes.

## Changelog

### 2016 - Julho - Ver 2.0

- Remontagem dos assets definitivos
- Tela de créditos

### 2016 - Maio - Ver 1.7

- Alteração do modelo de duas telas separadas para telas transitivas: Jogo do Mundo, Chaves Lógicas e Roda da Linguagem.
- Criação botões para alternar entre as Telas
- Novas adaptações necessárias para comportar as necessidades dos Crivos.
- Uso dos sistemas Brython, Phaser e Vitolino.

### 2015 - Setembro - Ver 1.6

- Alteração do modelo com 3 tabuleiros para o sistema de telas separadas sobrepostas: Mundo e Tela de Manipulação de Objetos.
- Criação de Transições, Botões e Eventos para alternar entre as Telas
- Definição do tamanho de tela. Área total e área útil.
- O “mundo” como recorte de um planisfério em ângulo levemente isométrico.

### 2015 - Abril - Ver 1.5

- Redefinições de interface.
- Redefinições de uso de sistemas de programação.
- Adaptações necessárias para comportar as necessidades dos Crivos.

### 2015 - Janeiro - Ver 1.4

- Evolução Histórica
- Arte

### 2014 - Dezembro - Ver 1.3

- Interface das 3 Tabelas (Mundo, Repositório de objetos/ideias e Chaves Lógicas).
- Uso do sistema Jepetto.
- Estabelecimento do uso de imagens 2D.

### 2014 - Novembro - Ver 1.2

- Crivos
- Equipes de especialistas de conteúdo e de implementação

### 2014 - Agosto - 27 - Ver 1.0.1

- Roda da Linguagem.
- Feeling/Filosofia tátil por trás das decisões de design.
- O “mundo” cubo.

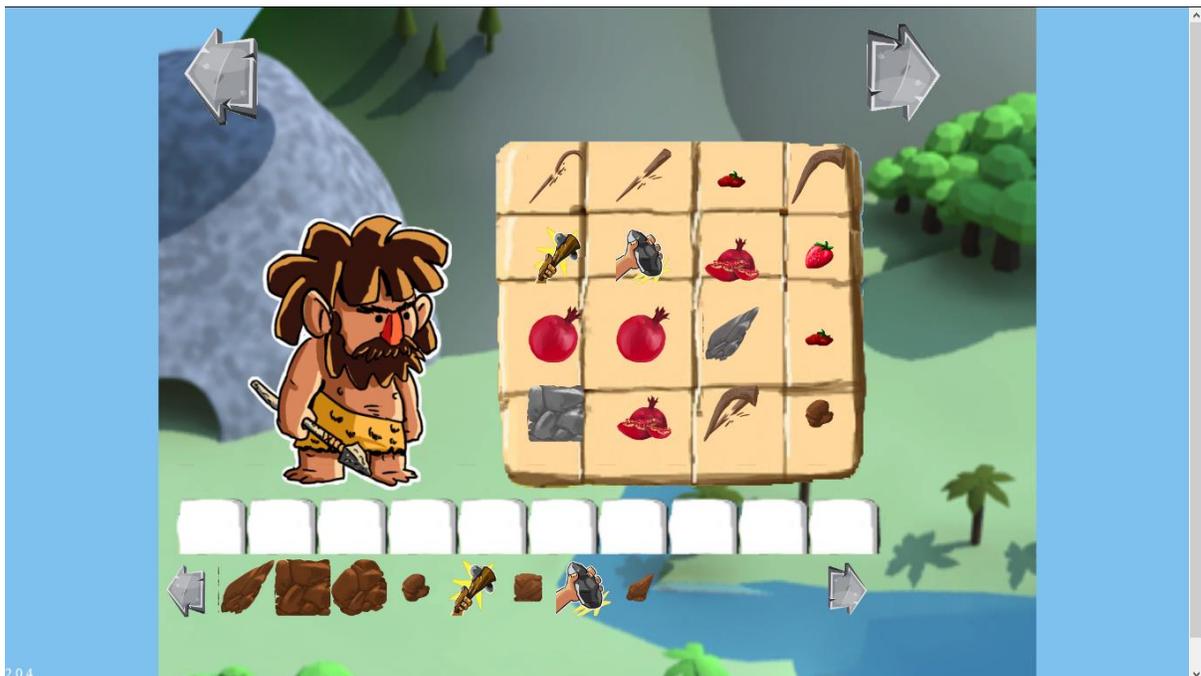
### 2014 - Agosto - 26 - Ver 1.0.0

- Criação do Relatório.
- Descrição das mecânicas definidas após a 6a reunião da equipe em 19 de agosto. Chaves Lógicas.

# Telas



Tela Mundo



Tela Chaves Lógicas



Tela Roda da Linguagem

## RUP EICA/EECA – CRÉDITOS DO JOGO

### MODELAGEM DIMENCIONAL

*Cientista* Carla Veronica Machado Marques

*Produtoras* Carla Veronica Machado Marques  
Érica Calil Nogueira

*Especialistas* Alexander Graf  
Alexandre Rangel  
Ana Paula Camargo Pimentel  
Ana Paula Cavadas Rodrigues  
Ângela Mendonça  
Bárbara Parente  
Christiana Vale Bomfim Barreira  
Christiano Britto Monteiro  
Claudia Lage Rebelo da Motta  
Cristiane Parangaba  
Cristianna Madeira De Ferran  
Debora Ramalho  
Edgar Delbem  
Eloisa Mota Saboya Pinheiro  
Emmy Uehara  
Érica Calil Nogueira  
Fabiana Zacchi  
Fabiano Machado Araujo  
Gilbert Huber  
Harald Kisch  
Jonatas Rafael Alvares  
José Otavio Pompeu e Silva  
Judismar Arpini Junior  
Luciana Daflon Soares  
Maira Fróes  
Marcelo Ramos  
Marco de Almeida Fornaciari  
Maria Poyares

Myriam Kienitz Lemos  
Raquel Moreira Machado  
Rogerio Mandelli  
Rubens Lacerda Queiroz  
Thais Do Nascimento Viana  
Walkir Brito  
Walter Bicalho

*Assistentes de pesquisa* Alberto Filgueiras  
Ana Karla da Costa Souza  
Bruna Fiuza  
Gisele Ceciliano  
Ludmila Barros Meireles  
Valéria Anjos  
Veronica Tosta

## PROCESSO CRIATIVO

*Criação* Renato José Ignachitti Milhiolo

*Direção de Arte* Érica Calil Nogueira  
Lucas Pessoa de Freitas

*Artistas Técnicos* Beatriz Paixão Frutuoso e Melo  
Maria José Rivera Salinas  
Rogério Serpa Teixeira  
Verônica Sakane Matias

*Arte Finalista* Pablo Piñar Alves Pinto

*Coloristas* Daniel Santana  
Joane Barros Fernandes  
Pedro Lomba  
Sanny Reis Bizerra

*Artista Conceitual* Gabriel Brasil

*Designer de Nível* Gabriel Brasil

*Criadores de Assets* Gabriel Brasil  
Luiz Ricardo Cordeiro da Silva

*Animadores* Érica Calil Nogueira  
Ludmila Barros Meireles  
Marcelo Ramos

*Compositores* Alexandre Ferreira  
Sanderson Tavares

*Prototipagem* Diogo Takano

## PROJETO INTERACIONAL

*Redatora* Érica Calil Nogueira

*Educadores* Ana Paula Cavadas Rodrigues  
Ângela Mendonça  
Cibele Oliveira  
Claudia Feijó  
Fátima Cortes  
Gisele Cardoso Cordeiro  
Marcia Amenta  
Maria Luciene de Oliveira Lucas  
Shirlei da Silva Costa  
Vera Lucia Araujo Rodrigues  
Viviane Soares Rodrigues Silva

## DESENVOLVIMENTO CONCEITUAL

*Game Designers* Érica Calil Nogueira  
Gabriel Brasil

*Programadores* Carlo Emmanoel Tolla de Oliveira

Damien Chaillou  
Jonatas Rafael Alvares  
Julianne Portugal de Carvalho  
Márcia Cardoso  
Mauricio Bonfim  
Rodolfo Machado  
Ronald Kaiser  
Veronica Tosta

*Engenheiro* Carlo Emmanoel Tolla de Oliveira

Para sermos justos com todos os colaboradores deste projeto, os créditos foram feitos, único e exclusivamente, baseado na ordem alfabética.

### REALIZAÇÃO

Governo Federal Ministério da Educação  
UFRJ COPPE-PESC

### PATROCÍNIO

ABRAPA NCE

### APOIO

LABASE GINAPE